

Solange T. de Lima Guimarães
Salvador Carpi Junior
Manuel B. Rolando Berrios Godoy
Antonio Carlos Tavares
(Orgs.)

Gestão de Áreas de Riscos e Desastres Ambientais

1ª. Edição

Rio Claro

IGCE/UNESP/RIO CLARO

Programa de Pós-Graduação em Geografia – IGCE

ALEPH – Engenharia e Consultoria Ambiental

KARMEL – Centro de Estudos Integrados

2012



Gestão de Áreas de Riscos e Desastres Ambientais

ISBN 978-85-89082-25-9

Rio Claro
2012

Gestão de Áreas de Riscos e Desastres Ambientais

Solange T. de Lima Guimarães
Salvador Carpi Junior
Manuel B. Rolando Berríos Godoy
Antonio Carlos Tavares
(Organizadores)

1ª. Edição
IGCE/UNESP/RIO CLARO
Programa de Pós-Graduação em Geografia – IGCE
ALEPH – Engenharia e Consultoria Ambiental
KARMEL – Centro de Estudos Integrados
2012

Gestão de Áreas de Riscos e Desastres Ambientais

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

Efetuada depósito legal na Biblioteca Nacional

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

Laboratório de Interpretação e Valoração Ambiental, Depto. de Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (IGCE-UNESP), campus de Rio Claro;
Laboratório de Geomorfologia e Análise Ambiental, Instituto de Geociências, Universidade de Campinas (IG-UNICAMP);
Programa de Pós-graduação em Geografia – IGCE-UNESP, campus de Rio Claro;
Universidade Estadual Paulista – Instituto de Geociências e Ciências Exatas (UNESP – IGCE), campus de Rio Claro.

Os autores são responsáveis pelas ideias expostas em seus trabalhos, como também pela responsabilidade técnica e veracidade das informações e dados apresentados. Os organizadores e editores não se responsabilizam pelo conteúdo dos textos publicados.

Capa:

Composição: Solange T. de Lima Guimarães

Fotografia: Rodrigo Christiano Gaspar



O trabalho Gestão de Áreas de Riscos e Desastres Ambientais de Solange T. de Lima Guimarães et al. foi licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição - NãoComercial - SemDerivados 3.0 Não Adaptada](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/pt-br/).

ISBN 978-85-89082-25-9



9 788589 082259

551.4+ Gestão de áreas de riscos e desastres ambientais
G393 [recurso eletrônico] / Solange T. de Lima-Guimarães,
 Salvador Carpi Junior, Manuel B. Rolando Berríos,
 Antonio Carlos Tavares. - Rio Claro: IGCE/UNESP/RIO
 CLARO, 2012
 1 CD-ROM : il.

ISBN 978-85-89082-25-9

1. Geografia física – Aspectos ambientais. 2. Análise ambiental. 3. Impacto ambiental. 4. Danos ambientais I. Lima-Guimarães, Solange T. II. Carpi Junior, Salvador. III. Berrios Godoy, Manuel Baldomero Rolando. IV. Tavares, Antonio Carlos. V. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

SUMÁRIO

Agradecimentos

Prefácio

Apresentação

Risco ambiental à luz dos princípios da precaução e da prevenção	12
Ivan Fortunato; José Fortunato Neto	
Identificação de riscos ambientais e proteção da água: uma aproximação necessária	32
Salvador Carpi Junior	
Cartografia de síntese de riscos ambientais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Anhumas, Campinas, São Paulo	60
Ricardo De Sampaio Dagnino; Fernando Marques Baroni; Estéfano Seneme Gobbi; Marcelo Da Silva Gigliotti	
O uso da cartografia na análise da percepção de riscos de contaminação em áreas de nascentes: o caso do Residencial Tarumã em Maringá, Paraná (PR)	91
Marilda Aparecida de Oliveira; Deise Regina Elias Queiroz; Manoel Luiz dos Santos	
A percepção ambiental em planos de emergência: uma proposta para os estudos de sensibilidade ambiental a derrames de óleo	121
Marcelo Pereira Matos; Solange T. de Lima-Guimarães	
Percepção e gestão de risco em instalação de repositório de rejeitos nucleares	151
Afonso Rodrigues de Aquino; Lilian de Oliveira Bueno; Martha Marques Ferreira Vieira; Ivan Pedro Salati de Almeida	
Desastres ambientais causados por acidentes nucleares: subsídios à gestão de áreas contaminadas	176
Gerson Antônio Santarine; Adriano Bressane	
APELL: a preparação da comunidade para emergências ambientais	204
Antônio Carlos Rossin; Icaro Aronovich da Cunha; Raquel Dalledone Siqueira da Cunha	
Mudanças ambientais na interface floresta-cidade e riscos associados: uma análise a partir dos sistemas dissipativos	226
Adriano Severo Figueiró	
Desafios metodológicos no planejamento ambiental: costa sul do estado da Bahia e Baixada Santista no estado de São Paulo	256
Regina Célia de Oliveira	

Mapeamento e gestão de riscos de escorregamentos em áreas de assentamentos precários	285
Leandro Eugenio da Silva Cerri; Fernando Rocha Nogueira	
Princípios básicos para a modelagem de cheias em bacias hidrográficas urbanizadas	305
Rodrigo Braga Moruzzi; Cenira Maria Lupinacci da Cunha; Fabiano Tomazini da Conceição	
Riscos e danos ambientais no contexto da geomorfologia fluvial	328
Márcio Henrique de Campos Zancopé	
Los ciclones tropicales y su impacto en la cuenca del Caribe	357
Maira Celeiro Chaple; José Manuel Mateo Rodríguez	
Desastres naturais de origem atmosférica e seus impactos em Moçambique	375
Cleusa Aparecida Gonçalves Pereira Zamparoni; Lucí Hidalgo Nunes	



Não terei medo. O medo mata a mente. O medo é a pequena morte que leva à aniquilação total. Enfrentarei meu medo. Permitirei que passe por cima e através de mim. E, quando tiver passado, voltarei o olho interior para ver seu rastro. Onde o medo não estiver mais, nada haverá. Somente eu restarei.

Frank Patrick Herbert¹

¹HERBERT, Frank Patrick. **Duna**. São Paulo: Aleph, 2010, p.14.
Fotografia: Rodrigo Christiano Gaspar.

AGRADECIMENTOS

Desejamos registrar aqui nossos agradecimentos a todos que tornaram possível a existência deste livro, considerando a aventura que foi organizá-lo. Dizemos aventura, mas deveria ser aventuras – alguns percalços, outros tantos obstáculos menores ou maiores, mas que serviram para aprendermos a perseverar em tempos de névoas e neblinas.

De modo especial, agradecemos a ALEPH – Engenharia e Consultoria Ambiental, na pessoa de seu Diretor, Eng. Hamilton Cesar Guimarães, que contribuiu inestimavelmente com a infraestrutura e serviços referentes à formatação e editoração dos materiais, secretaria, e, sobretudo, pelo apoio incondicional até chegarmos à versão final deste livro.

Agradecemos também a KARMELE – Centro de Estudos Integrados, por meio de seus trabalhos de responsabilidade social e voluntariado, no sentido de proporcionar os recursos humanos necessários durante as diversas revisões e provas dos originais, e por acreditar na atualidade de nossa proposta diante dos desastres ambientais ocorridos nos últimos anos em nosso país e no mundo, gerando cenários catastróficos e apocalípticos para as populações atingidas.

Ao Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Prof. Dr. Antonio Carlos Tavares, por todo o empenho e estímulo no sentido da publicação deste livro, bem como pelo incentivo para perseverarmos diante dos muitos obstáculos, representando uma ancoragem segura.

Ao fotógrafo Rodrigo Christiano Gaspar, nosso estimado *storm chaser*, por nos ceder gentilmente suas fotografias de eventos climáticos severos para a arte final deste livro. Suas imagens mais uma vez, confirmam as palavras de Durand (2001, p.409), em sua obra *As estruturas antropológicas do imaginário: “A ‘objetiva’ da máquina fotográfica, sendo um ponto de vista, nunca é objetiva”*, expressando arte, técnica e emoção.

À Rita de Cássia Gromoni Shimizu, Depto. de Geografia, IGCE-UNESP, pelo auxílio durante as revisões, na formatação final dos arquivos, e, sobretudo, pelo companheirismo e troca de ideias na elaboração dos originais.

A Carlos Augusto da Costa Prochnow, Depto. de Geografia/ IGCE-UNESP, por mediar os contatos com o fotógrafo Rodrigo Christiano Gaspar.

Ao amigo Gilberto Donizeti Henrique, Depto. de Geografia/ IGCE-UNESP pelo auxílio na produção da arte final do CD.

E finalmente a todos – autores, técnicos e colegas – pelas contribuições e o tempo de espera na publicação deste livro, resultado de uma cooperação interinstitucional entre o Laboratório de Interpretação e Valoração Ambiental do Departamento de Geografia do IGCE-UNESP, sob minha coordenação e do Prof. Dr. Antonio Carlos Tavares, e o Laboratório de Geomorfologia e Análise Ambiental do IG-UNICAMP, sob a coordenação do Prof. Dr. Archimedes Perez Filho e Profa. Dra. Regina Célia de Oliveira, e mais diretamente, por meio dos trabalhos de apoio ao ensino e pesquisa desenvolvidos pelo Prof. Dr. Salvador Carpi Jr.

E aos nossos familiares e amigos, pela compreensão das ausências e dos tempos roubados.

Solange T. de Lima-Guimarães

Outono, 2012.

PREFÁCIO

A obra *Gestão de Áreas de Riscos e Desastres Ambientais*, organizada por Solange T. de Lima-Guimarães, Salvador Carpi Junior, Manuel B. Rolando Berríos Godoy e Antonio Carlos Tavares, reúne uma série de trabalhos relacionados à questão ambiental, resultado da produção dos autores que vêm desenvolvendo atividades nas diferentes linhas de pesquisa, contempladas na presente coletânea. Destacam-se como tema inicial as questões relacionadas a riscos ambientais, enfatizando a proteção, prevenção e precaução de elementos relacionados à natureza. Seguidamente, identifica-se a preocupação nos trabalhos sobre percepção ambiental, com ênfase nos riscos e cartografia de áreas contaminadas, destacando-se as atividades do sistema antrópico (socioeconômico) sobre o sistema natural.

Fazendo parte de uma terceira linha de pesquisa, as contribuições dizem respeito à gestão de áreas contaminadas, preparação da comunidade para emergências ambientais e mapeamento de riscos em áreas de escorregamentos.

As abordagens metodológicas são apresentadas por meio da análise de sistemas dissipativos, planejamento ambiental, modelagem de cheias e danos ambientais em bacias hidrográficas.

Finalmente, são tratados temas relacionados aos desastres e impactos naturais com ênfase nos sistemas atmosféricos.

A obra fornece subsídios aos interessados, estudantes e profissionais de diversas áreas por meio da temática aqui expressada. Sem dúvida, é uma contribuição significativa aos estudos ambientais.

Prof. Dr. Archimedes Perez Filho
Campinas, janeiro de 2012.

APRESENTAÇÃO

Este livro é o resultado do trabalho conjunto e cooperativo de vários professores e pesquisadores, referente aos estudos sobre a gestão de áreas de riscos e desastres ambientais, durante cerca de dois anos, no período compreendido de 2010 e 2011. Nossa intenção foi apresentar distintas abordagens sobre a temática, com o intuito de subsidiar outros estudos e projetos, políticas públicas, diretrizes e estratégias pertinentes ao campo da gestão e planejamento ambiental correlacionada aos riscos ambientais.

Deste modo, o contato inicial com o Prof. Dr. Salvador Carpi Junior (IG/UNICAMP) foi também uma busca no sentido de trabalharmos interinstitucionalmente, visto que este pesquisador vem desenvolvendo projetos de gestão participativa de riscos junto à população da região de Campinas, estado de São Paulo (SP), estabelecendo canais de comunicação entre a universidade e as comunidades envolvidas, num valioso trabalho educativo de extensão para a compreensão e enfrentamento de situações que envolvem riscos e vulnerabilidades sociais e naturais.

Posteriormente, o convite foi direcionado ao Prof. Dr. Manuel B. Rolando Berríos Godoy, da área de Gestão e Planejamento Ambiental, e ao Prof. Dr. Antonio Carlos Tavares, da área de Climatologia e Riscos Climáticos, ambos docentes do IGCE-UNESP, campus de Rio Claro, tendo em vista a formação de uma equipe dedicada à análise ambiental, ainda que atuante em diversas linhas de pesquisas, na construção de um diálogo interdisciplinar, diante das novas exigências da pesquisa aplicada e das realidades emergenciais que nos são apresentadas cotidianamente.

A decisão da publicação do livro em formato eletrônico e, posteriormente, disponível *on line* com acesso público e gratuito, se confirmou tanto pelas novas demandas sociais de difusão do conhecimento técnico-científico, quanto pela necessidade de divulgação dos resultados de trabalhos desenvolvidos por especialistas reconhecidos na área, facilitando a busca de leituras atualizadas por parte de estudantes e pesquisadores de vários países da América Latina e de língua portuguesa, pois ao contrário do que se costuma pensar, ainda nos deparamos com a carência de literatura sobre a temática, dirigida especificamente à análise de nossas realidades geográficas e socioeconômicas.

Diante deste contexto, cumprimos como cientistas e educadores, parte de nossa responsabilidade social frente às populações atingidas pelos desastres ambientais, pois em muitos casos, continuam a vivenciar em seu cotidiano os efeitos e danos acumulados devido aos quadros de vulnerabilidades ambientais apresentados ao longo das últimas décadas no Brasil. Com toda a certeza, falta muito a ser feito neste campo de estudos na América Latina, mais ainda em relação à difusão e transmissão deste conhecimento para as populações, constituindo-se de ações proativas e pró-ambientais quanto aos processos de enfrentamento e de resiliência diante de conjunturas extremas.

Entretanto, sabemos que estes contextos, embora interdependentes, nem sempre são os esperados, assim como as expectativas não são atingidas, mas, sobretudo, temos a consciência de que somos pontos de uma rede muito maior, lembrando o dizer de Capra (2000, p. 45)²: “Há somente redes aninhadas dentro de outras redes”. Assim, oxalá, tenhamos cenários ambientais futuros marcados pela esperança de políticas e ações governamentais e civis mais efetivas, equânimes, justas e éticas.

O tipo de esperança sobre a qual penso frequentemente... compreendo-a acima de tudo como um estado da mente, não um estado do mundo. Ou nós temos a esperança dentro de nós ou não temos; ela é uma dimensão da alma, e não depende essencialmente de uma determinada observação do mundo ou de uma avaliação da situação... [A esperança] não é a convicção de que as coisas vão dar certo, mas a certeza de que as coisas têm sentido, como quer que venham a terminar.

– Václav Havel *apud* Capra (2005, p. 273)³

Solange T. de Lima Guimarães

Rio Claro, janeiro de 2012.

²CAPRA, F. **A teia da vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 2000.

³CAPRA, F. **As conexões ocultas**: ciência para uma vida sustentável. São Paulo: Cultrix, 2005.

RISCO AMBIENTAL À LUZ DOS PRINCÍPIOS DA PRECAUÇÃO E DA PREVENÇÃO

Ivan Fortunato¹
José Fortunato Neto²

Contextualização

Morin e Kern (2005) apresentam o estado atual da sociedade como um mundo policrísico. E não restam dúvidas de que essas crises que permeiam os contextos social, econômico, axiológico, ecológico e cultural, carecem de novas vias de oxigenação postuladas teórica e empiricamente. Essas vias inovadoras, no entanto, encontram-se lastreadas em um ambiente que também tem sido abalado pelas diversas e contemporâneas crises. A literatura não absolve os atos antrópicos desse cenário contemporâneo, cujas ações, entretanto, também podem ser positivas. Independente de sua polaridade, porém, toda ação humana carrega consigo um potencial impacto ao ambiente, conceito definido nos termos do artigo 1º da Resolução CONAMA nº 01/86 como:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; v – a qualidade dos recursos ambientais. (BRASIL, 1986).

E apesar de sua definição legal, impacto ambiental é um conceito variável, cuja interpretação mais concisa e coerente surge na visão do *Council on Environmental Quality* (CEQ, 1987)¹ no sentido de que impacto deve ser entendido como sinônimo de efeito. A problemática jaz na potencialidade de risco latente em cada impacto ambiental.

Nada obstante, é imperativo o reconhecimento de que, com base na apropriação dos bens naturais, os seres humanos, na tentativa de moldá-los à sua maneira, vêm – simultânea e paradoxalmente – destruindo a natureza e fazendo emergir algo novo, denominado meio ambiente, sob cujo conceito imiscuem-se fatores naturais e artificiais, ainda que em equilíbrio instável. A preocupação com a capacidade de suporte do meio em face do modelo de desenvolvimento econômico que sobreleva as intervenções antrópicas, com presumível prejuízo para as condições de vida das futuras gerações, pode ser considerada recente. Essa preocupação

se evidencia pela constante tentativa de disciplinar essas ações, por meio da denominada gestão ambiental, ora lastreada em instrumentos técnicos, ora em instrumentos jurídicos, ou em ambas. Nessa direção, vimos propugnando pela inclusão também dos conceitos de educação ambiental (FORTUNATO; FORTUNATO NETO 2010a; 2010b; FORTUNATO NETO; FORTUNATO, 2010).

Fiorillo (2003, p. 19) esclareceu que “a proteção do meio ambiente existe, antes de tudo, para *favorecer o próprio homem* e, senão por via reflexa e quase simbiótica, proteger as demais espécies”. Fato é que a preocupação ecológica com a natureza é algo novo que vem, a passos largos, rápidos e desordenados, porém reconhecidamente atrasados para seu importante compromisso, tentando suprir seu tardio surgimento. Essa novidade é, na verdade, corolário proporcional da descoberta de quão abruptas e violentas vêm sendo as ações antrópicas. Entretanto, um desses fatos é justamente a compreensão do risco ambiental que, enquanto conceito e preocupação, foi sistematizado somente em 1978 por Talbot Page, que o nomeava como candidato a principal problema ambiental daquele e deste século (EGLER, 1996).

Assumimos inicialmente que risco ambiental é a possibilidade da ocorrência de dano ao meio ambiente que, segundo Lyra (1997, p. 49), pode ser entendido como “toda e qualquer forma de degradação que afete o equilíbrio do meio ambiente”. A caracterização do desequilíbrio ambiental, prossegue o autor, não necessita de um padrão pré-estabelecido para ser reconhecida, porém, deve ser suficiente para “causar mal-estar à comunidade”.

Compreender que há riscos ambientais pressupõe, portanto, relacionar os atos às incertezas sobre suas possíveis conseqüências, que nem sempre trazem dano no sentido negativo do termo. Por isso dizemos que a preocupação ecológica está atrasada, mas, aceleradamente, busca suprir diversas lacunas. Entretanto, quando as questões protetivas são realizadas às pressas, também podem tornar-se prejudiciais pela possibilidade de motivar atos irreflexivos, como os ecologistas extremistas que se amarram em árvores ou fazem greve de fome. A questão do risco, portanto, não pode ser ignorada, mas compreendida. Dito de outra forma, uma ação protetiva não deve ser resultado da escolha entre derrubar árvores ou protegê-las com a própria vida, mas deve surgir após análise da situação sob diversos prismas.

Analisar – no sentido de procurar respostas a inúmeras perguntas – deve vir antes de agir. Perguntas tais como as que nos apresenta Ignacy Sachs (2000, p. 32):

Como conservar escolhendo estratégias corretas de desenvolvimento em vez de simplesmente multiplicarem-se reservas supostamente invioláveis? Como planejar a sustentabilidade múltipla da Terra e dos recursos renováveis? Como desenhar uma estratégia diversificada de ocupação da Terra, na qual as reservas restritas e as reservas da biosfera tenham seu lugar nas normas estabelecidas para o território a ser utilizado para usos produtivos?

O desafio, persiste Sachs, é encontrar formas produtivas que não prejudiquem o meio natural. Essa dialética é importante, porque toda cadeia produtiva está solidamente ancorada no ambiente. Que precisa, sem dúvida, ser protegido.

Voltemos ao postulado inicial de Fiorillo (2003). Se o ar, a água e os alimentos de que hoje nos utilizamos para sobreviver vierem a ser, como clamam os pessimistas, contaminados pelos elementos cancerígenos, a existência da espécie estará em risco eminente de extermínio. Ou evoluiremos para um estágio em que estaremos aptos a nos adaptarmos a um ambiente inóspito? Nesse sentido, proteger o ambiente é, na verdade, questão de sobrevivência para a vida como um todo, seres humanos inclusive.

Mas se a relação é tão simples, porque algumas ações parecem sempre caminhar na direção do extermínio? A resposta pode estar na relação temporal que faz Sachs (2000). Segundo esse autor, o pensamento econômico não consegue enxergar além de alguns anos a frente do tempo presente. Dessa forma, a escolha das ações acaba se baseando naquilo que é financeiramente mais rentável nesse curto período de tempo. O fato é que “relegada a um plano secundário, por uma ótica de cunho essencialmente antropocentrista”, expressa Gómez-Heras (1997, p. 17), “a natureza mãe foi entendida como uma colônia a ser conquistada, um depósito inesgotável de bens a explorar”.

A questão é antiga como aponta Gray (2005, p. 23), ao postular que a destruição da natureza não está diretamente ligada ao modelo de capitalismo global ou à industrialização compulsiva, mas é “a consequência do sucesso evolucionário de um primata excepcionalmente rapace. Ao longo de toda a história e pré-história, o avanço humano coincidiu com a devastação ecológica”.

De um ponto de vista romântico, a solução para esse problema, que se revela como uma crise generalizada (não apenas a natureza sofre com a degradação, mas as relações são traduzidas em guerras e violência, resultando em diversas perversidades psicológicas em nível

subjetivo), seria a transição do paradigma racional de pensamento para um paradigma holístico, que compreende a dinâmica que abrangia a totalidade planetária. Morin (2003) disse que o movimento é o de reformar o pensamento.

Em termos práticos, ainda que a reforma de pensamento (que perpassa pela educação formal e informal) seja um imperativo para frear a crise, seus resultados são conflitantes com os resultados econômicos, e não são sentidos de imediato. Essas ações não podem depender somente de um bom senso generalizado. O desafio passa a ser, portanto, o de identificar medidas – ainda que provisórias – capazes de sustentar o modo de produção e desenvolvimento planetário pelas próximas décadas (ou séculos) necessárias para se levar a cabo a imperativa reforma do modo de pensar as relações homem-natureza.

É nesse diapasão que se vem introduzindo conceitos de gestão ambiental. Fica evidente a necessidade da ampliação de conhecimentos técnicos, bem como o aperfeiçoamento da normatização jurídica. Ferreira (2004) explica que as leis ambientais, que existem para controlar os riscos ou mitigar seus efeitos, já não vêm dando conta de frear as catástrofes iminentes das práticas antrópicas – como comprovam os inúmeros exemplos de incêndio, tráfico de animais, poluição dos rios etc., circulados diariamente pela mídia.

E é nessa direção, que Ferreira (2004) afirma que a salvaguarda do planeta pode se beneficiar do *princípio da precaução*, cuja conceituação é recente, tendo sido proposto formalmente na Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) no Rio de Janeiro em 1992. É um instrumento conceitual que precisa ser implementado pela gestão ambiental por causa de seu potencial para amparar a relação dialética homem-risco-ambiente, como uma garantia contra os riscos potenciais (desconhecidos ou não perfeitamente identificados), ao propor que a inexistência de certeza científica não deve ser utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.

Tratado conjuntamente ao princípio da precaução tem-se o denominado princípio de prevenção, que nada mais é do que antecipar-se à prática de ações que possam causar danos ambientais, adotando medidas gerenciais aptas a proteger o meio ambiente.

Nossa discussão aqui, portanto, pretende retratar o conceito de **risco ambiental** e sua relação com os **princípios da prevenção e precaução**, em uma costura epistemológica voltada

para a transformação desse contexto aqui expresso, que é a sustentabilidade ambiental para salvaguarda planetária. Pensamos que a consecução dessa salvaguarda, ainda que amparada pela técnica e pela normatização jurídica, deve ter por alicerces os conceitos de educação, em especial aqueles coerentes com os objetivos da sustentabilidade ambiental, porque somente a educação pode atuar diretamente na necessária *reforma do pensamento*. Ao final, espera-se provocar novos questionamentos, porque apenas perguntas podem nos levar a reflexão. Reflexão, afirma Paulo Freire (1997; 1967), é o único caminho para transformação.

Princípios da prevenção e precaução

Em caso de certeza do dano ambiental, este deve ser prevenido, como preconiza o princípio da prevenção. Em caso de dúvida ou incerteza, também se deve agir prevenindo. Essa é a grande inovação do princípio da precaução. A dúvida científica, expressa com argumentos razoáveis, não dispensa a prevenção. (LEME MACHADO, 2001, p. 55).

A concepção de Leme Machado (2001) remete a dois princípios do direito ambiental: o princípio da prevenção e ao princípio da precaução.

A prevenção atua com prévio conhecimento das implicações relativas às intervenções antrópicas quando previsível a ocorrência de impactos negativos ao meio ambiente. Assim, a prevenção aplica-se quando não há dúvida alguma de que os danos possam vir a ocorrer, ou seja, os riscos são previsíveis.

Em termos legais, a aplicação do princípio da prevenção se materializa, por exemplo, por meio dos estudos de avaliação de impactos ambientais (AIA), que pode ser definida, conforme Sadler (1996) como sendo é um processo que busca identificar, prever, avaliar e mitigar os efeitos relevantes nos planos biofísico, social e outros, decorrentes de obras e projetos, e que ocorre previamente à tomada de decisão quanto à viabilidade ambiental.

Complementar ao princípio da prevenção, e um dos legados da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro em 1992, na qual surgem 27 princípios sobre o desenvolvimento sustentável e as devidas ações antrópicas, está o princípio da precaução. Para Rodrigues (2005), foi o princípio 15 que introduziu o princípio da

precaução no ordenamento jurídico, cuja redação aparece na íntegra na obra de Ayala (2000, p. 72):

Princípio 15 - De modo a proteger o meio-ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir degradação ambiental.

Ainda segundo Ayala (2000), esse princípio exige dos Estados sua observação, em especial na iminência de danos sérios e/ou irreparáveis de degradação ambiental. Explicam Cunha e Coelho (2003, p. 59), que o Estado deve estar presente não somente na criação de leis e decretos que regulam a exploração dos recursos naturais, mas agir na mediação entre os interesses dos exploradores e da sociedade civil. “A regulação do Estado”, afirmam, “passou a ser proposta como solução para a contradição entre os interesses individuais de quem explora um determinado recurso e os interesses coletivos de todo grupo de usuários e da sociedade em geral” (CUNHA; COELHO, 2003, p. 59).

Essa questão do princípio da precaução surge também na teoria de Ignacy Sachs (2000). Para Sachs, há oito critérios para sustentabilidade, e cada um desses critérios, por sua vez, subdivide-se. Especificamente, o oitavo critério discorre sobre a responsabilidade política, e um de seus aspectos é justamente o “controle institucional efetivo da aplicação do Princípio da Precaução na gestão do meio ambiente e dos recursos naturais” (SACHS, 2000, p. 88).

Ayala (2000) explica que não são suficientes previsibilidade, cautela e/ou prevenção de riscos ambientais por parte do agente, mas há que se vincular as ações ao comprometimento jurídico. Para esse autor, o princípio da precaução é violado quando o principal instrumento de prevenção de ameaças ambientais não for aplicado. Este autor traz como medida fundamental o Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Ayala (2000, p. 80), por fim, retoma os pontos principais de sua discussão e conclui que antes do princípio da precaução, os agentes devem lançar mão de outro princípio, o da solidariedade, que é “um compromisso ético que orienta a relação antrópica homem e natureza”. Parece-nos, entretanto, que escorar a sustentabilidade na ética é – como indicam as queimadas e desflorestamentos em áreas de proteção, o tráfico de animais silvestres, os inúmeros casos de violência urbana, escolar e doméstica, a miséria, dentre outros –, renunciar à defesa ambiental.

Segundo Sampaio, Wold e Nardy (2003, p. 20), a aplicação do princípio da precaução tem o propósito de identificar se “o curso de ação a ser adotado deve enfocar ações imediatas que venham a evitar alterações esperadas ou deve voltar-se para enfrentar seus efeitos”. Assim, os autores mostram que a precaução com o risco ambiental não tem o objetivo de impedir as ações, mas de indicar sua viabilidade, inclusive indicando direções para mitigar danos que possam surgir em sua decorrência.

Buscando amparo no direito germânico, os autores comentam que o princípio da precaução é composto por quatro elementos interdependentes, que são: (1) evitar danos ambientais, (2) identificar riscos ambientais pela pesquisa científica, (3) adotar ações preventivas mesmo na ausência de evidências iminentes de danos e (4) amortizar o desenvolvimento tecnológico pela paulatina redução dos ônus ambientais. Está na combinação desses elementos a

orientação no sentido de afirmar a noção fundamental de que ações concretas sejam adotadas para eliminar riscos socioambientais, mesmo que sua implementação exija radicais alterações em elementos que compõem os processos produtivos. Não é outra senão essa orientação que lhe confere o atributo de idéia mestra na estruturação de estratégias concretas de ecodesenvolvimento. (SAMPAIO; WOLD; NARDY, 2003, p. 175).

Nessa direção, os autores consideram que o princípio da precaução deve ser aplicado após a resposta de algumas questões que o circunscrevem. Ocupamo-nos agora de arrolar, discutir e ilustrar essas questões. A primeira pergunta a ser respondida diz respeito à efetiva necessidade de se levar ao cabo a atividade planejada. Questão extremamente importante, porque “não se pode é partir do risco para avaliar a viabilidade socioambiental de um empreendimento” (SAMPAIO; WOLD; NARDY, 2003, p. 63).

A segunda questão colocada pelos autores é relacionada ao ônus relativo às buscas pelas certezas científicas e a quem caberia esses custos. Encerra-se nessa questão a principal barreira à verdadeira adoção dos princípios sustentáveis na sociedade, qual seja, o lucro excessivo (ganância) se impondo ao respeito à capacidade de suporte do meio. Essa questão posta pelos autores é uma das que mais incomodam as corporações mercantis: se houver impedimentos ou dificuldades na exploração dos recursos ambientais, quem irá se responsabilizar pela cessão do lucro (ganância) esperado pelo empreendedor? Neste particular, ou seja, a contraposição entre a busca pelo lucro fácil, evidenciando uma ganância sem medidas, não podemos nos furtar ao registro de que tal situação se dá por ação de pessoas físicas ou jurídicas, de direito privado ou público, nos sistemas de mercado.

Ferreira (2004) lembra que o princípio da precaução não tem o propósito de paralisar as atividades humanas, mas apartar o risco das ações antrópicas, de forma a avaliar a qualidade de vida das gerações presentes e futuras, bem como preservar o equilíbrio entre homem e ambiente. O princípio da precaução, afirma a autora, age “diante de um perigo abstrato, de um estado de perigo potencial” (FERREIRA, 2004, p. 65). Daí seu postulado que as consequências da não adoção desse princípio são potencialmente desastrosas.

Finalmente, a terceira questão diz respeito ao momento de aplicação do princípio. Sampaio, Wold e Nardy (2003) indicam que esse momento é aquele em que há incertezas científicas sobre a possibilidade da ocorrência de danos graves ao meio ambiente. Segundo os autores, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um valioso instrumento de concretização do princípio da prevenção, e vem sendo adotada por muitos países. A AIA é o continente no bojo do qual se acham o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE). Seus diversos procedimentos permitem coligir informações relevantes e imprescindíveis para subsidiar uma tomada de decisão mais consciente, quer se trate de Política, Plano ou Programas (PPP) governamentais (por meio da AAE), quer, ainda, se trate de um projeto individualizado de responsabilidade pública ou privada, por meio da consecução de um EIA. Em ambas as situações, a complementação legal se dá pelo licenciamento ambiental, procedimento específico que visa à obtenção da licença ambiental.

Com os estudos técnicos de AIA se busca traduzir o conhecimento acerca dos efeitos ambientais diretos, indiretos e cumulativos (de curto e longo prazo), dados como prováveis em consequência da intervenção projetada. Entretanto, a melhor gestão ambiental não deixa de observar que as análises derivadas dos estudos de AIA, por si sós, não são capazes de prever todas as situações futuras e propor soluções que açambarquem todos os impactos negativos derivados. Daí a importância de se agregar princípios holísticos contidos na Educação Ambiental, como forma de permitir uma tomada de decisão com mais consciência ambiental. Tratamos essa questão com mais propriedade em outros momentos (FORTUNATO; FORTUNATO NETO, 2010a; FORTUNATO NETO; FORTUNATO, 2010).

Os procedimentos de AIA inserem-se nas atividades de análise ambiental mais abrangente em termos técnicos de que se possa lançar mão. A AIA é um instrumental capaz de fazer compreender o meio ambiente, e de tentar mensurá-lo, segundo as relações estabelecidas entre os elementos que o compõem, ou seja, quanto aos seus aspectos físicos, bióticos, econômicos,

sociais e culturais (MACEDO, 1995). Esses procedimentos, em breves palavras, podem ser descritos como um conjunto ordenado de atividades e procedimentos que varia conforme o regramento legal a que estão submetidos.

Ao discorrer sobre o AIA em particular, Fortunato Neto (2004, p. 55) considera que o procedimento obedece a uma seqüência lógica finalística, subdividida em três principais etapas:

Preliminarmente, devem ser capazes de indicar a existência ou não de impactos ambientais, bem como sua magnitude, além de estarem suficientemente providos de elementos que permitam ao órgão ambiental optar por uma das seguintes decisões: a) entender desnecessária a licença ambiental, pela pouquíssima intervenção antrópica no meio ambiente; b) deferir a expedição da licença, porque – embora existentes – os impactos ambientais decorrentes não são significativos; c) concluir pela impossibilidade de licenciar a obra ou atividade, por ser capaz, ainda que em potencial, de causar impactos ambientais de difícil ou impossível reparação e; finalmente, d) concluir pela necessidade de aprofundamento dos estudos técnicos apresentados, já que insuficientes para esclarecer em todos os seus aspectos os impactos ambientais que provocará.

Quando se adentra a esta segunda etapa de elaboração, vale dizer, a fase descrita anteriormente no item “d”, os procedimentos de AIA têm sido confundidos com a sua própria representação, que é o EIA, cujo documento respectivo pode ser considerado, como já alinhavado, um paradigma para outros tipos de análise técnica ambiental.

Finalmente, há uma terceira etapa que se segue à expedição da licença ambiental, quer nas condições da primeira etapa, quer – em especialmente – nas condições descritas na segunda etapa. Nesta terceira etapa, está incluído o monitoramento dos impactos ambientais previstos, bem como a execução das medidas mitigadoras e/ou compensatórias propostas nos estudos técnicos apresentados. Essa etapa, em sentido ideal, deve acompanhar a obra ou atividade da implantação à desativação, se houver, passando notoriamente pela fase de operação.

Há, inclusive, em termos jurídicos², algumas normas que evidenciam a implementação legal desses princípios. No que toca ao princípio da prevenção, por exemplo, a lei nº 7.802/89 (BRASIL, 1989) que regula a utilização dos agrotóxicos e afins (cuja definição legal se encontra no artigo 2º), ao proibir o registro desses produtos, nas condições elencadas no artigo 3º, § 6º, vale

dizer: a) para os quais o Brasil não disponha de métodos para desativação de seus componentes, de modo a impedir que os seus resíduos remanescentes provoquem riscos ao meio ambiente e à saúde pública; b) para os quais não haja antídoto ou tratamento eficaz no Brasil; c) que revelem características teratogênicas, carcinogênicas ou mutagênicas, de acordo com os resultados atualizados de experiências da comunidade científica; d) que provoquem distúrbios hormonais, danos ao aparelho reprodutor, de acordo com procedimentos e experiências atualizadas na comunidade científica; e) que se revelem mais perigosos para o homem do que os testes de laboratório, com animais, tenham podido demonstrar, segundo critérios técnicos e científicos atualizados; e f) cujas características causem danos ao meio ambiente, expõe com clareza a preocupação do legislador com os riscos, as incertezas e os danos embutidos na aplicação dessas substâncias de modo incorreto ou inadequado.

Outro exemplo, agora relativo ao princípio de precaução, é o decreto nº. 5.300/04 (BRASIL, 2004) que regulamenta a Lei nº. 7.661/88 (BRASIL, 1988a) que instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC). Referido decreto, que surge posteriormente a Rio/92, cuida, no seu artigo 5º (ao explicitar seus princípios fundamentais de gestão), mais particularmente, no inciso X, determina a aplicação do princípio da precaução “tal como definido na Agenda 21, adotando-se medidas eficazes para impedir ou minimizar a degradação do meio ambiente, sempre que houver perigo de dano grave ou irreversível, mesmo na falta de dados científicos completos e atualizados”.

Risco e direito ambiental

Ulrich Beck (1998), em uma visão dramática, explica que os avanços industriais e tecnológicos são paradoxais em seus processos de criação de riqueza. Isso porque nesse modelo social, a produção de riqueza gera muitos efeitos colaterais como destruição da natureza, fomento da pobreza, fome, guerras. Nesse sentido, Beck (1998, p. 39) chega a afirmar que a contemporaneidade é uma *sociedade de risco*. Os riscos, afirma o autor, “no se agotan en consecuencias y daños que ya han tenido lugar, sino que contienen esencialmente un componente futuro³”. Daí que mitigar os riscos ambientais existentes e evitar riscos futuros torna-se imperativo.

Castro, Peixoto e Rio (2005) desenvolvem longo levantamento bibliográfico sobre o conceito de risco ambiental e concluem que o risco ambiental é objeto de avaliação sistemática da ciência, podendo ser associado “às noções de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais, econômicos e humanos”, tanto para processos naturais quanto antrópicos. (CASTRO, PEIXOTO; RIO, 2005, p. 12). Os autores, ainda, consideram que o risco refere-se não somente à possibilidade de algum tipo de dano ambiental, mas que esse dano afete, direta ou indiretamente, a vida. E com base em Adams (1995), explicam que *risco* e *incerteza* surgem de forma sistemática pela primeira vez em 1921 no clássico trabalho de Frank Knight intitulado *Risk, uncertainty and proof*. De acordo com os autores, Knight explica que *risco* se refere ao conhecimento *a priori* de possibilidade de danos, enquanto que *incerteza* seria o desconhecimento das possibilidades. O levantamento realizado por Castro, Peixoto e Rio (2005) oferece, ainda: (1) a definição de risco em Cerri e Amaral (1998), que compreendem o risco como a probabilidade de perdas e danos sociais e econômicos; (2) o sentido dado por Cutter (2001), que apresenta o risco como ameaça ao ser humano e a coisas que valoramos e; (3) a conceituação de Godard et al. (2002), para quem risco é uma incerteza consciente e provável.

Egler (1996) apresenta a noção de risco ambiental como um conceito entre duas visões radicais, que são as visões da rentabilidade e da sustentabilidade. Enquanto a visão da rentabilidade defende que o lucro deve compensar o investimento produtivo, a visão da sustentabilidade defende que o uso dos recursos naturais deve ser limitado às suas capacidades de suporte e renovação. Risco, ainda segundo o autor, está relacionado “à incerteza e ao desconhecimento das verdadeiras dimensões do problema ambiental” (EGLER, 1996, p. 31). Para o autor, há três categorias básicas de risco ambiental que são: (1) natural; (2) tecnológico, e (3) social. Ainda que Castro, Peixoto e Rio (2005) nos lembrem que essa categorização vem perdendo sua utilização no meio acadêmico devido à complexidade da dinâmica dos riscos, essa divisão permite uma sistematização didática dos eventos, potencializando futuras ações pró-ambientais (MARTINEZ-SOTO, 2004).

Assim, o risco natural é aquele derivado da própria instabilidade dos sistemas, como os deslizamentos de encostas e inundações, sendo objetivamente relacionado “a processos e eventos de origem natural ou induzida por atividades humanas” (CASTRO; PEIXOTO; RIO 2005, p. 22). Sinônimo de desastres, eles produzem como consequência danos humanos, materiais e/ou ambientais com prejuízos econômicos e sociais.

Neste tipo de risco coexiste a inobservância de limites legais pela ocupação de espaços territoriais especialmente protegidos (artigo 225, § 1º, da Constituição Federal). (BRASIL, 1988b), com o expansionismo urbano sem atenção à garantia ao bem estar social, com desmatamento, corte e aterros instáveis, para construção de moradias ou vias de acesso; deposição de resíduos de toda espécie, com pouco ou nenhum critério; ausência de sistemas de drenagem de águas pluviais e/ou de esgotamento sanitário; elevada densidade populacional, além da fragilidade das próprias moradias, decorrência da escassez de recursos financeiros. Ao emaranhado assim forjado, se somam as intempéries naturais, levando ao aumento de frequência dos desastres com ampliação das magnitudes de seus efeitos.

O reconhecimento da fragilidade de determinadas áreas ambientalmente protegidas, deveria ser suficiente para impedir o licenciamento de toda atividade que pudesse gerar condições de ocorrência de desastres, pelo reconhecimento do risco imanente. Aliás, já existem à disposição dos tomadores de decisão metodologias para a elaboração de cartas geotécnicas e para o mapeamento das áreas de risco de deslizamentos, inundações e de solapamento de margens fluviais, aptas ao perfeito diagnóstico desses futuros problemas sociais, e que deveriam ser de uso obrigatório por serem essenciais ao melhor planejamento do uso e ocupação do solo, em áreas urbanas e de expansão urbana.

Ainda dentro deste tópico, deve-se destacar a ação do Ministério das Cidades ao implementar ações de apoio à prevenção e erradicação de riscos em assentamentos precários, dando suportes técnico e financeiro para que os municípios elaborem, de conformidade com suas peculiaridades, um Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), na forma de um instrumento de planejamento que contempla o diagnóstico de risco, as medidas de segurança, a estimativa de recursos necessários e o estabelecimento de prioridades. Se considerarmos o PMRR como parte integrante de uma política pública para a redução de risco, poderíamos, então, esperar a utilização das técnicas de AAE sem suas respectivas consecuições.

O segundo tipo de risco indicado por Egler (1996), o risco tecnológico, é aquele provável de falhas ou decomposição dos aparatos, que podem provocar explosões, vazamentos ou derramamentos de produtos tóxicos. Espinosa apud Ferreira (2004, p. 59), explica que os riscos técnicos resultam do próprio modelo atual de sociedade que é um modelo centrado na produção industrial. Castro, Peixoto e Rio (2005), apoiados nos estudos de Hewitt (1997), concordam que o risco tecnológico é aquele gerado principalmente nas indústrias, em especial nas falhas

operacionais ou de máquinas, cujo resultado pode ser, por exemplo, a contaminação do solo, das águas e/ou do ar.

Exemplo recente de risco tecnológico é o desastre decorrente do vazamento de óleo no Golfo do México, em abril de 2010⁴. Exemplo de risco previsível é a futura extração da mesma substância em mar territorial brasileiro, conhecido como *pré-sal*. Ferreira (2004) apresenta a tese de que a busca científica é passível de falhas e, portanto, antes da ocorrência do referido derrame no Golfo do México, o licenciamento para a atividade não deveria prescindir da análise sob a ótica do princípio de **precaução**. Por isso, face ao exemplo do Golfo do México, o risco ambiental na exploração do pré-sal torna-se mais que previsível, quase provável, o que, em termos racionais, leva à sensata conclusão de que, antes de sua execução, necessária correta avaliação de todos os possíveis impactos ambientais negativos envolvidos, com aplicação do princípio de **prevenção**.

Finalmente, o risco social, conforme apresentado por Egler (1996), resulta das carências socioeconômicas que se traduzem em más condições de habitação e saneamento e, em longo prazo, atinge as questões de desemprego ou empregos marginais e distribuição de renda, tornando-se um entrave ao desenvolvimento sustentável. Exemplos clássicos são a irracional urbanização e a crescente ocupação legal ou ilegal de áreas que têm proteção permanente pela legislação. Legislação específica que, por sua vez, quase nunca é seguida, às vezes, com o beneplácito governamental, em todos os seus níveis.

Há, também, outro aspecto que não pode ser desconsiderado nessa relação homem-ambiente, ou seja, o crescimento populacional desordenado. Crescimento que é causa e consequência da urbanização caótica, com os corolários indissociáveis: ocupação de fundos de vales e várzeas, poluição hídrica, destruição da flora e da fauna, necessidade de implementação de sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem, serviços e geração de empregos. Fenômenos que formam os trilhos por onde trafega o trem da degradação ambiental.

Aliás, não podemos olvidar do fato de que as cidades podem ser consideradas como um ecossistema e, ainda que artificial, carece de uma espécie de equilíbrio ecológico para sua existência, na medida em que dependem de um fluxo constante (água, saneamento, drenagem etc.), sempre sob risco de colapso que leva ao DESEQUILÍBRIO, que é causa de seríssimos problemas econômicos e sociais. Entretanto, para atender as necessidades cada vez maiores decorrentes da agregação populacional nesses espaços delimitados, optou-se, como solução

imediatista, pela ampliação das suas fronteiras, muitas vezes sem nenhum critério lógico ou técnico a informá-lo. Por conta disso, novas áreas foram sendo ocupadas, ocasionando fragmentação, fragilização e muitas vezes destruição dos ecossistemas naturais do entorno.

Assim, diante dessas categorias básicas de risco ambiental, Egler (1996) propõe o tripé para uma metodologia para avaliação do risco:

- a) a vulnerabilidade dos sistemas naturais, compreendida como o patamar entre a estabilidade dos processos biofísicos e situações instáveis onde existem perdas substantivas de produtividade primária;
- b) a densidade e o potencial de expansão da estrutura produtiva, que procura expressar os fixos e os fluxos econômicos em uma determinada porção do território em uma concepção dinâmica;
- c) o grau de criticidade das condições de habitabilidade, vista como a defasagem entre as atuais condições de vida e os mínimos requeridos para o pleno desenvolvimento humano. (EGLER, 1996, p. 35)

Em adição ao tripé metodológico apresentado por Egler, em que há que se investigar a vulnerabilidade dos sistemas, a capacidade de suporte e resiliência do meio para expansão dos recursos e os aspectos mais fundamentais da condição humana, Guiseppi-Elie, Bingman e Stahl Jr. (2004) explicam que o fundamento de qualquer tomada de decisão ambiental deve considerar a salvaguarda da saúde humana e do ambiente.

O direito ambiental tem sua parcela de envolvimento nessa questão, no tocante à tomada de decisão. Quando a situação exigir uma decisão sobre um risco certo ao meio ambiente – como, por exemplo, a construção de uma nova hidrelétrica, que desapropria famílias e modifica o ecossistema no seu entorno –, o processo decisório deve considerar o princípio da **prevenção**. Se a situação, por sua vez, apresentar riscos ambientais incertos, os tomadores de decisão não devem se esquivar do princípio da **precaução**. Embora possa existir muitos pontos comuns, possível resumir uma diferenciação básica entre os princípios da prevenção e a precaução, no sentido de que, no primeiro, conhecem-se ou ao menos se tem noção dos riscos das ações sobre o meio ambiente; no segundo, impõe o agir exatamente pela incerteza a respeito desses efeitos, que são desconhecidos. Tomemos por síntese, portanto, a idéia de que não se deve falar em risco quando as probabilidades de ocorrência forem desconhecidas, mas sim em incerteza; nessa hipótese, aplicamos o princípio da precaução. Entretanto, se o impacto é negativo, havendo risco de dano ambiental, nos socorremos do princípio de prevenção.

Como toda atividade antrópica implica em impactos ambientais, a incerteza consiste no desconhecimento técnico acerca do risco de que alguns desses impactos sejam negativos e tal magnitude cujo dano decorrente possa ser irreversível. Esse risco é variável e deve ser dimensionado em termos probabilísticos, sendo que, quando maior for a probabilidade da hipótese de ocorrência de dano negativo irreparável, maior deve ser o rigor aplicável ao licenciamento ambiental, culminando, até mesmo, com a denegação da licença.

Caminhando para mais um desfecho transitório

O heroísmo ambiental é uma nova experiência. Todos são chamados a exercê-lo. Desde o uso moderado de energia e dos bens vitais, à modicidade no consumo. (NALINI, 2001, p. 256).

A epígrafe de Nalini (2001) expressa a necessidade de condutas pró-ambientais de toda população: do cidadão comum às cúpulas que tomam decisões estratégicas sobre o curso de ações antrópicas. Ainda que romantizada, sua fala carrega elementos contundentes para a construção de uma sociedade planetária (cf. MORIN; KERN, 2005), cônica de seus impactos ao ambiente, e conseqüentes impactos na própria vida humana. A salvaguarda planetária, na visão herônica de Nalini, portanto, resulta de mudança de comportamento, migrando de um estado de condutas reativas, que tentam mitigar os impactos, para um estado pró-ativo, que antevê possíveis danos e, portanto, não age de forma nociva.

A salvaguarda ambiental, no entanto, se encontra ocultada pelo modelo econômico, que prefere colher os lucros no tempo presente e postergar ações protetivas. Os efeitos desse quadro foram pintados por Appiah (2010, p. 3). Ao apresentar-nos os pecados de longo alcance, o autor informa que “a candidata mais óbvia ao opróbrio é a nossa atitude irresponsável em face dos recursos naturais do planeta e da ecologia”. É na direção de reverter esse panorama que surgem os postulados para o desenvolvimento de Sachs (2000). Para o autor, o heroísmo planetário começa:

- identificando, criando e desenvolvendo alternativas sustentáveis de recursos de biomassa e renda;
- envolvendo as pessoas que vivem no entorno das áreas protegidas, nos planos de conservação e na gestão da área;
- cultivando a conscientização da comunidade local quanto ao valor e à necessidade de proteção da área, assim como aos padrões de sustentabilidade de um crescimento local apropriado. (SACHS, 2000, p. 72-73)

De outra parte, não é possível olvidar-se do crescimento das ações alternativas sustentáveis, de valoração ambiental local e de conscientização por meio da educação ambiental. Nada obstante, há que se registrar, infelizmente, que o meio ambiente continua sofrendo com os atos correntes de manutenção do estatuto de usurpação inconseqüente do meio. Chegamos à vigésima quinta hora em termos de premência, daí porque os ideais de sensibilização, conscientização e ecodesenvolvimento não podem ser encarados como únicas soluções para os impactos negativos que testemunhamos, principalmente porque seus efeitos surgem somente após longa reflexão para transformação.

Assim, se o heroísmo ambiental é dever de todos, cada tomador de decisão deve, por conseguinte, assumir sua parcela de responsabilidade e não abrir mão dos instrumentos legais de proteção ambiental. Os princípios da precaução e da prevenção aqui discutidos surgem nessa ótica, e devem servir para a edificação da sustentabilidade ambiental, face aos riscos naturais ou decorrentes das intervenções antrópicas, que atingem os meios social, cultural, econômico e natural por derivação.

Notas

¹ Órgão administrativo responsável pelas regulamentações indispensáveis à implementação da lei ambiental nos Estados Unidos, vale dizer, o National Environmental Policy Act (NEPA), promulgada aos 31 de Dezembro de 1969, data que é reconhecida como o marco inicial da era das avaliações ambientais.

² Art. 2º Para os efeitos desta Lei, consideram-se:

I - agrotóxicos e afins:

a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;

b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento;

II - componentes: os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins.

³ Tradução livre: as conseqüências [dos riscos] não se limitam a danos que já ocorreram, mas contêm um componente futuro essencial.

⁴ Esse desastre ecológico foi amplamente noticiado pelos veículos da mídia. Há referências na revista Veja online (<http://veja.abril.com.br/noticia/internacional/vazamento-petroleo-golfo-mexico-5-000-barris-dia>), no jornal Folha de São Paulo (<http://www1.folha.uol.com.br/foha/ambiente/ult10007u728877.shtml>), dentre inúmeros outros.

Referências

ADAMS, J. **Risk**: the policy implications of risk compensation and plural rationalities. London: UCL Press, 1995.

APPIAH, K. A. Pecados de longo alcance. **Jornal o Estado de São Paulo**, 03 de outubro de 2010, caderno Aliás, página 3.

AYALA, P. A. O princípio da preocupação como impedimento constitucional à produção de impactos ambientais. In: LEITE, J. R. M. **Inovações em direito ambiental**. Florianópolis: Fundação José Arthur Boiteux, 2000, p. 71-82.

BECK, U. **La sociedad del riesgo**: hacia una nueva modernidad. Barcelona: Paidós Ibérica, 1998.

BRASIL. **Decreto federal nº. 5.300 de 7 de dezembro de 2004**. Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Brasília, Senado Federal, 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/D5300.htm>. Acesso em: 16 de junho de 2010.

BRASIL. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Brasília, Senado Federal, 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7802.htm>. Acesso em: 22 de julho de 2010.

BRASIL. **Lei nº. 7.661, de 16 de maio de 1988**. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Brasília, Senado Federal, 1988a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7661.htm>. Acesso em: 18 de junho de 2010.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 17 de julho de 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 01 de 23 de janeiro de 1986**. Brasília: Senado Federal, 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/reso186.html>>. Acesso em 16 de junho de 2010.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O.; RIO, G. A. P. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ**, Rio de Janeiro, Vol. 28, no. 2, p. 11-30, 2005. Disponível em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_2005/Anuario_2005_11_30.pdf>. Acesso em 21 de agosto de 2010.

CERRI, L. E. S.; AMARAL, C. P. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (orgs.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY – CEQ. **Regulations for Implementing the National Environmental Policy Act**, 40, 1987. Disponível em: <http://ceq.hss.doe.gov/nepa/regs/ceq/toc_ceq.htm>. Acesso em julho de 2010.

CUNHA, L. H.; COELHO, M. C. N. Política e gestão ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, p. 43-79.

CUTTER, S. **American hazardscapes: the regionalization of hazards and disasters**. Washington, D.C: Joseph Henry Press, 2001.

EGLER, C. A. G. Risco Ambiental como critério de Gestão do Território: uma aplicação à Zona Costeira Brasileira. **Território**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 31-41, 1996.

FERREIRA, H. S. O risco ecológico e o princípio da precaução. In: FERREIRA, H. S.; LEITE, J. R. M. **Estado de direito ambiental: tendências – aspectos constitucionais e diagnósticos**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004, p. 55-70.

FIORILLO, C. A. P. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 4ª. ed. ampl. São Paulo: Saraiva, 2003.

FORTUNATO, I.; FORTUNATO NETO, J. A Política Nacional de Educação Ambiental e a sustentabilidade ambiental. Novo Hamburgo, RS, **Educação Ambiental em Ação**, v. 30, ano. IX, 2010a. Disponível em: <<http://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo=861&class=02>>. Acesso em: 25 de abril de 2010.

FORTUNATO, I.; FORTUNATO NETO, J. Sustentabilidade e meio ambiente sob a ótica da educação ambiental. Fortaleza, CE, **Revista da FA7**, v. 8, n. 1, jan/ago, 2010b, p. 81-91.

FORTUNATO NETO, J. **O relatório ambiental preliminar (RAP) como instrumento técnico jurídico de avaliação de impacto ambiental (AIA) no procedimento de licenciamento ambiental**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). São Carlos: EESC-USP, 2004.

FORTUNATO NETO, J.; FORTUNATO, I. A educação ambiental mediada pela Avaliação Ambiental Estratégica (AAE). Rio Claro, SP, **CLIMEP: Climatologia e estudos da paisagem**, v.5, n., p. 65-81, 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/3869/3354>>. Acesso em 13 de setembro de 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

GUISEPPI-ELIE, A.; BINGMAN, T.; STAHL JR, R. Aplicações da análise de risco ao ambiente e à saúde humana em decisões de remediação. In: MOERI, E. N.; RODRIGUES, D.; NIETERS, A. **Remediação e revitalização de áreas contaminadas: aspectos técnicos, legais e financeiros**. São Paulo: Instituto Ekos Brasil, Signus Editora, 2004, p. 45-57.

GODARD, O.; HENRY, C. LAGADEC, P.; MICHEL-KERJAN, E. **Traité des nouveaux risques: précaution, crise, assurance**. Paris: Gallimard, 2002.

GÓMEZ-HERAS, J. M. G. El problema de una ética del medio ambiente. In: GÓMEZ-HERAS, J. M. G. (ed.). **Ética del medio ambiente: problemas, perspectivas, historia**. Madrid: Editorial Tecnos S. A., 1997, p. 17-90.

GRAY, J. **Cachorros de palha: reflexões sobre humanos e outros animais**. Rio de Janeiro: Record, 2005.

HEWITT, K. **Regions of risk: a geographical introduction to disasters**. Edinburgh: Longman, 1997.
LEME MACHADO, P. A. **Direito ambiental brasileiro**. São Paulo: Malheiros Editores, 2001.

LYRA, M. M. Dano ambiental. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v.8, p. 49-83, out-dez, 1997.

MACEDO, R. K. A importância da avaliação ambiental. In: TAUKE-TORNISIELO, S. M.; GOBBI, N.; FOWLER, H. G. (orgs.) **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar**. 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995, p. 14-31.

MARTÍNEZ-SOTO, J. Comportamiento proambiental: una aproximación al estudio del desarrollo sustentable con énfasis en el comportamiento persona-ambiente. **Revista THEOMAI: Estudios sobre Sociedad, Naturaleza y Desarrollo**, Universidad Nacional de Quilmes, n. especial, invierno 2004. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/124/12499303.pdf>>. Acesso em 20 de agosto de 2010.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORIN, E.; KERN, A. B. **Terra-pátria**. Porto Alegre: Sulina, 2005.

NALINI, J. R. **Ética ambiental**. Campinas: Millenium, 2001.

RODRIGUES, R. R. O papel do poder público na supressão de riscos ambientais dependentes de prestação positivas e a possibilidade de utilização de instrumentos judiciais. In: BENJAMIN, A. H. **Paisagem, natureza e direito: uma homenagem a Alexandre Kiss**. São Paulo: Instituto o Direito por um Planeta Verde, 2005, p. 329-346.

SAMPAIO, J. A. L.; WOLD, C.; NARDY, A. **Princípios de direito ambiental na dimensão internacional e comparada**. Belo Horizonte: Del Rey, 2003.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Textos organizados por STROH, P. Y. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

SADLER, B. **Environmental assessment in a changing world: evaluating practice to improve performance**. Ottawa, Canada: Final Report, International Study of the Effectiveness of Environmental Assessment, Canadian Environmental Assessment Agency, International Association for Impact Assessment, 1996.

Sobre os autores:

¹Ivan Fortunato

Pedagogo, Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, campus de Araraquara (SP), Brasil. Doutorando em Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro (SP), Brasil.

Contato: ivanfrt@yahoo.com.br

²José Fortunato Neto

Promotor de Justiça em Rio Claro (SP). Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC-USP), Especialista em Educação Ambiental (EESC-CHREA-USP), Bacharel em Direito (UNIMEP). Idealizador e organizador do Dicionário Ambiental Básico: Iniciação à Linguagem Ambiental.

Contato: jfortn@gmail.com

IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS E PROTEÇÃO DA ÁGUA: UMA APROXIMAÇÃO NECESSÁRIA

Salvador Carpi Junior¹

Introdução

Com a realização de diversas atividades de pesquisa relacionadas a mapeamento de riscos ambientais, desde os anos 1990, em várias áreas do Estado de São Paulo (SP), vislumbrou-se a possibilidade de integração entre o conhecimento acadêmico ou técnico-científico, o conhecimento empírico, notícias da mídia e a percepção da comunidade que reside ou trabalha nessas áreas. As informações fornecidas pela população sobre os problemas ambientais detectados e as notícias da mídia puderam ser utilizadas como “pistas” para indicar o que acontece, onde ocorre e, dependendo do caso, até como pesquisar as diversas situações e os assuntos levantados. Entre os problemas ambientais, aqueles relacionados à questão da água se destacaram, o que motivou diversas reflexões a respeito do método de mapeamento de riscos como suporte para uma mobilização participativa voltada à proteção desse elemento vital à natureza. Assim, seria oportuno o questionamento: poderia a identificação de riscos constituir-se em instrumento de um planejamento participativo voltado à proteção das águas?

Poucas pesquisas têm acolhido esse enfoque, mas pode ser observada certa tendência que caminha favoravelmente nesse sentido. Para isso, é fundamental que as políticas públicas relacionadas à gestão da água incorporem as pesquisas acadêmicas sobre o tema e as experiências positivas que foram ou estão sendo realizadas, como as abordadas nesse artigo.

As aproximações entre ambos os temas, riscos ambientais e proteção da água são aqui considerados seja a nível conceitual, onde diversas definições acerca dos riscos podem ser exemplificadas em casos relacionados à água, seja a nível prático, mediante atividades que serão relatadas ou tem sido retomadas em outras pesquisas.

Algumas considerações básicas em riscos ambientais

Os conceitos relacionados ao tema “risco ambiental” podem ser abordados ao menos

através de duas formas distintas, que podem também serem eventualmente fundidas ou integradas. Uma delas é através da análise da extensa bibliografia nacional e internacional sobre o assunto, que incorpora conceitos mais ou menos coincidentes, ora complementares, ora discordantes ou confusos. Outra forma consiste na produção de um conceito construído empiricamente a partir de atividades práticas ou de pesquisa adaptadas a um determinado contexto, e realizadas sem a preocupação de se adotar definições rígidas ou padronizadas.

Nas atividades de pesquisa relacionadas ao mapeamento de riscos ambientais, realizadas desde os anos 1990 em áreas do Estado de São Paulo, foi priorizado o termo **risco ambiental**, pois as situações de risco não somente não estão desligadas do que ocorre em seu entorno (o ambiente, em seu sentido amplo), seja o ambiente natural, seja o construído pelo homem (social e tecnológico), como também ocorrem **no ambiente**. O risco ambiental torna-se um termo sintético que abriga os demais sem que eles sejam esquecidos ou menosprezados. De acordo com a conceituação de Veyret e Meschinot de Richemond (2007, p. 63), os riscos ambientais “resultam da associação entre os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação do território.”

Em relação à bibliografia sobre o tema, inúmeros autores destacam o que Marandola e Hogan (2004) denominam de “polissemia dos termos” e os métodos independentes de cada área de aplicação, ou então a falta de acordo entre os pesquisadores e gerenciadores em relação às definições exemplificadas por Kobiyama, Mota e Corseuil (2008) referentes a risco, vulnerabilidade, perigo e susceptibilidade, o que aumenta ainda mais a dificuldade no estabelecimento de métodos comuns.

Outra questão é a hegemonia do saber técnico ou acadêmico em relação ao conhecimento ou percepção das populações envolvidas ou afetadas pelas situações de risco. Nesse sentido, Silva (2009) aponta que:

durante muito tempo as análises de risco estiveram sob influência exclusiva da avaliação técnica de risco que se sobrepôs a visão dos riscos percebidos pelas populações leigas que se vêem vitimizadas pelos efeitos da omissão destes. Embora tal cenário tenha se alterado um pouco, quando pesquisas apontam para a necessidade de inclusão da percepção dos agentes na formulação de estudos e avaliação de impactos sobre o meio ambiente, a prevalescência do discurso único (técnico) ainda é hegemônico. (SILVA, 2009, p. 06).

Assim, na literatura sobre riscos, podemos nos deparar com o problema das

conceituações que podem estar a serviço desse discurso hegemônico, que coloca um determinado tipo de conhecimento como sendo superior a outro, no caso, das pessoas vitimadas, como é a situação mais comum.

Segundo Maljazova e Cjalov (2004), apesar da ampla difusão do termo “risco” na vida atual e do largo uso na Ciência, até o momento não existe uma definição universal do conceito, embora considerem que seu sentido e compreensão contemporânea possam ser interpretados como a probabilidade de ameaça. O risco seria função da exposição da exposição do objeto (a população, a economia) a um impacto natural perigoso, à sensibilidade ou vulnerabilidade desse objeto a esses impactos, e à defesa que se pode exercer em relação aos mesmos. Assim, o risco somente pode surgir onde a população e a economia se expõem ao perigo, e é avaliado como a probabilidade de ocorrência de tais acontecimentos acompanhados de suas consequências não desejáveis.

Dagnino e Carpi Jr (2007), sintetizando diversas conceituações, consideram que o **risco** se apresenta em situações ou áreas em que existe a probabilidade, susceptibilidade, vulnerabilidade, acaso ou azar de ocorrer algum tipo de ameaça, perigo, problema, impacto ou desastre. Segundo Amaro (2005, p. 7), “o risco é, pois, função da natureza do perigo, acessibilidade ou via de contacto (potencial de exposição), características da população exposta (receptores), probabilidade de ocorrência e magnitude das conseqüências”.

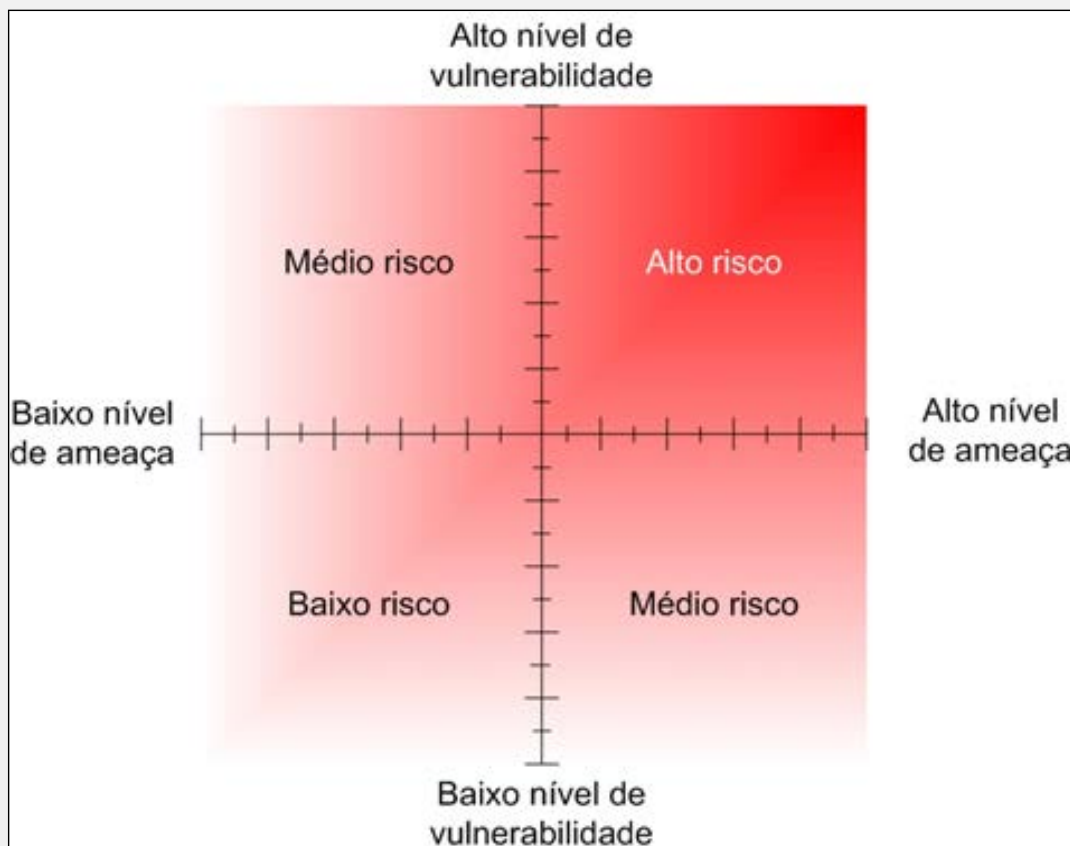
Entretanto, ao descrever algumas características da percepção de riscos de interesse para avaliação de impactos ambientais Sanchez (2006), lembra que a grande maioria da população tem grande dificuldade em raciocinar em termos de probabilidade, ao contrário dos especialistas em risco. De acordo com o autor, a percepção de probabilidades é, em geral, muito influenciada:

- pela experiência pessoal;
- pela chamada dissonância cognitiva, ou seja, se as informações ou fatos contradizem ou reforçam suas opiniões ou convicções;
- pela disponibilidade da memória, com a lembrança de eventos mais recentes ou mais antigos.

Analizando os conceitos básicos relacionados aos riscos, Dagnino e Carpi Jr. (2007) ressaltam que independentemente das palavras utilizadas, o risco está sempre relacionado com algo que resulta da presença direta ou indireta do homem, ou seja, a vulnerabilidade.

Conforme a figura 1 torna-se ainda mais claro que a intensidade do risco (alto, médio e baixo) depende fundamentalmente da combinação entre nível de ameaça (que pode ser também perigo) e nível de vulnerabilidade.

Figura 1: Relação entre níveis de ameaça e de vulnerabilidade na determinação de intensidade de risco.



Fonte: Dagnino e Carpi Jr. (2007, p. 67).

O modelo de determinação de intensidade de risco acima pode ser utilizado em inúmeros casos, conforme as características de uma determinada área ou escala de abordagem. Um exemplo de aplicação desse modelo compreende uma situação de risco muito comum no Território Brasileiro, notadamente nas grandes e médias cidades brasileiras, que se relaciona à inundação e desabamento de casas durante as enchentes. O nível de ameaça estaria associado ao volume pluviométrico, isto é, chuvas mais intensas ou menos intensas. A vulnerabilidade baixa estaria representada pela ausência de casas em planícies de inundação ou áreas mais baixas muito próximas de cursos d' água; a vulnerabilidade alta, pela presença ou maior proximidade ou quantidade de casas nessas áreas.

Kobiyama et al. (2006, p. 33) se reportam a outro exemplo significativo: “Se uma área de risco possui um elevado número de habitantes, então a intensidade do risco é alta. Mas se, num segundo momento, a maior parte dessa população deixar de viver nessa área, a intensidade do risco diminui.” Portanto, a classificação de intensidade de risco, elaborada num momento, não necessariamente servirá para outro momento.

Fricke, Fernandes e Carpi Jr. (1999) utilizaram o princípio similar de combinar as noções de nível de ameaça e vulnerabilidade, ao identificarem os mananciais com maior risco de contaminação por acidentes com cargas tóxicas nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Nesse trabalho, as áreas críticas, ou seja, aquelas com maiores riscos de contaminação foram obtidas mediante a combinação entre os trechos rodoviários mais ou então menos vulneráveis aos acidentes, e os trechos fluviais onde as águas servem de manancial de abastecimento público. Para atingir esse resultado, foi necessário consultar um banco de dados onde constava a localização e quantidade dos acidentes (nível de ameaça), identificar em mapa topográfico os cruzamentos entre a malha rodoferroviária e os cursos d’água, e verificar os locais de captação de água e qual a população abastecida (vulnerabilidade).

Entretanto, Rebelo (2010) chama a atenção que além da presença do homem, deve-se considerar também que o risco pode ser maior ou menor também em função da importância de um determinado acontecimento:

Sabe-se que se esse acontecimento vier a ser grave e de grandes proporções, mesmo perante uma população diminuta ou poucas instalações humanas, as consequências serão grandes. Sabe-se, também, que, se a importância de tal acontecimento for pequena, mas afectar muita gente ou muitas instalações humanas, as consequências serão igualmente grandes (REBELO, 2010, p. 32).

Mas de qualquer forma, o autor enfatiza que para haver risco é necessário que haja vulnerabilidade, e “se não o homem não estiver presente, considera-se, com frequência, que não é legítimo falar de risco”, embora reconheça que há defensores da ideia de uma noção de risco bem mais ampla, não exclusivamente ligada ao homem. (REBELO, 2010, p. 32).

A consideração da **vulnerabilidade** para a identificação de riscos ambientais evidencia então uma questão fundamental: permite definir quais as coletividades humanas e quais os ambientes atingidos por eventos danosos ou que potencialmente estão sob algum perigo ou ameaça. Tomando-se como exemplo um rio, favorece a observação de quais as possíveis e as

reais fontes de poluição ou contaminação às quais está sujeito, sob a perspectiva do elemento do ambiente que está sendo ameaçado (o rio), e as pessoas que podem ser prejudicadas (por exemplo, os usuários dessa água). Nesse sentido, deve-se enfatizar também que nas constatações de situações de risco que envolvem os corpos d' água, merece grande importância o ponto de vista do objeto que está sendo ameaçado. Daí a necessidade de que as vistorias e trabalhos de campo que investigam essas situações de risco devem incluir, sempre que possível, percursos de barco pelos rios e represas, não se limitando apenas à observação a partir da terra em suas margens, o que propicia uma visão mais detalhada e completa dos problemas ambientais relacionados à água.

Jacobi (1995), em levantamento de dados para análise dos problemas ambientais urbanos e de saúde no nível domiciliar na cidade de São Paulo, observa que as mesmas famílias que são afetadas por enchentes também o são em relação a problemas de proximidade de várzea e de córregos. Uma análise estrato por estrato mostra como as regiões mais privilegiadas da cidade nem sequer são afetadas enquanto que os grupos mais carentes refletem a convergência desses três problemas urbanos, explicitando a existência de condições de precariedade socioambiental.

Nas áreas urbanizadas a extensão de terrenos impermeáveis favorece o escoamento superficial da água, propiciando maiores riscos de enchentes, tanto na própria cidade, como também nos trechos fluviais localizados em áreas rurais. Nas grandes cidades tal situação é agravada com esse intenso processo de impermeabilização, e com maiores contingentes humanos convivendo nas áreas de risco, geralmente composta pela parcela da população mais carente.

Corroborando com essa perspectiva, Mafra e Mazzola (2007) consideram que a degradação ambiental possui um vínculo estreito com a realidade de pobreza da população urbana e do não acesso a terra, tornando a população de baixa renda a mais vulnerável a desastres naturais, particularmente nas áreas sujeitas a enchentes e deslizamentos de terra. Os autores acrescentam esses aspectos ao desrespeito à legislação, muitas vezes motivado pela especulação imobiliária, ao mau uso do solo e ao desmatamento, potencializando os processos de risco.

O conceito de vulnerabilidade adotado pela Estratégia Internacional para Redução de Desastres (UNISDR, 2009), por sua vez, é bastante amplo, pois inclui todas as características e

circunstâncias de uma comunidade, sistema ou bem que as fazem susceptíveis aos efeitos danosos de uma ameaça. Exemplificando, há diversos aspectos da vulnerabilidade que surgem de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais:

- Planejamento inadequado e construção deficiente das edificações;
- Proteção inadequada dos bens materiais;
- Falta de informação e de conscientização pública;
- Limitações no reconhecimento oficial do risco e das medidas de prevenção;
- Desatenção a uma gestão ambiental sensata ou prudente.

Tais considerações são importantes quando se leva em conta a necessidade de redução dos riscos, que Maljazova e Cjalov (2004) denominam de “minimização do risco a um nível aceitável”, considerado como seguro para o sistema sócio-econômico dado (um ponto muito povoado, uma região, uma província). Seria necessário, ou o decréscimo do impacto dos processos naturais e tecnológicos, ou a redução do grau de vulnerabilidade (aumento da estabilidade ou defesa) destes sistemas que sofrem os impactos mencionados.

Mapeamento participativo e riscos ambientais

Uma possível aproximação entre os temas riscos ambientais e a proteção da água pode(ria) ocorrer no contexto das demandas que envolvem o planejamento participativo de bacias hidrográficas, pois os órgãos gestores da água tem procurado instrumentos de participação popular com o intuito de viabilizar tais ações de planejamento. Entre eles, costuma ser citado o mapeamento participativo, embora este termo seja mais conhecido em experiências não necessariamente ligadas às questões que envolvem diretamente a água.

Para Herlihy e Knapp apud Acsehrad e Coli (2008), o mapeamento participativo é aquele que reconhece o conhecimento espacial e ambiental de populações locais e o insere em modelos mais convencionais de conhecimento, sendo que “diversas iniciativas de mapeamento que se propõe a incluir populações locais nos processos de produção de mapas disseminaram-se mundialmente desde os anos 90”. (ACSELRAD; COLI, 2008, p. 14).

No Brasil, os autores identificaram 118 experiências de mapeamento participativo segundo auto-classificação de seus promotores, com projetos desenvolvidos a partir do início dos anos de 1990, apresentando uma proliferação particular nos anos de 2005 e 2007. Entretanto, o levantamento indica apenas uma única experiência dessa natureza em gerenciamento de bacias hidrográficas, o que é muito pouco dentro do contexto total, mesmo considerando-se as demais pesquisas e atividades similares não incluídas nessa classificação, mas que de alguma forma também poderiam ser consideradas como “mapeamento participativo”.

Uma das formas de mapeamento ambiental participativo com amplas possibilidades de aplicação é aquela que leva em conta a **percepção** ou o conhecimento da população afetada pelos riscos ambientais. Dagnino e Carpi Jr. (2007) ressaltam que o respeito pela variedade de formas de percepção dos riscos pela população, acompanhado pela vivência e pelo olhar acostumado com os ritmos e as sutilezas das modificações ambientais, permite a observação de coisas que o especialista, o acadêmico ou o profissional podem não perceber. Como exemplo, citam que a percepção permite captar os desvios nas médias pluviométricas mensais, entender por que determinada área é mais vulnerável aos deslizamentos do que outra de feição geomorfológica semelhante, propicia o questionamento sobre a qualidade das águas em rios nos quais, esporadicamente, são lançadas cargas incomuns de poluentes.

Entre as possibilidades de combinação entre informações oriundas da percepção da população e demais fontes, merecem consideração a aplicação no planejamento e educação ambiental em microbacias hidrográficas. Leal (1995) identificou unidades ambientais em microbacia do município de Campinas considerando-se a sobreposição do mapeamento de unidades físicas e de unidades de uso e ocupação do solo na microbacia, de forma integrada com a percepção e interpretação da realidade local baseada na experiência cotidiana dos moradores e trabalhadores na área. Tal aspecto propiciou a elaboração de um plano motivador, com o objetivo de obter um instrumento de trabalho que motive alunos, professores e comunidade local a participar da elaboração de um planejamento ambiental para a área, ou seja, um plano coletivo de desenvolvimento sustentável. O autor acrescenta as condições favoráveis desse tipo de trabalho em microbacias hidrográficas, cuja pequena extensão facilita as atividades de educação e planejamento ambiental com a comunidade civil e escolar.

Sevá Filho (1997), no trabalho efetuado na Região de Campinas, propõe que a forma de abordar o mapeamento de riscos e a dinâmica das atividades de mapeamento sejam baseadas

numa forma alternativa de relação pedagógica, na qual os participantes:

aprendem muito mais uns com os outros, e também, consigo próprios, na medida em que sejam estimulados a sistematizar o seu próprio conhecimento adquirido na experiência da vida, como cidadão, como trabalhador, como participante de movimentos associativos, sindicais, ou simplesmente como morador e usuário da cidade e da região. (SEVÁ FILHO, 1997, p. 07, grifo do autor)

Para o autor, a relevância de um mapeamento de riscos ambientais foi estabelecida em função de “elaborar um produto de aplicação didática para usar na formação de outras lideranças, e na educação popular. Algo em que os cidadãos se apóiem para o entendimento da própria região e de alguns dos seus próprios problemas”. (SEVÁ FILHO, 1997, p. 05).

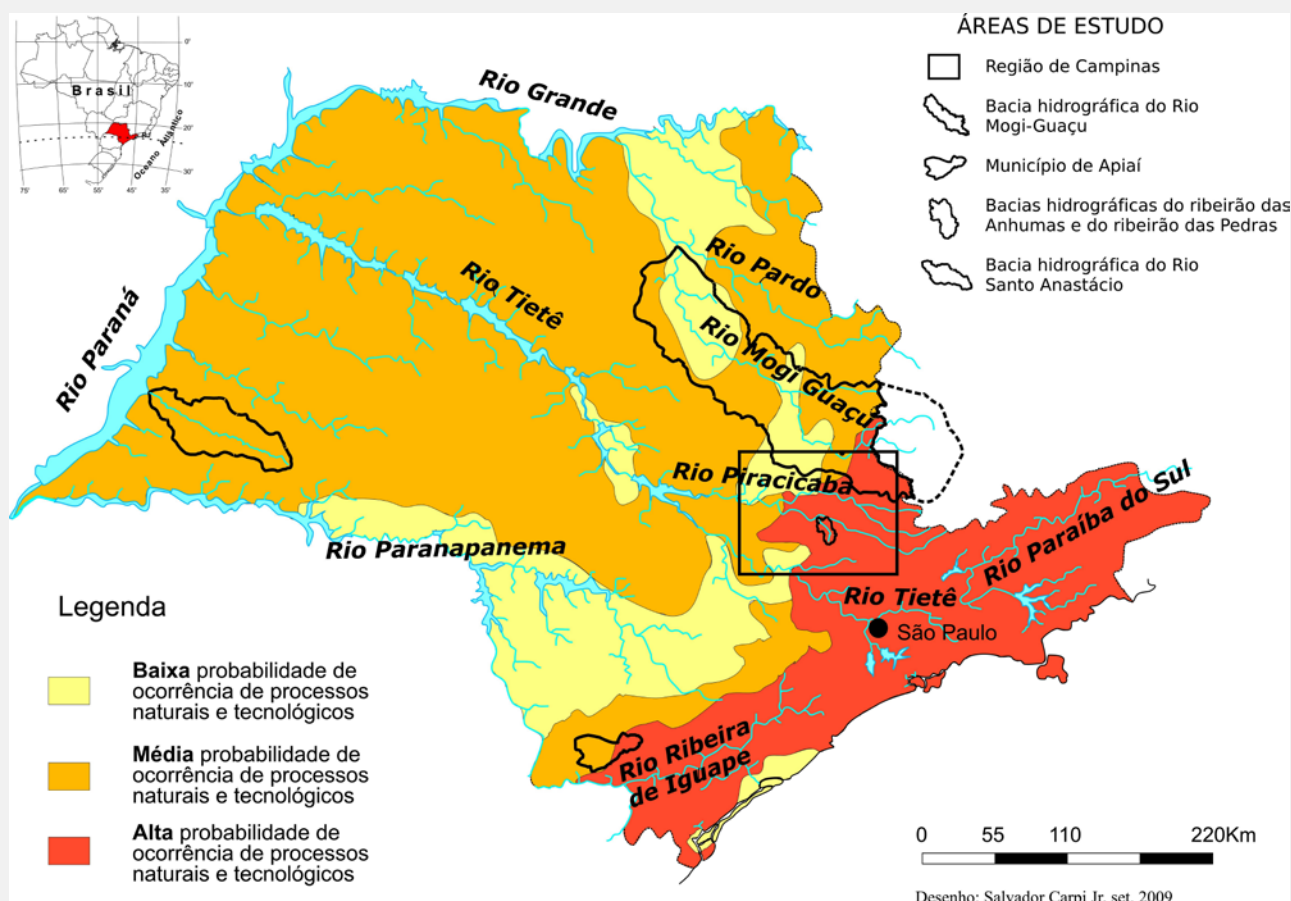
Tendo em vista a necessidade premente de envolver os grupos populacionais em atividades relacionadas com a proteção da água, as pesquisas sobre o tema devem desenvolver formas estratégicas que assegurem essa participação. Sob o ponto técnico, as informações levantadas em tais atividades tornam-se fontes importantíssimas de conhecimento sobre a realidade ambiental das bacias. Sob o ponto de vista pedagógico ou educacional, o mapeamento participativo consiste em forma fundamental de ações que visam à proteção da água a longo prazo, que constituem-se em uma intrínseca etapa do planejamento da bacias. O mapeamento de riscos ambientais e suas atividades complementares, tal qual serão apresentados, pode colaborar decisivamente nesse sentido, ainda que apresente algumas distinções importantes quando comparado a outras metodologias de diagnóstico ou mapeamento participativo.

Experiências anteriores em mapeamento de riscos

No contexto deste trabalho, o método de mapeamento de riscos ambientais seguiu basicamente as etapas presentes nos trabalhos realizados na região de Campinas, na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu, no Município de Apiaí e nas bacias hidrográficas do Ribeirão das Anhumas e Ribeirão das Pedras, ambas em Campinas, e considerando-se as especificidades locais e as adaptações que foram necessárias para a execução das atividades de pesquisa. Nota-se que a maioria das experiências ocorreu no contexto de bacias hidrográficas, mas em algumas delas foi adotada uma abordagem regional ou municipal. Na figura 2 pode ser visualizada a localização dessas áreas de estudo, juntamente com a bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio, onde está

sendo iniciada uma nova experiência de mapeamento de riscos ambientais, conforme detalhamento mais adiante.

Figura 2: Localização das áreas de estudo no contexto espacial das ameaças múltiplas no Estado de São Paulo.



Fonte: Adaptado de CEDEC (1998) e IGC (1996). Org. pelo autor.

Segundo o Mapa de Ameaças Múltiplas do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1998), as áreas de estudo citadas neste trabalho estão posicionadas em áreas bastante variadas em termos de probabilidade de ocorrência de processos naturais e tecnológicos (figura 2) que consistem em alguma ameaça ao ambiente ou às coletividades humanas.

No caso das ameaças diretas à água, os principais processos naturais citados são os escorregamentos e outros movimentos gravitacionais de massa, as erosões e as inundações, enquanto que os processos tecnológicos estão relacionados principalmente às atividades industriais e de transporte por meio de rodovias, ferrovias, oceano, rios, gasodutos e oleodutos.

A composição, síntese ou superposição de processos naturais e tecnológicos adotada na elaboração desse mapa, apesar de utilizar somente fontes oficiais, constitui em importante elemento em comum com a noção de riscos ambientais adotada nas experiências que serão resumidas neste trabalho.

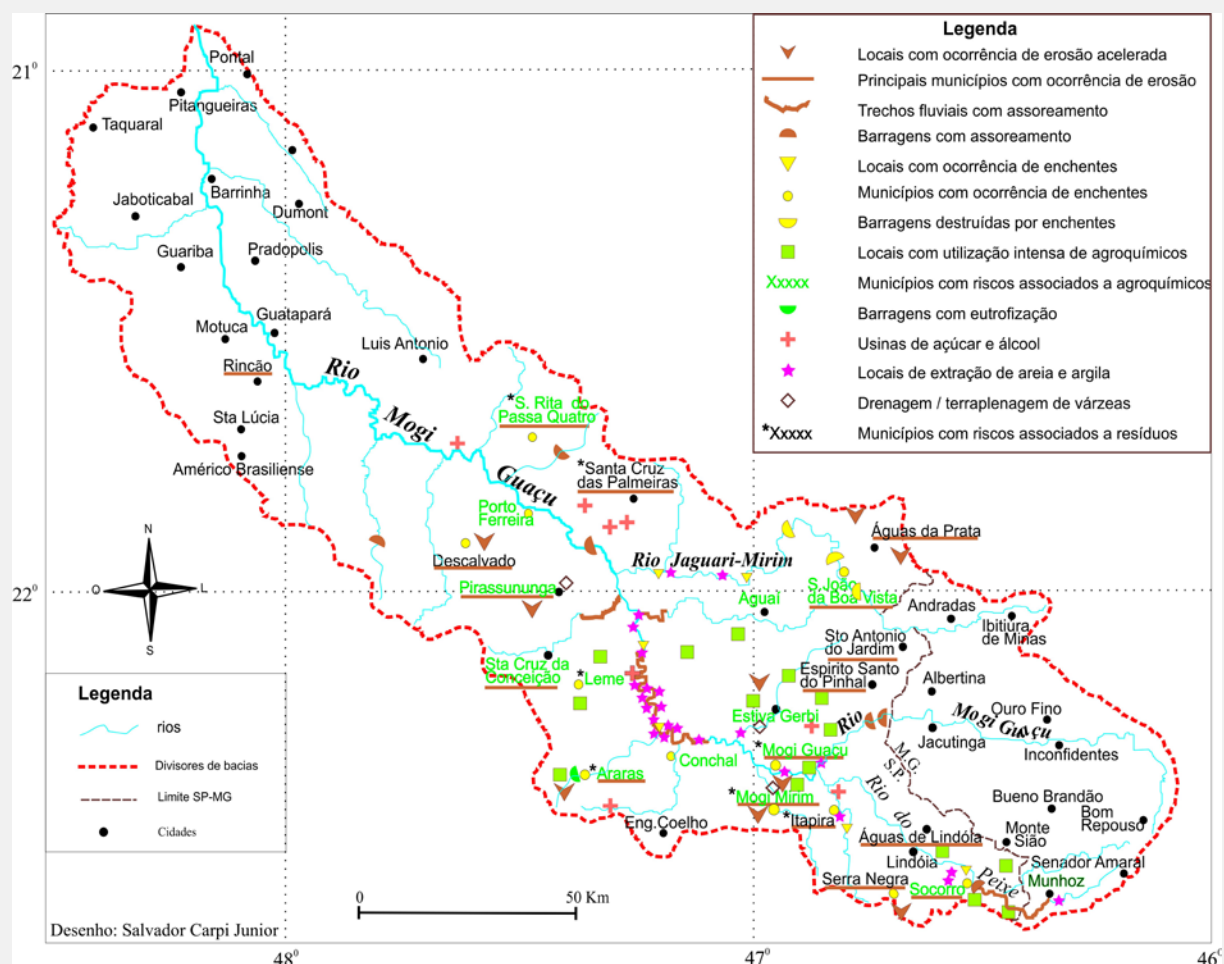
Voltando à questão da água, as experiências anteriores em mapeamento de riscos ambientais mostraram resultados diversos. Em Sevá Filho (1997), foram analisados os estados de preservação da qualidade da água dos rios, através da sua classificação oficial (enquadramento de classes de I a IV, do melhor para o pior), assinalando-se nos mapas os trechos mais críticos de cada rio, bem como os principais pontos de captação de água das empresas que mais consomem, e os pontos de devolução das empresas que mais lançam efluentes nos rios. Neste trabalho efetuado na **Região de Campinas**, os participantes das sessões de mapeamento efetuaram modificações na classificação oficial de qualidade de águas interiores, como fruto de suas observações cotidianas de contato direto com os rios, durante suas atividades profissionais ou de lazer, ou em percurso por esses locais. Assim, puderam identificar trechos fluviais onde a qualidade estava geralmente pior do que aquela indicada no mapa oficial, uma vez que este não representava a realidade completa da situação da água, pois apresentavam dados incompletos resultantes principalmente de uma rede de monitoramento pouco abrangente.

O mapeamento de riscos ambientais na **bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu** (CARPI Jr, 2001; SEVÁ FILHO; CARPI Jr., 2002; CARPI Jr.; PEREZ FILHO, 2005) foi realizado em função da demanda explícita por parte das Prefeituras e do Comitê de Bacia, no sentido de ressarcir os prejuízos ocorridos no acidente da estação de tratamento de esgotos da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), em Espírito Santo do Pinhal, em 28/08/1997, atingindo o Ribeirão dos Porcos e o trecho do Rio Mogi a jusante, visando rastrear e avaliar situações de risco similares para tomar medidas de prevenção.

Entre agosto e dezembro de 1998, foram realizadas seis sessões de mapeamento, com a participação das equipes da Unicamp e da Universidade Federal de São Carlos, *Campus* de Araras, nas quais foram reunidas pessoas das cidades-sede e de cada setor da bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu. Procurou-se investigar principalmente as interações entre processos erosivos, recursos hídricos e os riscos ambientais. As situações de risco ambiental e os processos associados foram estudados na forma de estudos de caso, que buscaram uma integração entre o conhecimento técnico-científico e o conhecimento empírico e da percepção da população da

bacia em relação aos riscos ao ambiente, com destaque para as relações entre erosão, uso das terras e os recursos hídricos. Foram utilizadas fontes de informações variadas, como reuniões públicas de levantamento de problemas ambientais, entrevistas, análise bibliográfica e cartográfica, mídia escrita, que permitiram o mapeamento das situações de risco, que foram posteriormente sintetizadas (figura 3) por Carpi Junior e Perez Filho (2005).

Figura 03: Síntese dos riscos ambientais na bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu.



Fonte: Carpi Junior e Perez Filho (2005, p. 356).

As questões relativas ao uso de produtos agroquímicos e de resíduos de usinas de álcool foram bastante citadas nas sessões públicas de mapeamento, e, em algumas circunstâncias, foi contemplada a relação com os riscos de contaminação das águas superficiais via erosão. Esse fato ocorreu em razão da importância das atividades agrícolas, do cultivo de cana-de-açúcar e do meio rural na bacia do Mogi-Guaçu, bem como em virtude do destaque que o uso de tais produtos assume no contexto dos riscos ambientais, permitindo a obtenção das informações.

Sevá Filho e Carpi Jr. (2002) relatam que, quando foi organizada cada sessão em grupos

temáticos, procurou-se:

- convencer todos os grupos a seguir um princípio geográfico inegável, sempre comprovado, - o de que uma determinada captação de água na barranca de um rio está sujeita aos riscos decorrentes de todo e qualquer evento que se passe rio acima, afluentes acima,
- e, em todo o terreno drenado por aquela bacia hidrográfica, e localizado acima do ponto de captação,
- e sujeita aos riscos decorrentes de alguma contaminação que tenha ocorrido na água, na várzea ou em terra firme, e cujos efeitos se disseminam junto com a água e/ou com os sedimentos e / ou microorganismos que são carregados pela correnteza,
- e que sejam solúveis ou suspensos na água, e ou que se depositem nos sedimentos do fundo e das margens, e que continuem ativos ou re-ativos... isto, seja no rio principal, seja em qualquer afluente, ou, em algum açude ou represa neles existentes. (SEVÁ FILHO; CARPI JR., 2002, p. 04).

Scaleante (2002) realizou uma adaptação do método de mapeamento de riscos no **Município de Apiaí**, localizado no sul do Estado de São Paulo e na bacia hidrográfica do Rio Ribeira do Iguape, com a aplicação de questionários, entrevistas e consultas públicas junto à comunidade escolar e complementação do diagnóstico mediante trabalhos de campo. Essas atividades resultaram no Mapa de Riscos Ambientais de Apiaí e no diagnóstico ambiental por percepção, sendo que para cada problema ambiental apontado foi colocada uma proposta de solução. A autora ressaltou o envolvimento da comunidade escolar em debater as questões ambientais locais, gerando demandas por novas discussões e palestras, com destaque para as situações que caracterizam uma ameaça ao bem estar das pessoas, como por exemplo, o excesso de agroquímicos na lavoura, a poluição de cursos d' água por chorume oriundo de lixão, esgoto domiciliar não tratado, enchentes, entre outras.

Entre os trabalhos mais recentes sobre os problemas ambientais em Campinas, destacam-se as experiências de um método de trabalho que foi aplicado na **bacia hidrográfica do Ribeirão das Anhumas** (CARPI Jr et al., 2005; 2006), como parte de um projeto de parceria entre a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e outros órgãos governamentais. Com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), o projeto de políticas públicas, intitulado "Recuperação ambiental, participação e poder público: uma experiência em Campinas" ocorreu entre 2003 e 2006 e teve como importante papel o de reunir poder público e população em sessões de mapeamento de riscos ambientais.

Esta importante bacia da cidade de Campinas, drenada pelo Ribeirão das Anhumas e seus tributários, foi a área escolhida como objeto do projeto de políticas públicas por guardar semelhanças com relação à degradação ambiental e ocorrência de riscos como muitas bacias hidrográficas situadas em áreas urbanas do Estado de São Paulo e de outros estados do Brasil. Constitui-se numa das mais poluídas e contaminadas, se não for aquela em pior estado, da Região de Campinas e da bacia hidrográfica do Rio Piracicaba, concentrando uma quantidade extensa e variada de problemas ambientais.

Foi definido o apontamento das situações de risco ambiental categorizados em seis temas, sendo que esse tipo de divisão foi realizado em função da necessidade de facilitar a aquisição e posterior sistematização das informações. Exemplificando, o tema **água** foi definido como significando todas as situações de risco ambiental que afetam as águas superficiais e subterrâneas.

As reuniões públicas ocorreram num clima de variado nível de envolvimento, curiosidade e expectativas, mas de maneira geral a motivação e mobilização das pessoas ocorreram de forma contagiante, com a sensação de que todos eram atores reais e de que poderiam colher frutos do processo. O ambiente escolar também se mostrou apropriado, pois além de acolher o evento, os professores, alunos e pais se integraram e se envolveram no trabalho desenvolvido.

O tema água apareceu com muita frequência por se tratar do principal objeto de estudo sobre o qual se debruçaram as equipes de mapeamento, com o olhar focado nos cursos d'água que compõem a bacia do Ribeirão das Anhumas, que também são os vetores principais de difusão de grande parcela dos riscos.

Uma questão conceitual que surgiu nessa pesquisa remete a algumas das definições básicas abordadas mais próximas do início deste capítulo, como riscos e vulnerabilidade ambiental. Inicialmente, foi proposta a denominação de “riscos sociais” para um dos temas a serem abordados para as primeiras reuniões públicas, realizadas no baixo curso da bacia do Ribeirão das Anhumas, que corresponderam à grosso modo ao Distrito de Barão Geraldo. Entretanto, notou-se que grande parte das situações de risco que estavam sendo classificadas como risco social, na verdade constituíam-se em **fatores de vulnerabilidade ambiental**, pois se tratavam de formas de uso e ocupação das terras que agravavam as situações de risco. Exemplificando, foram mencionadas a qualidade e localização das habitações muito próximas de

curtos d'água e lixões, que se juntando com o parcelamento inadequado do solo, propiciam a proximidade entre poços de captação de água e fossas sépticas, trazendo riscos de contaminação da água de uso doméstico. Esse fato demonstra que pode ocorrer eventualmente uma concordância entre os conceitos relacionados a riscos, mesmo quando sejam de origem distinta, ou construídos empiricamente ou então a partir de análise bibliográfica.

Nas reuniões públicas não houve preocupação rigorosa em relação à abrangência territorial dos riscos ambientais identificados, pois uma parcela das informações incluiu pequenas áreas adjacentes à bacia, pertencentes às bacias vizinhas, ou seja, dos rios Atibaia, ribeirão Quilombo, córrego Piçarrão. Essa percepção das pessoas está em sintonia com a compreensão de que, em relação ao ambiente e às características próprias da dinâmica natural, as transformações e impactos da ação humana ultrapassam frequentemente os limites das bacias naturais, como no caso da poluição atmosférica, de rodovias e avenidas atravessadas com cargas tóxicas e do fluxo das águas subterrâneas que podem sofrer algum tipo de contaminação.

Outro trabalho refere-se aos riscos ambientais na **bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras** (DAGNINO, 2007), uma importante sub-bacia do Ribeirão das Anhumas, no Município de Campinas, Estado de São Paulo, onde se localizam os *campi* de diversas instituições de ensino e pesquisa como a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e a Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCCAMP), além de diversas indústrias e estabelecimentos comerciais de grande porte.

A observação do mapa elaborado pelo autor, denominado “Riscos Ambientais e sua dinâmica: Bacia do Ribeirão das Pedras e entorno, Campinas/São Paulo” permite notar que a análise e a representação de situações de risco ambiental foram além do limite da bacia hidrográfica. Esta opção deriva da situação de limites permeáveis e flexíveis que o conceito de bacia hidrográfica deve trazer, em razão, entre outros, da própria dinâmica natural da água.

As reuniões públicas (ou sessões) de mapeamento de riscos ambientais

A principal atividade no contexto do método aplicado nas experiências relatadas é a reunião pública de mapeamento de riscos ambientais, que fornece a maior parte das informações e que é considerada também fundamental como instrumento de gestão, planejamento e

educação ambiental. O termo “reunião pública” passou a ser utilizado a partir dos trabalhos efetuados na bacia do Ribeirão das Anhumas, em Campinas (CARPI Jr. et al., 2006), onde parte da equipe de pesquisa e alguns participantes preferiam utilizar também as denominações “oficina de trabalho”, “oficina de mapeamento” ou simplesmente “oficina”. Nos trabalhos anteriores na região de Campinas e bacia do Rio Mogi-Guaçu, o termo utilizado foi “sessão de mapeamento”, pois era enfatizada a questão do avanço progressivo do mapeamento em termos territoriais ou temporais. Na prática, contudo, embora com alterações na denominação, a essência da atividade não se modificou (figura 04).

Figura 04: Vista parcial de reuniões públicas/sessões de mapeamento.



As atividades de levantamento de riscos ambientais, conforme o método que tem sido empregado, se iniciam com o contato e cadastramento de pessoas e entidades da região e organização de material cartográfico, constituindo-se em atividades prévias necessárias à realização das sessões de mapeamento dos problemas ambientais, fonte da maior parte das informações levantadas. Esta etapa inclui, ainda, visitas técnicas de divulgação do projeto e da sessão de mapeamento, definição de local adequado para a reunião, e elaboração dos mapas-base.

Nos cartazes afixados ou enviados por e-mail, (figura 05) é possível ter uma idéia dos objetivos principais da atividade, enfatizando a idéia da participação, da inserção na comunidade, de como participar...

Figura 05: Exemplo de cartaz de divulgação de reunião pública de mapeamento de riscos ambientais.



Arte final: Vivian Scaleante (2005).

Além dos cartazes, nos casos de elaboração e envio ou entrega de carta convocatória, já se encontra uma relação de alguns tipos de risco importantes a serem levantados: locais de lançamento de esgotos domésticos e de dejetos industriais, focos de poluição do ar, acidentes com transporte de cargas perigosas ou tóxicas, disposição de resíduos industriais, urbanos e hospitalares, contaminação por produtos agroquímicos, alterações e riscos decorrentes da mineração, áreas de ocorrência de erosão, riscos à saúde pública, reclamações de incômodos à população, assoreamento e enchentes, riscos de contaminação ou poluição de águas superficiais e subterrâneas, entre outros.

No contexto das diversas metodologias que envolvem a participação popular na identificação de problemas ambientais, a principal distinção entre o mapeamento de riscos ambientais e as formas mais comuns de diagnóstico participativo aparece justamente na composição dos participantes nas reuniões públicas no mapeamento de riscos ambientais. Nestas, uma parcela significativa dos participantes é “escolhida a dedo”, em função do conhecimento real ou potencial de determinadas pessoas ou entidades, acerca da área que está sendo estudada. Tal aspecto propicia e valoriza a identificação das situações de risco mediante a participação de pessoas privilegiadas em termos desse conhecimento, mas também sem abrir mão daqueles participantes que querem conhecer melhor as condições ambientais locais ou regionais.

Atividade complementar na identificação de riscos: a alfabetização cartográfica

O método de alfabetização cartográfica foi desenvolvido com o objetivo de quebrar as barreiras cognitivas, sociais e culturais entre participantes de atividades práticas de mapeamento, estimulados pela curiosidade e necessidade ancestral própria do ser humano de sentir-se localizado espacialmente. Assim, visaria reduzir as distâncias entre os mapas mentais, aqueles que trazemos em nossa mente como fruto de nossa vivência e percepção espacial, e os mapas elaborados e impressos por técnicos e pesquisadores, que utilizam métodos científicos.

Para atingir esse objetivo, é necessário preparar uma base cartográfica que proporcione aos participantes das reuniões um material de fácil visualização, espaços para insumos gráficos e localização e nome de bairros, avenidas, rodovias, rios, instituições e equipamentos públicos de maior porte, limites da área de estudo e outras referências importantes. Dessa forma, os mapas a serem trabalhados pelos participantes não pode ter um adensamento exagerado de informações,

deve ter o fundo o mais claro possível, de preferência de cor branca, e não pode ter traços que revelem a utilização de técnicas muito avançadas de desenho a partir de computação gráfica, pois pode inibir sua utilização por pessoas menos familiarizadas com mapas.

Pode-se contar também com o material cartográfico de apoio, que é preparado a fim de ajudar as pessoas a se localizarem melhor e fornecer e esclarecer informações complementares em relação às existentes no mapa-base. Nesse caso, podem ser utilizados mapas temáticos, imagens de satélite, fotos aéreas, e assim por diante.

Na alfabetização cartográfica, os participantes são orientados a identificar, apontar e registrar ou destacar nos mapas os principais pontos de referência e localização no território, tais como:

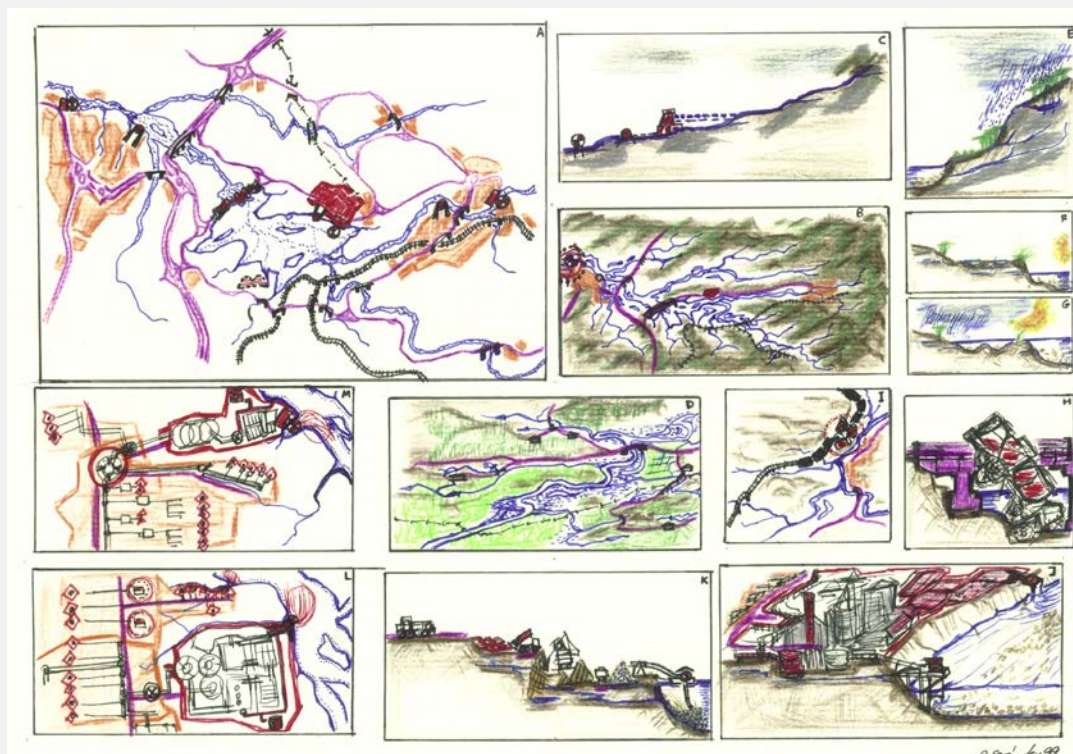
- instituições e áreas de amplo reconhecimento público;
- troncos viários (rodovias e rotatórias principais);
- açudes, represas e cursos d'água principais com o sentido de fluxo das águas;
- limite da bacia hidrográfica e de outros divisores de água;
- direção predominante dos ventos e das nuvens de chuva;
- principais cidades, bairros, loteamentos e condomínios.

É necessária a presença de um coordenador para a atividade, que vai orientando sobre as informações básicas e como proceder em relação aos grafismos a serem incorporados ao mapa. Como exemplo, os cursos d'água, represas e açudes podem ser coloridos em azul, sempre acompanhando o fluxo d'água, ou seja, de montante para jusante. As demais cores e símbolos podem ser definidos em conjunto entre o coordenador e os participantes.

Sevá Filho e Carpi Jr. (2002) esclarecem que os participantes das sessões de mapeamento foram treinados para a visualização dos aspectos essenciais do ambiente regional, e trabalharam sobre cartografias da área e da bacia para identificar os focos e os trechos de problemas conhecidos de alteração ambiental e de riscos de contaminação. Para isso, buscou-se transmitir concepções geográficas de conjunto, e destacar as relações entre as partes, como por exemplo, a relação do rio Mogi-Guaçu com as bacias vizinhas.

Outra atividade complementar importante no mapeamento de riscos corresponde ao **Glossário de Imagens Básicas para Identificações de Riscos – GIBI-R** (figura 06), considerado como um método pedagógico que pode ser chamado de “Alfabetização e atualização geográfica e técnica”, e voltado para a identificação de riscos de contaminação de um sistema municipal de suprimento de água. (SEVÁ FILHO; CARPI Jr., 2002).

Figura 06: Pranchas coloridas que compõem o GIBI-R, com a respectiva legenda.



Legendas adotadas nas imagens elaboradas para esta versão:

A - Mapa regional

B - Perspectiva aérea de conjunto

C - Perfil simplificado ao longo do rio principal

D - Vista panorâmica de um trecho do vale fluvial

E - Perfil simplificado atravessando o leito do rio e uma vertente íngreme

F e G - Perfis simplificados atravessando o leito do rio, uma barranca, uma várzea e um degrau da calha do rio

H - acidente e queda de caminhão com carga perigosa

I - acidente com vagões de carga perigosa

J - instalação industrial à beira da água, com sua captação e sua devolução

K - draga de areia, extração de argila, depósito de lixo

L - Croquis – Planta baixa de área urbana com sistemas de esgoto

M - Croquis – Planta baixa da mesma área urbana, com o sistema de suprimento de água potável

Fonte: adaptado de Sevá Filho (2002). Para a descrição completa da legenda, consultar fonte e Sevá Filho e Carpi Jr (2002, p. 21-25).

O GIBI-R foi criado para facilitar a presença de um “insumo” principal que é a informação quente e a memória, trazidas pelo cidadão que vive ou que cuida do problema. Os autores ressaltam a necessidade de fornecer aos participantes das sessões de mapeamento:

ferramentas criteriosamente trabalhadas, para que adquiram autonomia maior na percepção e no registro devido de seus próprios problemas e para que obtenham maior eficácia na argumentação e no encaminhamento de melhorias, de medidas corretivas e de soluções estruturais para os problemas (SEVÁ FILHO; CARPI Jr., 2002, p. 20).

Nota-se que o GIBI-R é composto por uma sequência de pranchas com croquis, perspectivas aéreas, cortes transversais e longitudinais dos rios e vales, situações de riscos originadas nas atividades de transporte de cargas, transformação industrial, extração mineral e acumulação de lixo, e finalmente a situação municipal da água potável. As figuras em preto, branco e tons de cinza são coloridas pelos participantes da atividade, tomando-se por base a figura principal, colorida. A aplicação deste método em diversas oportunidades demonstra sua eficácia com participantes heterogêneos, com a condição de que conheçam fatos relevantes de uma dada bacia fluvial, ou que estejam se preparando para conhecer melhor o risco de contaminação da água captada para o consumo humano.

Mobilização participativa e proteção da água

Para Cunha (2008), grupos vulneráveis devem participar da formulação e implantação das políticas de “Gerenciamento dos Riscos”, onde o aumento da capacidade de resposta é inseparável do acesso à informação e da participação nas decisões e na implantação dos planos de redução dos riscos, com a apropriação dos instrumentos de gestão.

Entretanto, o mapeamento de riscos poderia ser considerado como instrumento de gestão dessa natureza? Ou seria um método suficiente para se avançar rumo a um planejamento participativo em bacias hidrográficas que considere como principal objetivo a proteção da água?

Deve-se destacar a importância do mapeamento de riscos como atividade pedagógica, compreendendo uma forma importante de incentivo à percepção ambiental e de prática de cidadania, além de propiciar a democratização de informações.

A noção de risco ambiental e a forma de participação das pessoas em sua identificação mostrada nas experiências relatadas admitem sua adaptação segundo os temas de interesse, a área de atuação dos participantes (convidados das sessões ou pesquisadores responsáveis pela pesquisa), níveis profissionais (acadêmico, técnico ou trabalhadores em geral) e os objetivos da pesquisa. Assim, além do levantamento dos problemas que afetam o ambiente local, este método também pode ser utilizado para a elaboração de propostas e recomendações para evitar as situações constatadas e orientar ações de recuperação ambiental. Ao se integrar às necessidades do poder público, revela-se importante instrumento de planejamento de bacias hidrográficas, enquanto que os participantes adquirem um ganho inestimável em termos de aprendizado, troca de experiências e incentivo às suas atividades como profissionais e cidadãos atuantes na área.

Uma possibilidade de integração entre identificação de riscos ambientais e mobilização participativa na proteção da água está sendo vislumbrada na criação da **Área de Proteção e Recuperação do Manancial Santo Anastácio (APRM)**. O Rio Santo Anastácio, afluente do Rio Paraná que se encontra localizado no Oeste Paulista (figura 01), tem sua bacia hidrográfica como parte integrante da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Pontal do Paranapanema (UGRH-22). Em função de seus problemas ambientais, notadamente no alto curso, onde se localiza o manancial, podem ter sua situação ainda mais agravada, caso não sejam tomadas providências para reverter ou se prevenir em relação a eles.

Diante de uma preocupação regional frente a esses problemas, está sendo iniciada uma pesquisa encabeçada pela UNESP, campus de Presidente Prudente e com a colaboração do Comitê de Bacia do Pontal do Paranapanema que pretende identificar e mapear os riscos ambientais na Alta Bacia do Rio Santo Anastácio, como apoio para as atividades de mobilização participativa de gestão das águas locais e regionais.

Um respaldo importante vem da Lei Estadual nº 9.866, de 28 de novembro de 1997 que dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas de mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo, estabelecendo entre outros objetivos (UNESP - CBH Pontal, 2009):

- Preservar e recuperar os mananciais de interesse regional no Estado de São Paulo;
- Compatibilizar as ações de preservação dos mananciais de abastecimento de proteção ao meio ambiente com o uso e ocupação do solo e o desenvolvimento

socioeconômico;

- Promover uma gestão participativa, integrando setores e instâncias governamentais, bem como a sociedade civil;
- Descentralizar o planejamento e a gestão das bacias hidrográficas desses mananciais, com vistas à sua proteção e recuperação.

Essa lei igualmente define que a área objeto dessa proteção seja denominada como Área de Proteção e Recuperação de Manancial (APRM), sendo composta por uma ou mais sub-bacias hidrográficas, de modo a manter a integridade dessa unidade, para fins de gestão, como manancial de interesse regional com a finalidade prioritária para o abastecimento público.

A composição dos comitês da bacia favorece as atividades de integração entre os setores da sociedade mencionados em diversas oportunidades neste trabalho. Trata-se de excelente oportunidade para os representantes dos governos federais, estaduais e municipais, as associações de classe, entidades ambientalistas, sindicatos e a comunidade técnica e científica se organizarem em torno de interesses comuns, desenvolvendo ações de proteção da água. Essa é outra característica importante para o recorte físico territorial em bacias hidrográficas – a possibilidade de mobilização social em defesa da água, com planejamento e gerenciamento da água e da bacia hidrográfica.

Algumas experiências realizadas na região, como a aplicação do Diagnóstico Rápido e Participativo (DRP) no Projeto de Assentamento Primavera em Presidente Venceslau (MACEDO; ARENALES e BARONE, 2009), poderão ser aproveitadas e integradas com a proposta metodológica do mapeamento de riscos ambientais. Segundo os assentados participantes desse diagnóstico, há uma má conservação do solo nas propriedades do Projeto de Assentamento, com erosões, voçorocas e ravinas, assoreamento em córregos e nascentes e não são respeitados os limites das Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal. Os autores afirmam que o DRP é um processo de decisão compartilhada entre as ações necessárias para ao desenvolvimento da comunidade, onde a participação é vista como um dos mais importantes princípios da pesquisa-ação-participativa e um processo real e objetivo de parceria na tomada de decisões coletivas.

Nesse contexto, um mapeamento de riscos ambientais pode colaborar decisivamente na produção e difusão de conhecimentos, produtos e serviços para o gerenciamento de recursos hídricos, uma vez que possui as condições necessárias para apoiar as atividades de planejamento e mobilização participativa relacionadas à criação da Área de Proteção e Recuperação de

Manancial nessa bacia, entre elas o interesse da sociedade local na criação da APRM. Neste ano de 2010, já estão sendo organizadas reuniões públicas de mapeamento de riscos em dois setores do manancial Alto Santo Anastácio: na sub-bacia do Córrego do Cedro (Presidente Prudente) e na área das nascentes do rio Santo Anastácio, no bairro do Palmitalzinho (Regente Feijó), com resultados preliminares muito interessantes ao despertarem um interesse maior pelas questões locais e regionais acerca da água.

Simultaneamente à realização dessas atividades, há um significativo potencial na obtenção de uma integração entre o conhecimento técnico-científico e o conhecimento empírico e da percepção da população da bacia em relação ao meio ambiente, com destaque às relações entre erosão, riscos ambientais e os recursos hídricos, que são objetos de preocupação por grande parcela dos técnicos, pesquisadores e moradores do Pontal do Paranapanema.

Considerações finais

A produção deste texto permitiu a identificação de diversos questionamentos que envolvem o mapeamento de riscos ambientais e a proteção da água como elemento essencial à vida de populações que sofrem com as ameaças a esse recurso. Tais questionamentos derivam basicamente de como tradicionalmente é efetuado o planejamento e gerenciamento da água, frequentemente sem considerar o interesse e conhecimento das populações envolvidas, o que, entre outros aspectos, tem provocado uma carência de instrumentos técnicos e políticos de mobilização participativa.

Por outro lado, novas pesquisas e experiências estão surgindo, e a aplicação do método de mapeamento de riscos ambientais na área do manancial Santo Anastácio pode ser mais um importante avanço que pode colaborar na criação de instrumentos dessa natureza, com potencial de aplicação em demais áreas em que houver demanda ou necessidade.

Outra perspectiva importante nesse sentido pode ser observada na consideração dos conceitos básicos existentes na bibliografia sobre o assunto, sem deixar de lado os conceitos de risco e vulnerabilidade que foram e estão sendo construídos a partir das experiências práticas de identificação de riscos ambientais.

Seja qual for o caminho a ser tomado, o importante é que ocorra uma aproximação cada vez maior entre a identificação de riscos ambientais e a necessidade urgente de proteger a água, seja ela um componente da natureza como também como forma de atender às necessidades humanas básicas.

Referências

ACSELRAD, H.; COLI, L. R. Disputas territoriais e disputas cartográficas. In: ACSELRAD, H. (Org.) **Cartografias sociais e território**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2008, p. 13-43.

AMARO, A. Consciência e cultura do risco nas organizações. **Territorium**, Coimbra, n. 12, p. 5-9. 2005.

CARPI JR, S.; PEREZ FILHO, A. Riscos ambientais na Bacia do Rio Mogi-Guaçu: proposta metodológica. **Geografia**, Rio Claro, v.30, n. 2, mai./ago., p. 347-364, 2005.

CARPI JR., S. **Processos erosivos, riscos ambientais e recursos hídricos na Bacia do Rio Mogi-Guaçu**. 2001. 188 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - IGCE-UNESP, Rio Claro, 2001.

CARPI JR, S.; SCALEANTE, O.; PINTO, A.; ABRAHÃO, C.; TOGNOLI, M. (Org.). Levantamento de riscos ambientais na bacia do ribeirão das Anhumas. In: TORRES, R.; COSTA, M.; NOGUEIRA, F.; PEREZ FILHO, A. (Coord.) **Recuperação ambiental, participação e poder público: uma experiência em Campinas** (FAPESP 01/02952-1). Relatório de atividades da segunda etapa do Projeto de Políticas Públicas. Campinas, 2005, 122 p. (p. 105 -118). Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/ProjetoAnhumas/pdf/riscos_ambientais_fase2.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2010.

CARPI JR., S.; SCALEANTE, O. A.; ABRAHÃO, C.E.; TOGNOLI, M.B.; DAGNINO, R. S.; BRIGUENTI, E. C. Levantamento de riscos ambientais na Bacia do Ribeirão das Anhumas. (Relatório final de pesquisa). Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/projetoanhumas/pdf/riscos_ambientais_bacia_ribeirao_anhumas.pdf>. In: TORRES, R.B.; COSTA, M. C.; NOGUEIRA, F.; PEREZ FILHO, A. (Coord.) **Recuperação ambiental, participação e poder público: uma experiência em Campinas**. Relatório Final de Pesquisa. Campinas, 2006. p. 262-302. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/ProjetoAnhumas/relatorio.htm>>. Acesso em: 22 ago. 2010.

CUNHA, I. A. Gerenciamento de riscos ambientais e a política de proteção dos mananciais em São Paulo. In: **INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente** - v.3, n.3, Artigo 4, ago./dez. 2008. Disponível em: <http://www.interfacehs.sp.senac.br/br/artigos.asp?ed=9&cod_artigo=168>. Acesso em: 25 ago. 2010.

DAGNINO, R.S.; CARPI JR, S. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro/SP, 2:2, p. 50-87, julho/dezembro 2007. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/1026/958>>. Acesso em: 20 maio 2010.

DAGNINO, R. S. **Riscos ambientais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Campinas/São Paulo**. Campinas, SP: [127p.+Anexos], 2007. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Disponível em: <<http://ribeiraodaspedras.blogspot.com/2007/12/dissertao-de-mestrado.html>>. Acesso em: 08 maio 2010.

FRICKE, G.T.; FERNANDES, B.L.; CARPI JR, S.; Transporte de produtos tóxicos junto aos sistemas produtores de água. In: HOGAN, D.J. (org.) **Qualidade ambiental e desenvolvimento regional nas bacias dos rios Piracicaba e Capivari**. Campinas: NEPAM-UNICAMP/FAPESP/PADCT, 1999. (Caderno 10).

JACOBI, P. **Moradores e meio ambiente na cidade de São Paulo**. São Paulo: Centro de Estudos de Cultura Contemporânea, 1995. 25 p. (Cadernos CEDEC, nº 43).

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E. F., BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Florianópolis: Organic Trading, 2006.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORSEUIL, C. W. **Recursos hídricos e saneamento**. Curitiba: Organic Trading, 2008.

LEAL, A.C. **Meio Ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca - Campinas, SP**- 1995. 154 p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Rio Claro: IGCE - Campus de Rio Claro, 1995.

MACEDO, C.R.; ARENALES, A.; BARONE, L. A. Considerações acerca de uma experiência de planejamento ambiental participativo em assentamento rural (caso do P.A. Primavera-Pontal do Paranapanema/SP). In: Jornada de Estudos em Assentamentos Rurais, IV; junho 2009, Campinas-SP. **Anais...** Campinas: FEAGRI-Unicamp, École des Hautes Études em Sciences Sociales de Paris, 2009.

MAFRA, C. Q.T.; MAZOLLA, M. As razões dos desastres em território brasileiro. In: SANTOS, R. F. (org.). **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, 2007, p. 10 -12.

MALJAZOVA, S.M., R.S. CJALOV. **Los procesos antropógeno-naturales y los riesgos ecológicos**. Tomo IV, Facultad de Geografía, Universidad Estatal de Moscú. Moscú: Editorial Gorodets, 2004.

MARANDOLA JR, E.; HOGAN, D. J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, Vol. VII, nº. 2, p. 95-109, jul./dez. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2004000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 20 de maio de 2010.

REBELO, F. **Geografia física e riscos naturais**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SÃO PAULO (ESTADO). Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Instituto Geográfico e Cartográfico – IGC. Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE. **Mapa das unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: IGC, 1996. Esc. 1:1000.000.

CARPI Jr., S. **Identificação de riscos ambientais e proteção da água: uma aproximação necessária**, 2011, p. 57.

Disponível em: <www.igc.sp.gov.br/copm_ugrhi.htm>. Acesso em: 22 ago. 2010.

SÃO PAULO (ESTADO). Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. (Coord.) **Mapa de Ameaças Múltiplas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas / Departamento de Água e Energia Elétrica / Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental / Instituto Geológico / Instituto Astronômico e Geofísico / Imprensa Oficial do Estado, 1998. 8 p. (Cartilha informativa)

SÃO PAULO (Estado). **Lei Estadual nº 9.866**, de 28 de novembro de 1997. Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas de mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/legisla%C3%A7%C3%A3o%20ambiental/lei%20est%201997_09866.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2010.

SCALEANTE, O. A. F. **Riscos ambientais em Apiaí-SP**. Campinas, SP: [s.n.], 2002. Dissertação. (Mestrado em Geociências). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, 2002.

SEVÁ FILHO, A.O. **GIBI – R - Glossário de imagens básicas para identificações de Riscos**. Campinas, 2002. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~seva/pdf_gibi_color_legenda.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2010.

SEVÁ FILHO, A. O. (Org.) **Riscos técnicos coletivos ambientais na Região de Campinas**. Campinas: NEPAM-UNICAMP, 1997. 70 p. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~seva/riscos_ambientais_Campinas_1997.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2010.

SEVÁ FILHO, A.O.; CARPI JR, S. **Síntese das atividades e resultados do projeto Riscos Ambientais na Bacia do Rio Mogi-Guaçu**. 25 p, 2002. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~seva/riscoambiental_mogi_sintese_sevaecarpiz2002.pdf>. Acesso em: 03 set. 2010.

SILVA, T. A. A. Risco ambiental: percepção, mobilização e naturalização por assentados rurais. In: XIV Congresso Brasileiro de Sociologia, 2009, Rio de Janeiro. **Anais do XIV Congresso Brasileiro de Sociologia**, 2009. Disponível em: <http://starline.dnsalias.com:8080/sbs/arquivos/15_6_2009_23_58_40.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2010.

ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES – UNISDR. **Terminología sobre reducción del riesgo de desastres**. Genebra: ONU, 2009, 43 p. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/eng/terminology/UNISDR-Terminology-Spanish.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2010.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP. FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, CAMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE. COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA PONTAL DO PARANAPANEMA. **Projeto**: Desenvolvimento dos Procedimentos de Criação da Área de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM) do Alto Curso da Bacia do Rio Santo Anastácio, Pontal do Paranapanema. Presidente Prudente, 2009.

VEYRET, Y.; MESCHINET DE RICHEMOND, N. O risco, os riscos. In: VEYRET, Y. (Org.) **Os Riscos – o Homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007, p. 23-79.

Sobre o autor:

¹ Salvador Carpi Junior

Geógrafo, Pesquisador do Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), Brasil.

Contato: salvador@ige.unicamp.br

CARTOGRAFIA DE SÍNTESE DE RISCOS AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DAS ANHUMAS, CAMPINAS, SÃO PAULO

Ricardo de Sampaio Dagnino¹

Fernando Marques Baroni²

Estéfano Seneme Gobbi³

Marcelo da Silva Gigliotti⁴

Introdução

Este texto apresenta o processo de elaboração de um mapa de síntese dos riscos ambientais identificados na bacia hidrográfica do Ribeirão das Anhumas e adjacências, no município de Campinas, estado de São Paulo. Trata-se de uma bacia hidrográfica marcada por características paisagísticas urbanas e rurais, com grande presença de estabelecimentos comerciais e de ensino e indústrias de diversos portes.

Os dados que serviram de base para esse trabalho foram coletados de 2003 a 2006 durante o “Projeto Anhumas”, conhecido oficialmente como Projeto de Políticas Públicas no. 01/02952 “Recuperação ambiental, participação e poder público: uma experiência em Campinas”, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Apesar de o projeto ter sido encerrado em 2006, existe uma mobilização por parte das equipes e dos coordenadores (TORRES et al., 2006) para que o trabalho realizado durante o projeto resulte em benefícios e informações úteis para a população de Campinas e, especialmente, para aquela que reside, trabalha ou circula pela Bacia. Dessa forma, desde o fim do projeto, a equipe de levantamento de riscos ambientais vem analisando, filtrando, complementando e combinando os dados provenientes das sessões de mapeamento participativo, detalhadas em Dagnino e Carpi Jr. (2006), e vem apresentando resultados recentes em eventos científicos e em palestras para estudantes. Além disso, como desdobramento do projeto Anhumas de políticas públicas, mencionado acima, foi dado início aos projetos coordenados por Compiani (2007a; 2007b), nos quais a equipe de levantamento de riscos participou com um curso de capacitação para professores do ensino médio de Campinas.

Ainda no âmbito dos desdobramentos do projeto, existe a proposta de um Atlas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Anhumas, que poderia servir de ferramenta em salas de aula do

município, além de traduzir de maneira ainda mais didática tudo aquilo que foi produzido durante o projeto e que continua à disposição da população na página do Instituto Agrônomo (<http://www.iac.sp.gov.br/>) e no Museu da Imagem e do Som, em Campinas.

O presente trabalho de síntese de riscos foi inicialmente pensado no âmbito do Atlas da Bacia do Anhumas mas pode ser examinado de maneira individual embora o melhor fosse consultar os relatórios e mapas das demais equipes do projeto Anhumas (vegetação, solos, caracterização socioeconômica, educação ambiental, etc.) em Torres et al. (2006). Nesse sentido, entendemos que o tema aqui tratado, a síntese de riscos ambientais, possui íntimas conexões com todos os demais temas do Projeto Anhumas.

Características da bacia

A bacia do ribeirão das Anhumas está situada na porção central do município de Campinas, cortando o município de sul, onde nasce o ribeirão, para o norte, onde ele deságua no rio Atibaia, já no município de Paulínia (Figura 1). Segundo dados levantados por Briguenti (2005), cerca de 50% de sua área está ocupada pelo processo de urbanização e quase 10% de sua área é coberta por ruas e rodovias asfaltadas.

Com base nos resultados do Censo 2000 para o município de Campinas, Briguenti (2005) recalculou algumas características da população em relação ao total do município. Por exemplo, em 2000, dos quase 970 mil habitantes de Campinas aproximadamente 283 mil (cerca de 29%) viviam dentro da bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas. Em termos espaciais a bacia do Anhumas, com 150 km² corresponde a 19% da área do município (796 km²).

O metabolismo de Campinas, e da Bacia do Ribeirão das Anhumas incluída, se apresenta como o resultado de um arranjo complexo: uma mistura entre o grande desenvolvimento econômico (Campinas e região são importantes contribuintes para o Produto Interno Bruto) e a proximidade com grandes centros industriais (seja uma proximidade espacial euclidiana, seja a proximidade subjetivada pela velocidade proporcionada pelas vias expressas e pelo aeroporto de carga de Viracopos). Tudo isso sem esquecer a alta taxa de urbanização e das precariedades que ela desenha em função de séculos de intenso povoamento e das décadas recentes de aceleração nesse processo. Dessa forma, riscos que já existiam foram potencializados e riscos novos

surgiram como efeito de décadas de estímulo e do acelerado ritmo de desenvolvimento da região.

Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Anhumas.



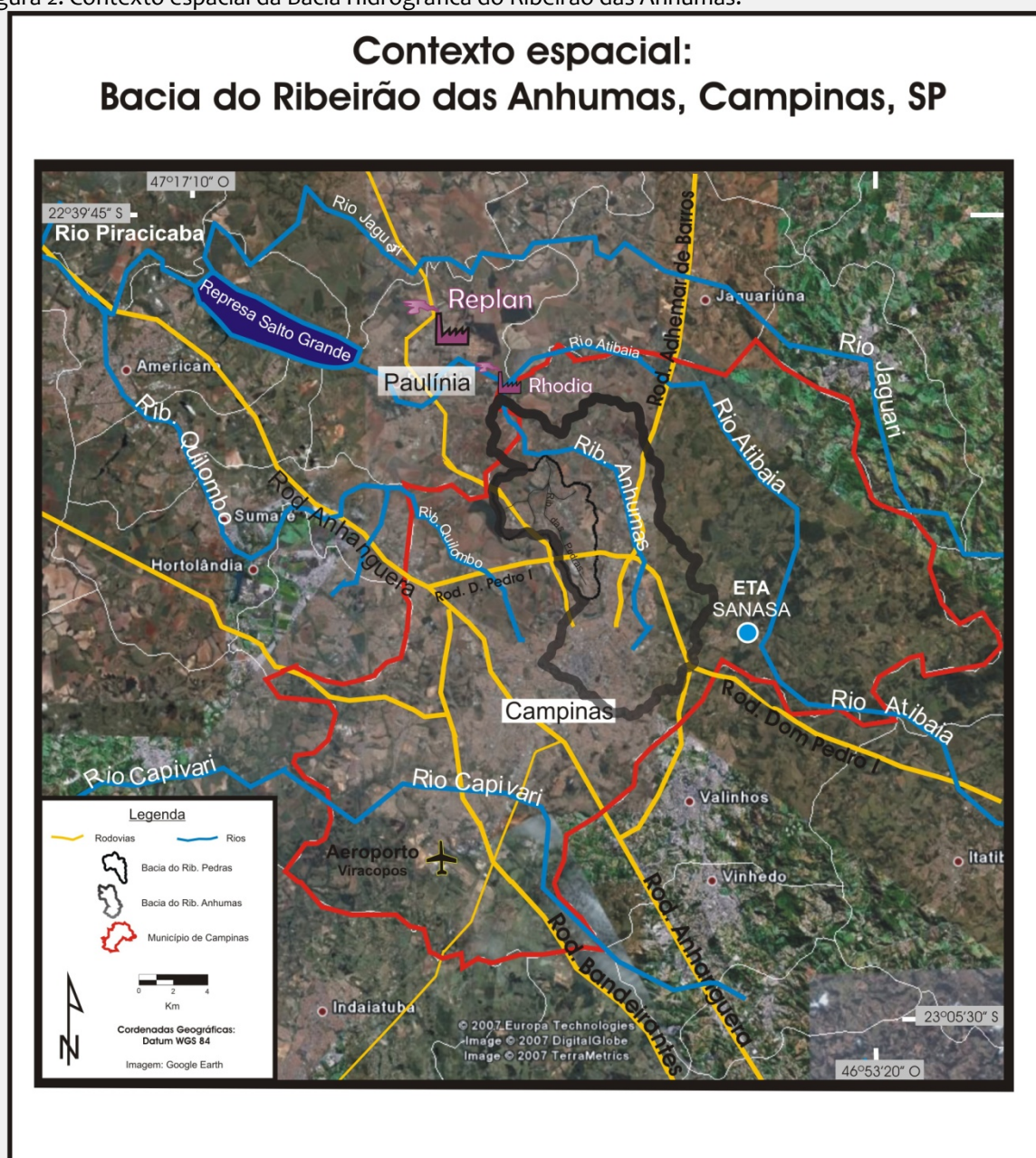
Fonte: Elaborado pelos autores em abril de 2010.

Grande parte da bibliografia consultada por Dagnino (2007) indicam que a ação do homem sobre a natureza representa o principal fator de dinamização de riscos na região de Campinas, estando os riscos naturais (de origem não antrópica) em segundo plano. Aqui, chama a atenção e existência de alterações da dinâmica fluvial proporcionadas pela ação do homem como o principal fator desencadeador dos riscos ambientais. Alguns exemplos desse tipo de alteração são: o escoamento superficial das águas afetado pela impermeabilização, o aumento e agravamento dos processos erosivos e as enchentes, a poluição dos corpos d'água e a transposição das águas.

Em Campinas, a natureza é transformada e até transfigurada pela sociedade com o objetivo de suprir suas necessidades e suas vontades e disso decorrem os riscos ambientais

existentes na bacia. Em outras palavras, o limite do risco é determinado por até onde a sociedade está disposta a ir para suprir os seus interesses e como isso pode interferir no ambiente, cujo efeito final poderá ser percebido pela população (DAGNINO; CARPI JR., 2007). O mais importante é buscar a essência por detrás da aparência e admitir que: por detrás deste enorme desenvolvimento econômico existem riscos (e vulnerabilidades); existem pessoas carentes de acesso aos serviços de saúde e alimentação equilibrada; existem habitantes que consomem seletivamente e/ou em excesso, e que depois descartam grande quantidade disso em aterros, córregos e lixões a céu aberto.

Figura 2: Contexto espacial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Anhumas.



Fonte: Elaborado pelos autores em abril de 2010.

Algumas características identificadas por Dagnino (2007) com base em trabalhos de campo e em fontes secundárias – destacadamente os trabalhos de Sevá Filho (1997, 2001) – podem ser visualizadas na Figura 2 e devem ser lembradas ainda que não nos detenhamos aqui nos pormenores delas:

(1) A área de estudo, a Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Anhumas, está dentro de uma bacia furada, a bacia dos rios Jaguari-Piracicaba. Ela pode ser chamada de bacia furada, na acepção do termo cunhado por Sevá Filho (1997), pois grande parte de suas águas não desce pelo rio abaixo, encaixadas nos talwegues, em direção à parte mais baixa do relevo, como normalmente são os rios. A partir dessa bacia são desviadas grandes quantidades de água pelo Sistema Cantareira que serve para abastecer a cidade de São Paulo e, além disso, são feitas transposições para abastecer as cidades de Campinas, Jundiaí e Hortolândia.

(2) A Bacia do Rib. das Anhumas e a sub-bacia do Ribeirão das Pedras não são bacias furadas, ao contrário, elas são “engrossadas”. Elas têm suas vazões aumentadas por dois motivos principais. Em primeiro lugar, devido à transposição realizada pela Sociedade de Abastecimento de Água S.A (SANASA), que puxa água do Atibaia, na altura do Distrito de Sousas, e distribui para as residências, indústrias, instituições de ensino e pesquisa, etc., que depois despejam esta água nas Bacias do Rib. das Anhumas e no Rib. das Pedras e só mais tarde chegará de volta ao Atibaia. Além disso, as bacias do Anhumas e do Pedras podem ser consideradas engrossadas devido ao grande número de poços artesianos e de águas mais profundas que são jogadas na superfície e/ou nos esgotos. Bons exemplos disso são os casos do Shopping Dom Pedro e da Unicamp que despejam suas águas no Ribeirão das Pedras. Assim, pode-se dizer que a grande quantidade de água que corre no Anhumas e no Pedras é maior do que antigamente, quando não havia iniciado o processo de transposição.

(3) Das sub-bacias do Jaguari-Piracicaba a do Atibaia é uma das que possui os piores indicadores de qualidade. Do rio Atibaia é retirada a água que vai abastecer cerca de 90% dos domicílios de Campinas e nela podem ser encontradas grandes quantidades de hormônios, interferentes e disruptores endócrinos – componentes com risco de causar câncer e outras doenças além de perda ou diminuição de fertilidade humana, para maiores informações ver Ghiselli (2006). E dentro da bacia do Rio Atibaia, a bacia do Rib. das Anhumas é uma das mais poluídas. Mesmo depois da inauguração do que foi propagandeado como a maior Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do interior do Brasil, a ETE do Anhumas, as águas ainda chegam cheirando mal no rio Atibaia. A sub-bacia do Ribeirão das Pedras ainda sofre com os despejos dos efluentes que sobram da ETE do Shopping Parque Dom Pedro e chegam cheirando mal ao Distrito de Barão Geraldo, onde se situa a Universidade Estadual de Campinas, para depois desaguar no Rib. das Anhumas.

(4) Além das águas do Ribeirão das Anhumas (que tem nascentes no centro da cidade de Campinas), o rio Atibaia recebe as águas de outros rios e ribeirões que atravessam cidades da região de Campinas cuja qualidade das águas está bastante comprometida. Como exemplo pode-se destacar alguns rios e as cidades que comprometem suas águas: Rio Atibainha (Nazaré Paulista), Rio

Jacaré (Itatiba), Rio Pinheiros (Valinhos), Rio das Cabras (Distrito de Sousas/Campinas).

(5) Dentro da Bacia do Anhumas, a ocupação na sub-bacia do Ribeirão das Pedras é bastante peculiar devido a uma série de restrições, como a urbanização verticalizada de grande porte e outras, impostas pelo Plano Local de Gestão Urbana de Barão Geraldo elaborado em 1996, como consta em Dagnino (2007). Nesse plano existe o artigo 35 que institui a criação do Parque linear do Ribeirão das Pedras, que atualmente convive com a poluição do rio. A bacia do rib. das Pedras possui outras peculiaridades como o significativo número de matas e fazendas tombadas pelo patrimônio, o grande número de km² ocupados por áreas de ensino/pesquisa, o alto custo de aluguel de imóveis, tudo isso combinado com diversas situações de risco algumas delas – pelo menos 120 – mapeadas por Dagnino (2007).

(6) Na bacia residiam em 2000 mais de 280 mil habitantes e ainda circulam diariamente uma quantidade imensurável de pessoas. E este número pode duplicar se forem contabilizadas aquelas pessoas que não residem na bacia mas trabalham e/ou estudam nela. Por último não se deve esquecer as milhares de pessoas que trafegam pelas rodovias que cruzam a bacia e os muitos caminhões repletos de produtos perigosos que são abastecidos em Paulínia no pólo petroquímico e na Refinaria do Planalto Paulista (REPLAN) e, depois, trafegam pelas estradas da região em direção à outras localidades.

(7) Para sustentar o metabolismo urbano de Campinas existem diversas subestações de energia elétrica e pela bacia cruzam linhas de transmissão de alta tensão, além de muitos Gasodutos e Oleodutos.

Esse panorama geral da bacia hidrográfica do Anhumas procurou mostrar o contexto em que ela está inserida. Se de um ponto temos uma região metropolitana bastante marcada pelo desenvolvimento econômico e social, por outro ponto de vista temos um sistema natural, notadamente o sistema hídrico, bastante alterado pela ação humana. Como se pode perceber até aqui são muitos os riscos que incidem nessa bacia hidrográfica e, à medida que avançarmos o olhar para dentro da bacia – como faremos mais adiante – ficará mais claro que esses riscos externos somam-se aos que existem dentro dela própria.

O termo Bacia de Riscos, cunhado por Rebelo (2003, p. 262), parece sintetizar uma das principais características da bacia hidrográfica do Rib. das Anhumas, qual seja a existência de diversos riscos e interligação entre eles em um mesmo espaço: “A convergência num local ou mesmo numa região de dois ou mais riscos, que até podem vir a manifestar-se ao mesmo tempo, originando crises complexas, leva a que a esse local ou região se dê o nome de bacia de riscos.” (REBELO, 2003, p. 262).

Esse é o caso quando existe a convergência de riscos de origem natural com riscos de origem tecnológica e/ou social; por exemplo, forte precipitação (natural), associada à ocupação de várzeas (social) e a construção de avenidas e a canalização e retificação de um curso d'água (tecnológica). Assim, temos uma área que é alagada constantemente onde antes havia brejos e matas ciliares. Neste caso existem vários riscos de origem diferentes e que juntos contribuem para formar uma bacia de riscos. Percebe-se que analisar independentemente um risco do outro perde sentido, pois na realidade o problema diz respeito à complexidade e convergência dos diversos riscos formando uma situação particular.

Em outro trecho, Rebelo (2003, p. 266) reforça ainda mais a viabilidade de um uso do risco sob a perspectiva da geografia:

E quando nos colocamos numa perspectiva geo-cindínica, isto é, quando fazemos intervir a Geografia na teoria do risco, o que se verifica é que para um só local podem estar presentes diversos riscos, levando à constatação da existência de verdadeiras bacias de riscos, não sendo de desprezar a hipótese de que eles possam até um dia manifestar-se em conjunto. (REBELO, 2003, p. 266).

A idéia de abordar os riscos ambientais na Bacia não em termos pontuais ou específicos, mas em termos de uma bacia de riscos motiva a busca por uma integração possível através da abordagem sintética das unidades homogêneas de riscos. Antes de passar para as unidades propriamente ditas entramos um pouco nos fundamentos que estão por trás de uma cartografia de síntese.

O que é uma cartografia de síntese?

A síntese das informações é uma das tarefas mais freqüentes da geografia. Além da meta da geografia pelo conhecimento das características semelhantes em determinados espaços e a diferenciação destes em relação aos outros, a busca por identificar regiões e unidades homogêneas e mapeá-las, construindo representações com um grande grau de síntese, remete a uma idéia fundamental da geografia:

A afirmação da geografia, como ciência de síntese, na busca da classificação, fez com que a cartografia temática se encaminhasse no ensejo da concretização do mapa de síntese, na pretensão de alcançar ser um fecho do conhecimento científico, unificando assim, os estudos sistemáticos realizados pelas demais ciências. (MARTINELLI, 2009a).

O professor Marcello Martinelli, há décadas contribuindo para o avanço da cartografia ambiental, avalia que a cartografia de síntese é o resultado de um processo que começa com um conjunto de mapas analíticos que, depois de diversos ajustes e escolhas, dá origem a um mapa de síntese. Dessa forma, transpomos as informações de diversos mapas em apenas um, capaz de apresentar de maneira mais simplificada do que seria uma representação que somasse todos os elementos iniciais:

Na cartografia de síntese não se conta mais com o registro exaustivo dos elementos constituintes, e sim a fusão deles em tipos. Isto significa identificar e delimitar conjuntos espaciais que significam agrupamentos de lugares ou áreas unitárias de análise caracterizadas por agrupamentos de atributos ou variáveis [...] (MARTINELLI, 2009b).

Dessa forma, a grande tarefa colocada para uma representação de síntese é fazer convergir os elementos em tipos. Martinelli (2009a) ressalta que o mapa de síntese é o resultado de uma delimitação de tipos de conjuntos espaciais, agrupamentos de lugares ou áreas caracterizadas por agrupamentos de atributos ou variáveis. No caso do presente estudo, tratamos de agrupamentos espaciais de situações de riscos que formam unidades homogêneas de riscos.

A adoção de uma cartografia de síntese procura resolver também uma questão de escala. A síntese permite variar a escala sem perder a visão clara dos atributos que compõe uma unidade ou agrupamento. Durante o trânsito escalar que ocorre quando um risco que foi mapeado numa escala de detalhe e com uma feição específica (pontual, areal ou linear) passa a ser representado noutra escala - desta vez na forma de um agrupamento de riscos dentro de uma unidade espacial - perde-se o detalhe, mas se ganha em síntese.

Nesse sentido há que distinguir o que é escala cartográfica e o que é escala geográfica:

Os fenômenos geográficos ocorrem em todas as escalas. Sua percepção, contudo, torna-se impossível dependendo da escala em que se trabalha. A escala dos fenômenos que se dão no espaço é geográfica, embora sua representação seja feita por meio da cartográfica. Em determinadas escalas (geográficas maiores) alguns fatores não aparecem, ou mesmo são visíveis. Neste caso, se faz necessário mudar de escala, o que repercute na perda da visão de alguns destes fatores/agentes. (ZACHARIAS, 2008, p. 44).

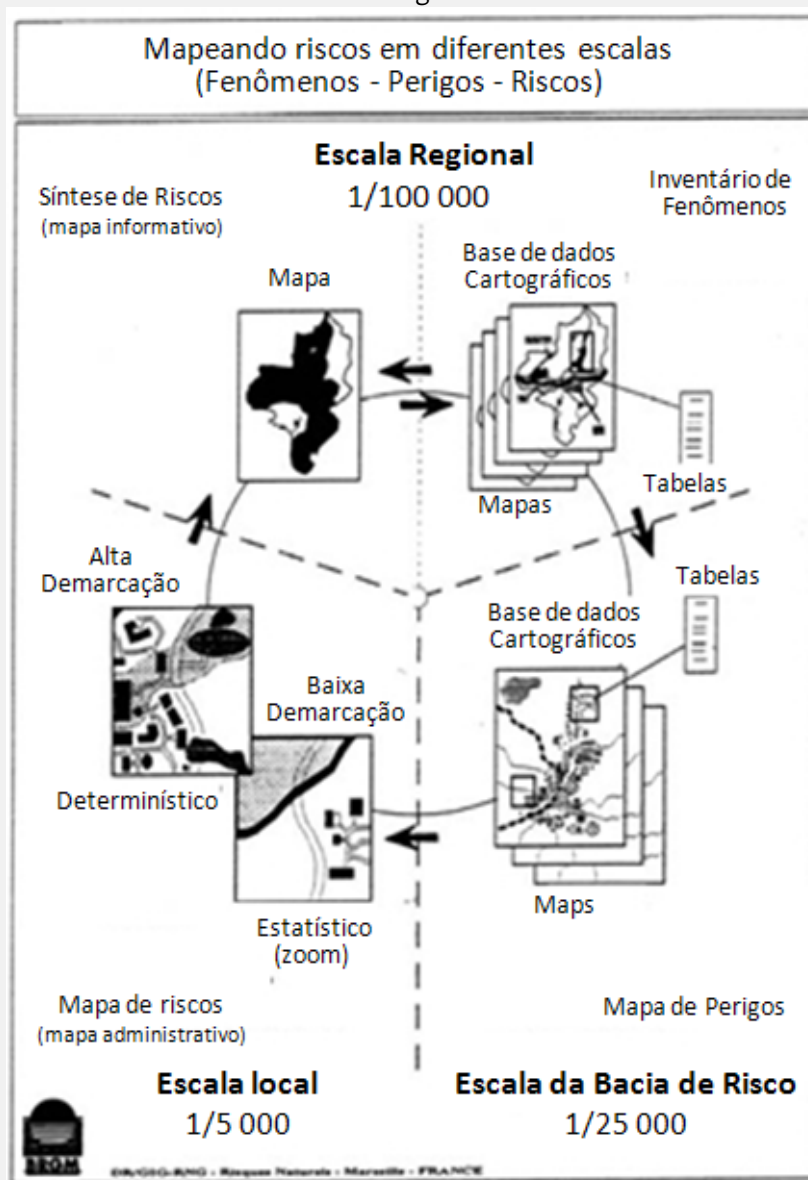
Cascini et al. (2005, p.204) mostra que Leroi (1996) identifica que a questão da escala dos mapas (escala cartográfica) é um tópico de difícil escolha. Essa escolha varia por diversos motivos, dentre eles estão a comunidade técnica e científica, as escolhas sociopolíticas e a disponibilidade de recursos. Leroi (1996) introduz o mapeamento de riscos como um problema que se apresenta em diferentes escalas, com cada uma delas possuindo um sentido e um objetivo.

Como se faz um mapa de síntese

A figura 3, adaptada de Leroi (LEROI, 1997 apud CASCINI et al., 2005, p.204), mostra esquematicamente como se opera o processo de transformação de uma série de mapas analíticos, seja de riscos (em escalas da bacia de riscos, de 1:25000), seja de perigos (em escala local, 1:5000), alcançando-se uma escala regional (1:100000).

Nesse trabalho o resultado final será um mapa de síntese de riscos (mapa informativo), em escala regional, com escala diferente da proposta acima. No nosso caso o mapa final será na escala 1:65000. Entretanto, ele se baseará nos procedimentos propostos por Leroi (1997) e será uma conjunção de mapa de síntese e inventário de fenômenos.

Figura 3: Mapeando riscos em diferentes escalas cartográficas.



Fonte: Elaborado pelos autores em abril de 2010, a partir de Leroi (LEROI, 1997 apud CASCINI et al., 2005, p.204).

No caso do presente trabalho, os mapas iniciais são 6 mapas temáticos (Figura 4), cada um referente a um tema abordado durante as reuniões de mapeamento participativo de riscos (ar, solo, animais e vegetação, água, vulnerabilidade, resíduos), como se pode ver em Carpi Jr. et al. (2006).

Cada um desses mapas (em escala 1:25000, como sugere a bibliografia), além do tema, traz uma base sobre a qual os riscos foram sobrepostos (em diferentes feições: pontos, linhas e áreas); essa base é composta pelos seguintes atributos: vias de acesso, estradas e caminhos;

quadras (no meio urbano) e cercas ou limites de propriedades (no rural); cursos e corpos d'água e algumas toponímias referentes a locais relevantes.

Depois de mapeadas as feições de riscos ambientais, apontadas pela população durante as reuniões participativas, em ambiente digital, foram gerados seis mapas que podem ser visualizados na Figura 4. Os mapas apresentam os riscos relativos às seguintes características:

- 1) **Água:** situações de risco ambiental que afetam os sistemas de drenagem superficial e subterrânea, riscos relativos a precipitação e escoamento superficial, bem como processos associados a intervenções no escoamento.
- 2) **Ar e poluição atmosférica:** situações de risco ambiental que podem afetar a qualidade do ar, inclusive poluição sonora; estão incluídas aqui as atividades com grande dispersão de poluentes na atmosfera, áreas com grande acúmulo de partículas por aglomerações urbanas, densidade de veículos, atividades industriais de grande impacto, dispersão irregular de materiais voláteis.
- 3) **Vegetação e animais:** riscos relacionados à destruição ou degradação da cobertura vegetal e risco proveniente da presença de animais, com ênfase nos riscos à saúde pública; no qual se entende a ocorrência de vetores de zoonoses, animais silvestres e de criação apresentando-se como vetor a algum risco à saúde humana.
- 4) **Solo, agricultura e mineração:** situações de risco relacionadas às atividades agrícolas e de extração mineral afetando direta ou indiretamente os solos; permite identificar as áreas de frente de urbanização, áreas de transição rural-urbano e áreas rurais devido à grande parcela de solo exposto (no rural) ou a alta impermeabilização do solo (no urbano); envolve também ocorrências relacionadas à perda ou acúmulo de solo, a depender do processo acarretado e relatado no local.
- 5) **Resíduos e contaminações:** riscos e possíveis contaminações decorrentes da disposição inadequada de resíduos sólidos, lixo, entulho, resíduos industriais e do setor de serviços; acúmulo, abandono, destino irregular, ou em áreas inapropriadas; resíduos hospitalares; destino inadequado de insumos agrícolas e esgoto industrial ou urbano.
- 6) **Fatores de Vulnerabilidade social,** talvez o risco de mais tênue delimitação, uma vez que pode se tratar da associação do uso da terra feito por ação antrópica dentro da área da bacia, incluindo, assim, todos os riscos aventados.

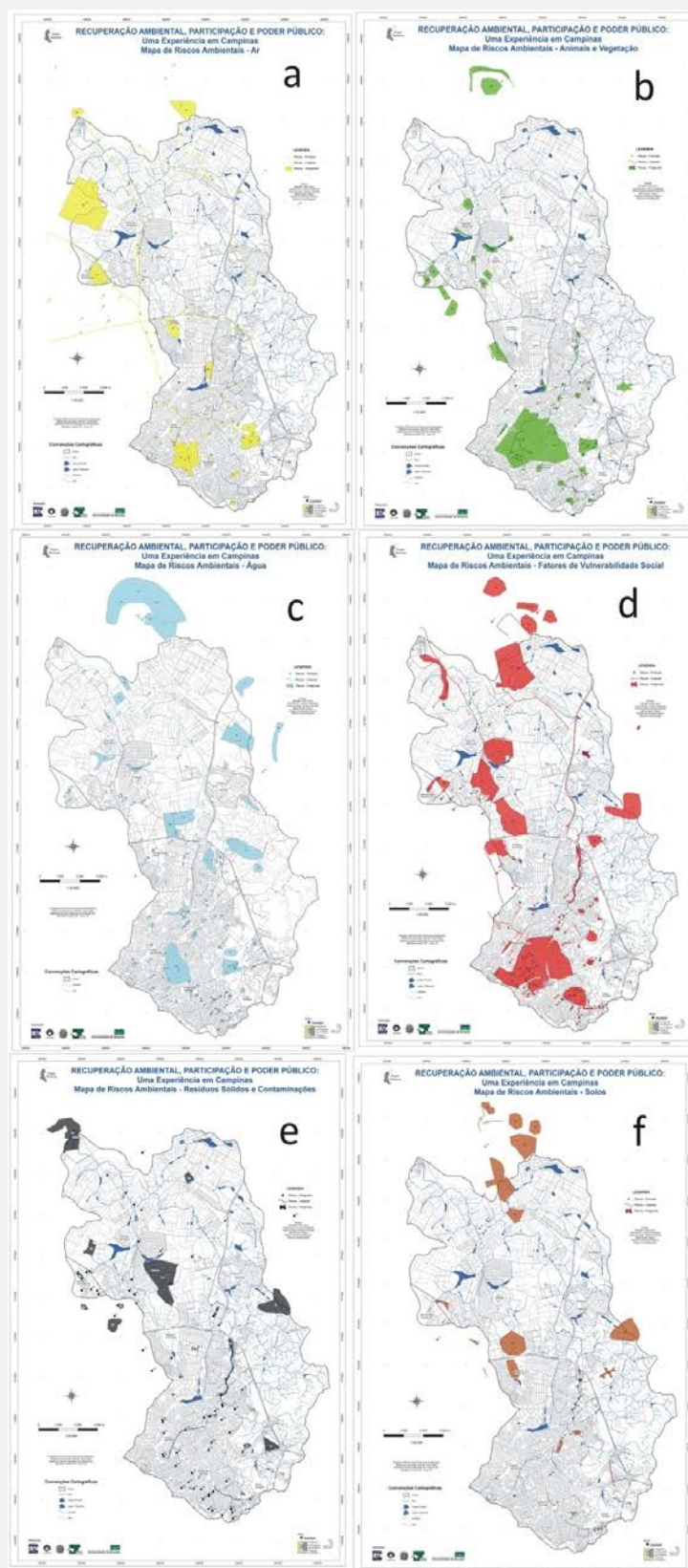
Com isso, para o presente trabalho de mapa de síntese fez-se o recorte no qual se inserem dentro desta categoria apenas os riscos relacionados à vulnerabilidade de ocupação: residências

irregulares, situadas em áreas de grande fragilidade frente às dinâmicas da bacia, por exemplo. Além disso, intentou-se abranger atividades sociais as quais acarretam, ou se fazem em função, da degradação urbana em dadas áreas da bacia, englobando atividades ilícitas, que podem acarretar riscos à saúde humana, queira por meio da violência, queira por representar foco de dispersão de doenças transmissíveis pelo uso de drogas, como por atividades inerentes a degradação das glebas urbanas.

Foram identificadas pelos participantes do Projeto Anhumas 675 situações de risco na bacia do ribeirão e área de entorno (que variava de acordo com a visão dos participantes). Uma breve olhada nos resultados, disponíveis em Carpi Jr. et al. (2006, p.287), remetem ao temas que foram mencionados com maior frequência durante as reuniões de mapeamento: “vulnerabilidade social”, tema mencionado 163 vezes; “água”, com 144 citações; “vegetação e animais”, com 114; “resíduos e contaminações”, tema identificado no mapa 102 vezes; “ar e poluição atmosférica”, 94; “solos, agricultura e mineração”, 58 citações.

Como identifica Carpi Jr. et al. (2006, p.287), a maior ou menor ocorrência de situações de risco conforme o tema dependeu fundamentalmente das características da ação humana sobre o ambiente local, mas outros fatores podem estar envolvidos. Como exemplos podem ser citados: a maneira como os riscos são percebidos pelas pessoas e são expostos pelas mesmas durante as reuniões de mapeamento participativo do projeto Anhumas; a maior abertura para aceitar visões diferentes dos participantes e a forma de condução dos trabalhos pelos mediadores e relatores do projeto; o interesse e a maior participação em determinados grupos temáticos; o perfil dos participantes (líderes comunitários, pesquisadores, professores, donas-de-casa).

Figura 4: Mosaico dos seis mapas contendo as 675 situações identificadas durante o projeto Anhumas. A divisão dos riscos foi feita segundo o risco em mapas temáticos: (a) Ar; (b) Animais e Vegetação; (c) Água; (d) Vulnerabilidade Social; (e) Resíduos sólidos e contaminação; (f) Solos.



Fonte: Elaborado pelos autores em abril de 2010, a partir de Torres et al. (2006).

O mapa síntese da Bacia do Ribeirão das Anhumas

A proposta de um mapa de síntese é “fugir” do pontual e do específico criando unidades homogêneas através de uma associação de situações de risco por áreas. Sendo assim, a adoção de unidades homogêneas permite representar os riscos da Bacia do Anhumas em escalas menores (de menor zoom) possibilitando enxergar além da “nuvem de pontos” que seria um mapa onde simplesmente fosse ajustado o zoom. Ao se adotar estas unidades, se homogeneízam os riscos e se adota a premissa de que eles estão ocorrendo em toda aquela unidade. Isso não representa necessariamente um problema, pois quando são escolhidas as unidades homogêneas não só a localização dos riscos é levada em conta mas também os tipos de riscos e suas inter-relações.

Assim, procurou-se preservar áreas com ocorrências e feições de ocupação semelhantes dentro do mesmo polígono. Via de regra, ao utilizar tal técnica de agrupamento de riscos em unidades homogêneas deve-se atentar para a diminuição do detalhe, bem como para a generalização de algumas ocorrências em áreas maiores que sua delimitação original, atitudes necessárias para favorecer a linguagem gráfica, objetivando-se uma leitura mais didática e de fácil acesso do material cartográfico, agora com escala menor, ou seja, com menor detalhe.

Além da generalização dos riscos apresentados inicialmente nos seis mapas temáticos optou-se por fazer uma re-categorização deste, em função das ocorrências mapeadas. As situações de riscos inicialmente divididas em seis tipos (Água; Ar e poluição atmosférica; Vegetação e animais; Solo, agricultura e mineração; Resíduos e contaminações; Fatores de Vulnerabilidade social) e 3 feições (ponto, linha e polígono), como aparece na figura 4, passaram a ser representadas segundo a homogeneidade dos riscos e os locais de ocorrência.

O resultado são unidades homogêneas que sintetizam as relações entre os riscos em cada uma delas (figuras 5 e 6, e dados na tabela 1). Nota-se que, desta forma, a síntese é alcançada através da retirada da divisão em feições espaciais de riscos (ponto, linha e polígono) e englobando também em um mesmo mapa as seis diferentes categorias de riscos.

Para tal fez-se uma releitura das situações mapeadas, na qual foi feita a correlação entre estas nas diferentes ocorrências inventariadas, agrupando-se as semelhantes, ou que se relacionavam ao mesmo grande processo motriz ainda que associadas a riscos diferentes, ou seja,

riscos que se distribuíam em classes diferentes, mas eram indispensáveis para o entendimento da ocorrência na realidade, ou para o entendimento da dinâmica dos riscos numa dada região, trazendo assim, uma visão holística dos relatos feitos durante as reuniões públicas.

Entretanto, categorizar tais ocorrências apenas pela sua classe mais influente poderia causar uma leitura errada da proposta do mapa de riscos. Assim, em função disso, optou-se pela criação de uma segunda categoria, a de riscos associados (já presentes no material base pois haviam sido registradas durante as reuniões públicas) de modo a facilitar o diálogo entre as seis classes de risco.

A figura 5 apresenta um mapa com duas hierarquias, risco principal e risco associado, além da compartimentação por cursos da bacia (A=alto; M=médio; B=baixo).

Estabeleceu-se uma hierarquia reduzida de riscos associados, para facilitar a leitura do mapa síntese, optando-se pelo uso de apenas duas classes – risco principal e risco associado. Os riscos principais aparecem com cores semelhantes às atribuídas para cada tipo de risco nos seis mapas analíticos e os riscos associados estão representados por hachuras lineares e pontuais, cada qual com um padrão definido para uma dada classe de risco associado. Nas hachuras foram alternadas a cor preta e branca, de modo que a sobreposição destas com as cores dos polígonos do risco principal não acarretassem na poluição visual do mapa resultante.

Entretanto, a criação dos polígonos de ocorrência de riscos ambientais dentro da bacia do Ribeirão Anhumas não se utilizou apenas destas classes de risco para sua delimitação, utilizou-se junto a estas, inúmeras informações computadas durante as reuniões públicas de mapeamento participativo como áreas de risco que sofrem influência de áreas externas a bacia de forma direta (fato comum principalmente com relação aos riscos relacionados à dinâmica e poluição atmosférica, sonora e eletromagnética – que não costumam respeitar limites geomorfológicos do relevo, que são os limites definidores da bacia hidrográfica).

Outro dado proveniente das tabelas do projeto Anhumas utilizados aqui é o de uso da terra na região que associado a malha viária possibilita sua melhor caracterização. Como exemplo, tem-se: os riscos relacionados ao solo, muito freqüentes nas áreas rurais, ou de frente de urbanização ou grandes áreas de alagamento, com riscos relacionados, em sua maioria, às áreas

de alto índice de urbanização e impermeabilização do solo; áreas com maior vulnerabilidade social relacionadas às áreas de ocupação ilegítimas, ou com carência de infra-estrutura urbana.

A figura 6 traz um segundo mapa que utilizou como base os riscos principais (Água; Ar e poluição atmosférica; Vegetação e animais; Solo, agricultura e mineração; Resíduos e contaminações; Fatores de Vulnerabilidade social) e os principais usos da terra na bacia (Rural; Baixa urbanização e frentes de urbanização; média urbanização; alta urbanização; ocupações ilegítimas, irregulares ou áreas de interesse social – onde se inclui as Áreas de Preservação Permanente nas margens dos corpos d'água).

Os riscos principais receberam as mesmas cores do mapa anterior, que são semelhantes às cores dos seis mapas analíticos, e os usos da terra foram representados através de texturas diferentes das colocadas no mapa anterior objetivando evitar confusão entre as diferentes informações.

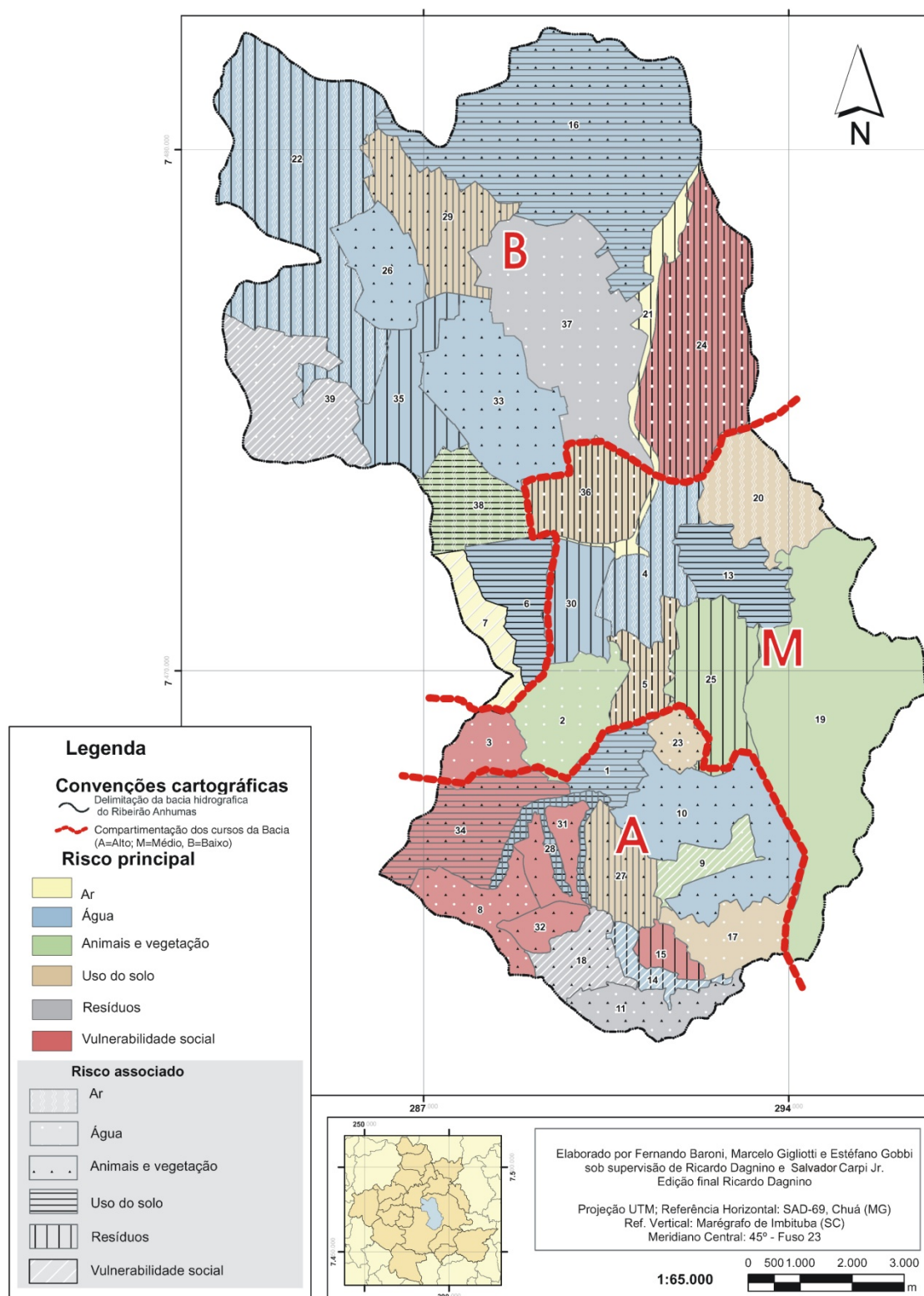
As texturas escolhidas para representar os usos da terra foram: hachuras para representar urbanização; pontos para ocupações ilegítimas, irregulares, etc; e transparência para uso da terra do tipo rural. A intensidade da urbanização foi diferenciada através da densidade de hachuras por área (hachuras mais espaçadas para representar baixa urbanização e hachuras mais próximas para alta urbanização). Optou-se pelas setas, vindas de fora da bacia hidrográfica em direção a uma determinada unidade homogênea de risco (polígonos numerados no mapa) para caracterizar as áreas que sofrem influência externa da bacia.

Tal material, mesmo contando com dois mapas com informações gráficas pertinentes, torna-se incompleto frente à riqueza de informações tratadas, se não esquematizados na forma de uma tabela de classes taxonômicas.

Através da tabela 1 pode-se entender melhor a estrutura das legendas, bem como identificar de forma mais detalhada o tipo de ocorrência característico da cada área, assim como associar tais polígonos à sua região de influência. Essa tabela é uma simplificação de uma mais completa que permite remontar aos 675 riscos divididos nos seis mapas. A tabela mais completa - que poderá ser ligada através da linha "ID SIG" nesta tabela - pode ser consultada em Dagnino et al. (2010).

Figura 5: Mapa síntese dos riscos na bacia do ribeirão das Anhumas com risco principal e risco associado, segundo a compartimentação por cursos da bacia (A=alto; M=médio; B=baixo).

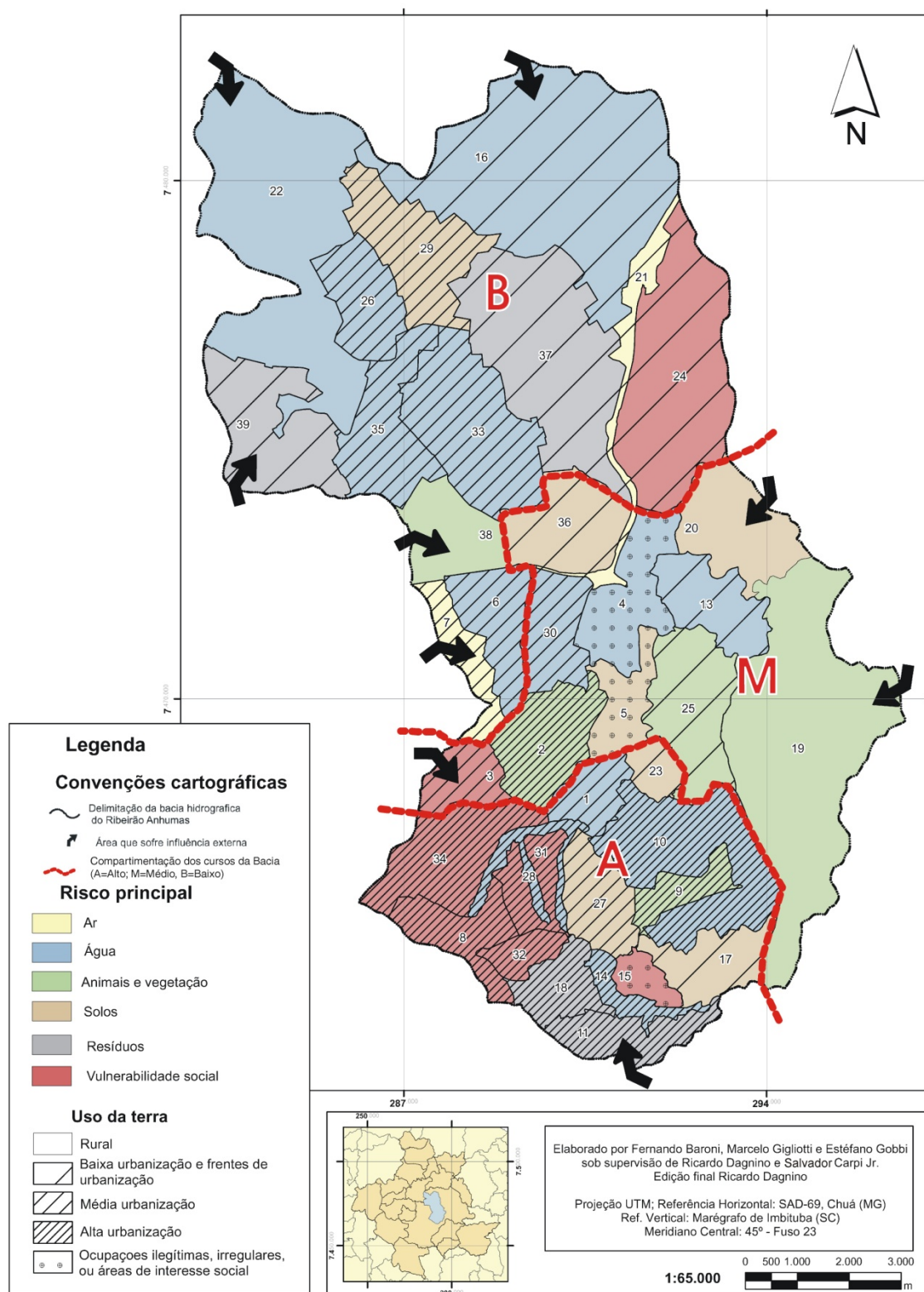
Síntese de Riscos Ambientais da Bacia do Ribeirão das Anhumas; Campinas - São Paulo



Fonte: Elaborado pelos autores em abril de 2010.

Figura 6: Mapa síntese dos riscos na bacia do ribeirão das Anhumas com risco principal e o uso da terra, segundo a compartimentação por cursos da bacia (A=alto; M=médio; B=baixo).

Síntese de Riscos Ambientais da Bacia do Ribeirão das Anhumas; Campinas, São Paulo



Fonte: Elaborado pelos autores em abril de 2010.

Tabela 1: Síntese de riscos para consulta junto ao mapa síntese.

DAGNINO, R. de S.; BARONI, F.M.; GOBBI, E.S.; GIGLIOTTI, M. da S. *Cartografia de síntese de riscos ambientais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Anhumas, Campinas, São Paulo*, 2011, p. 78.

Risco mais influente	Riscos associados	ID síntese	Ocorrência predominante	Localização	Curso	Uso da terra - impermeabilização	Influência externa	ID SIG
Ar	Resíduos	21	Tráfego intenso de veículos pesados e poluição do ar.	Rod. Ademar de Barros (SP 340)	Alto	Urbano - Baixa	Não	6
	Vulnerabilidade social	7	Poluição atmosférica, fluxo intenso de veículos e violência urbana.	Santa Genebra e Vila Costa e Silva	Baixo	Urbano - Média	Sim	15
Animais e vegetação	Desmatamento	19	Desmatamento em APA e risco de extinção de espécies.	Fazenda São Quirino	Médio	Rural	Sim	19
	Poluição do ar e Uso do solo	38	Cultivo agrícola com pulverização de agrotóxicos	CEASA e adjacências.	Baixo	Rural	Sim	11
	Água e Resíduos.	2	Animais peçonhentos em residências, desmatamento, despejo de resíduos em corpos d'água.	Entorno do Pq. Portugal	Médio	Urbano - Alta	Não	21
	Água e Vulnerabilidade social	9	Presença de animais vetores de doenças, silvestres pragas urbanas e de grande incidência de doenças relacionadas a estas.	Vila Brandina	Alto	Urbano - Alta	Não	32
	Resíduos	25	Plantações e criação de animais com descarte de resíduos em áreas irregulares.	Bairro 31 de Março	Médio	Urbano - Baixa	Não	23
Água	Poluição do ar e Resíduos	22	Área rural sujeita à frente de urbanização recente; desmatamento, poluição e mudança da dinâmica de corpos hídricos superficiais e poluição atmosférica devido à proximidade com a Replan e Rhodia.	Trecho rural entre Rod. Gen. Milton Tavares e Av. Albino J. B. de Oliveira.	Baixo	Rural	Sim	1
		4	Despejo de esgoto e resíduos em curso d'água.	Núcleo Gênesis	Médio	Ocupação Irregular	Não	13
	Animais e vegetação	26	Áreas agrícolas loteadas, frente de expansão urbana de média densidade. Desmatamento; migração de animais vetores de doenças, despejo de esgoto in natura em corpos superficiais e instabilização dos sistemas hídricos.	Condomínios Barão do Café, Rio das Pedras e adjacentes, loteamentos de classe A e B.	Baixo	Urbano - Média	Não	3
		33	Despejo de esgoto e rejeitos em corpos superficiais e transmissão de doenças por vetores.	Unicamp, áreas médicas e bairros adjacentes	Baixo	Urbano - Média	Não	10
		10	Ocupação urbana em áreas próximas a cursos d'água e pontos de alagamento.	Parque Brasília, Jardim Planalto, Vila Brandina e entorno	Alto	Urbano - Alta	Não	29
	Animais e vegetação e Uso do solo	16	Contaminação da água e do solo por lançamento de esgoto, problemas de zoonoses e inundações. Riscos associados ao gasoduto (perigo de explosão e vazamento).	Bairro Vale das Garças, Village e adjacências	Baixo	Urbano - Baixa	Sim	2
		1	Inundações, lançamento de efluentes, exploração de areia, despejo de entulho, animais nocivos a saúde humana.	Bairro São Quirino	Alto	Urbano - Média	Não	24
	Uso do solo	6	Assoreamento de corpos d'água, impermeabilização e erosão do solo.	Entorno Shopping Dom Pedro	Baixo	Urbano - Média	Não	16
		13	Represas irregulares, crescente urbanização, impermeabilização do solo, alteração de cursos de água.	Pq. Imperador e entorno	Médio	Urbano - Baixa	Não	18
	Uso do solo e Resíduos	28	Alagamentos e impermeabilização de nascentes.	Av. Anchieta, Orosimbo Maia e José de Sousa Campos	Alto	Urbano - Alta	Não	27
Água	Resíduos	35	Rápida urbanização; crescente impermeabilização do solo, ocupação de Áreas de Preservação Permanente, lançamento de esgoto e resíduos.	Parcela do centro de Barão Geraldo, Faz. Rio das Pedras e Cidade Universitária	Baixo	Urbano - Média	Não	9

Risco mais influente	Riscos associados	ID síntese	Ocorrência predominante	Localização	Curso	Uso da terra - impermeabilização	Influência externa	ID SIG
	Resíduos	30	Contaminação de corpos superficiais e lençol freático por rejeitos e entulho.	Entorno da Avenida Miguel N. N. Burnier	Médio	Urbano - Média	Não	17
	Resíduos e Vulnerabilidade social	14	Polição do rio (esgoto e dejetos), má conservação de equipamentos urbanos (pinguelas) associados a corpos superficiais.	Norte dos bairros Orosimbo Maia Parapanema	Alto	Urbano - Alta	Não	35
Solos	Polição do ar	6	Uso de agrotóxico e contaminação da água e solo.	Sítio Santa Bárbara	Baixo	Rural	Sim	14
	Animais e vegetação e Resíduos	29	Áreas de extração de areia e argila e locais de depósito de entulho, atividades sem regularização e fiscalização.	Bairro Guarã e entorno	Baixo	Urbano - Média	Não	4
		27	Movimentos de massa, erosão, desmatamento da mata ciliar e descarte irregular de resíduos.	Bairro Nova Campinas	Alto	Urbano - Média	Não	28
	Água	17	Lagoa contaminada e presença de animais vetores de zoonoses.	Entorno do Pq. Ecológico Monsenhor Emílio José Salim	Alto	Urbano - Baixa	Não	37
	Água e Animais e vegetação	23	Movimento de massa, desmatamento e inundações.	Jardim Líria	Alto	Urbano - Baixa	Não	25
	Água e Resíduos	36	Contaminação do solo por agrotóxicos, lançamento de esgoto in natura e despejo de entulho em corpos superficiais.	PUCCAMP, e bairro Parque das Universidades	Médio	Urbano - Baixa	Não	12
		5	Assoreamento e erosão, despejo de entulho, esgoto em corpos d'água, ocupação irregular.	Médio curso do Anhumas	Médio	Ocupação Irregular	Não	22
Resíduos	Animais e vegetação e Vulnerabilidade social	18	Acúmulo de resíduos e presença de animais vetores de zoonoses.	Jd. Proença	Alto	Urbano - Alta	Não	34
	Água	37	Empresas lançam resíduos (químicos) e esgoto na drenagem local.	Oeste da Rod. Ademar de Barros (SP 340)	Baixo	Urbano - Baixa	Não	5
	Água e Animais e vegetação	11	Acúmulo de lixo e entulho, junto às áreas de alagamento, ou como forma de represamento de água, torna-se um vetor de pragas urbanas e doenças relacionadas.	Bairro Parapanema	Alto	Urbano - Alta	Sim	38
	Água e Vulnerabilidade social	39	Contaminação por descarte e depósito de passivos industriais, esgoto a céu aberto, falta de iluminação nas vias e sinalização; alto índice de atropelamentos.	B. Real Parque e entorno até proximidade sul da Rod. Gen. Milton Tavares	Baixo	Urbano - Baixa	Sim	8
Vulnerabilidade social	Animais e vegetação	31	Consumo de drogas, prostituição e ocorrência de casos de dengue.	Bairro Cambuí	Alto	Urbano - Alta	Não	31
		32	Prostituição, drogas, carência de iluminação presença de animais nocivos a saúde humana	Bairro Bosque	Alto	Urbano - Alta	Não	33
	Animais e vegetação e Uso do solo	34	Prédios abandonados, tráfico de drogas, depósitos de entulhos, poluição atmosférica e problemas de congestionamento de veículos automotores.	Bairros Botafogo e Guanabara	Alto	Urbano - Alta	Não	26
	Água	3	Aterramento de nascentes e trânsito intenso.	Bairro Taquaral e Vila Nova	Médio	Urbano - Média	Sim	20
Vulnerabilidade social	Água e Animais e vegetação	8	Prostituição, tráfico de drogas, acúmulo de lixo, alagamento, animais vetores de doenças, congestionamento de veículos e	Região Central, Antiga FEPASA	Alto	Urbano - Alta	Não	30

Risco mais influente	Riscos associados	ID síntese	Ocorrência predominante	Localização	Curso	Uso da terra - impermeabilização	Influência externa	ID SIG
			atropelamentos.					
	Água e Resíduos	24	Ocupação irregular, fossas e poços artesanais também irregulares.	Bairro Shangrilá	Baixo	Urbano - Baixa	Não	7
	Resíduos	15	Ocupação irregular, tráfico de drogas e acúmulo de lixo.	Bairro São Fernando	Alto	Ocupação Irregular	Não	36

Fonte: Elaborada pelos autores em abril de 2010.

De maneira geral, o que se nota através da visualização dos dois mapas é que a grande influência dos riscos na bacia se dá pelas alterações hidrológicas, que se sobrepõe a todos os outros tipos de riscos, fato que já havia sido sinalizado por membros da equipe de riscos do projeto em outra oportunidade. (BRIGUENTI et al., 2007).

Como se pode ver na Figura 5, poucas unidades possuem o risco relacionado à poluição atmosférica, eletromagnética e/ou sonora como o mais representativo. Esse tipo de poluição é mais comum como risco associado a outros, como se pode ver na tabela 1, salvo em áreas próximas ou que margeiam corredores de grandes vias expressas.

De modo geral, no alto curso, ao sul da bacia, nota-se maior propensão de associar-se a situação de risco relacionada à água com a vulnerabilidade social, enquanto ao norte, no baixo curso, aparecem maiores ocorrências que associam a água aos resíduos e solos. No médio curso nota-se padrão diferenciado próximo a porção leste da bacia onde imperam riscos relacionados a animais e vegetação e ao solo, devido à recente expansão urbana e proximidade da área da Área de Preservação Ambiental (APA) de Sousas-Joaquim Egídio. Riscos associados a animais e vegetação também são vistos na porção oeste, devido ao crescimento da mancha urbana no corredor da Rodovia Dom Pedro e áreas adjacentes.

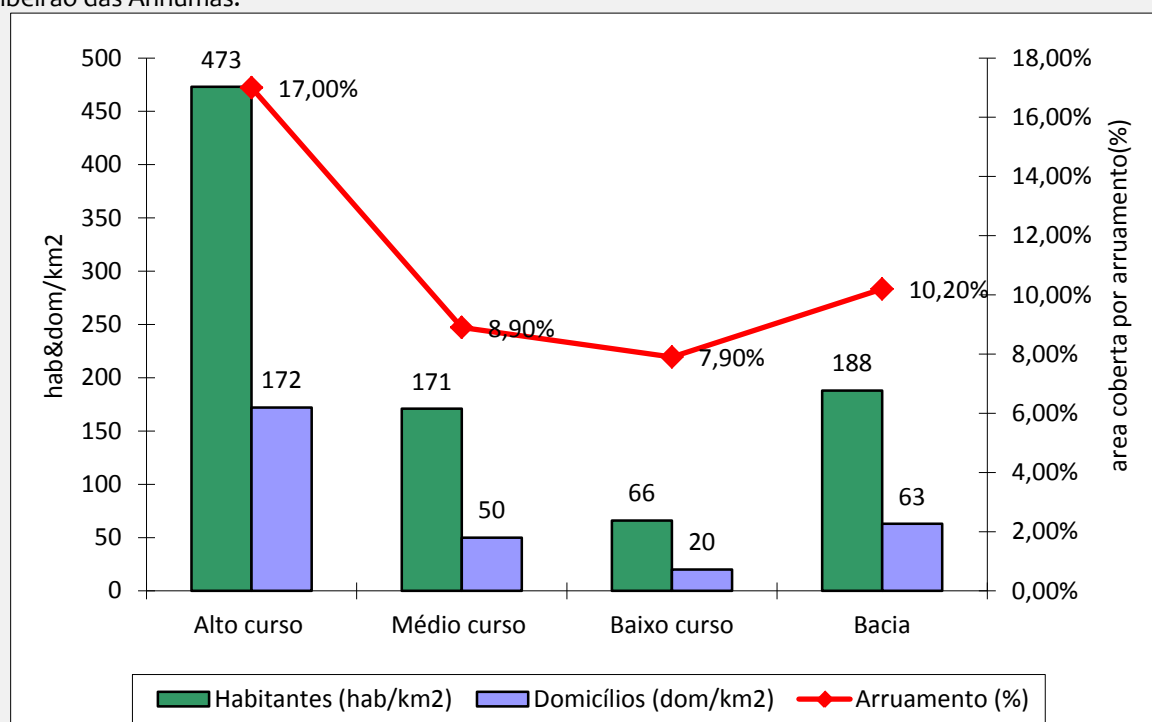
A análise dos riscos pode ainda levar em conta alguns dados relevantes a respeito das características gerais da população e do ambiente na bacia. Para tanto pode-se consultar a tabela 2 e a figura 7, baseadas no relatório final da equipe de riscos do Projeto Anhumas. (CARPI Jr. et al., 2006, p.265-273).

Tabela 2: Características dos cursos da bacia (alto curso, médio, baixo) e da bacia em relação às variáveis ambientais e sociais.

	Área total (em km ²) e percentual em relação à bacia	Habitantes/K m ²	Domicílios/K m ²	Área Verde (%)	População com renda de até 2 salários mínimos (%)	Taxa de Urbanização (%)	Arruamento (%)
Alto	36 (24%)	473	172	3	9	80	17
Médio	34 (23%)	171	50	8	13	50	9
Baixo	80 (53%)	66	20	9	12	30	9
Total da Bacia	150 (100%)	188	63	5	34	50	10

Fonte: Carpi Jr. et al. (2006). Adaptado pelos autores.

Figura 7: Densidade demográfica e de domicílios, percentual de arruamento, por curso e total da Bacia do Ribeirão das Anhumas.



Fonte: Carpi Jr. et al. (2006).

Em Carpi Jr. et al. (2006, p.265-273) temos um panorama das características gerais para cada curso do Anhumas:

1. **Alto Curso:** O alto curso da bacia possui em torno de 36 km², portanto, equivalente a 24% da área total. Possui cerca de 80% de sua área urbanizada. O

alto grau de impermeabilização provoca, freqüentemente, fortes enxurradas e aguaceiros. As conseqüências de tais impactos se agravam nas planícies fluviais com a canalização de córregos e a ausência de vegetação ciliar. Áreas localizadas no alto curso destacam-se por concentrar o processo de verticalização do município, com as maiores densidades demográficas da bacia, aproximadamente 473 hab./km² e cerca de 170 domicílios/km². Possui alto grau de edificação e de impermeabilização, sendo que 17% da área é coberta por arruamento. Na área central esta porcentagem chega a quase 25%. No alto curso apenas 9% do total dos responsáveis pelo domicílio ganham até dois salários-mínimos.

2. Médio Curso: Possui aproximadamente 34 km², área que corresponde a 23% do total da bacia. Os primeiros loteamentos habitacionais ocorreram por volta da década de 1930. Esta porção média da bacia possui atualmente 16% de sua área coberta por arruamentos. Sua densidade demográfica é de 171 hab./km² e densidade de 50 domicílios por km². Cerca de 13% dos habitantes responsáveis pelos domicílios ganham até dois salários- mínimos.

3. Baixo Curso: O baixo curso, localizado predominantemente ao norte da bacia, possui aproximadamente 80 km², área que corresponde a 53% do total da bacia. O baixo curso possui características rururbanas e rurais e apresenta tendência de ocupação mais recente, com a procura de áreas afastadas do centro da cidade, que pertence ao alto curso. Possui cerca de 30% de sua área urbanizada, com cerca de 8% da área total coberta por arruamentos e rodovias, havendo ainda estradas não asfaltadas. Sua densidade demográfica é de 66 hab./km²; 20 domicílios por km², sendo que 12% do total dos habitantes responsáveis pelos domicílios ganham até dois salários-mínimos.

Analisando os dados obtidos com a síntese percebe-se que a adoção de unidades homogêneas de riscos ambientais manteve uma grande semelhança com a realidade caracterizada acima. A seguir, apresenta-se dados relativos à quantidade de unidades pertencentes a cada risco principal (Tabela 3) o total de área ocupada pelas unidades em relação ao risco principal (tabela 4) e em relação ao uso da terra (tabela 5).

Com base na Tabela 3, percebe-se que a maior quantidade de unidades homogêneas é composta pelo risco principal água (13 das 38 unidades), seguida de solos e vulnerabilidade social (7 unidades), animais e vegetação (5), resíduos (4) e ar (2 unidades).

Além de maior quantidade de unidades, a maior área ocupada por unidades é relacionada ao risco principal Água (cerca de 42% da área total) e a menor área se atribui ao risco principal Ar (com 2%). Na faixa intermediária, entre 16 e 12% da área estão os demais riscos (tabela 4).

Tabela 3: Quantidade de unidades por curso da bacia e total

	Quantidade de Unidades			
	Alto	Baixo	Médio	Total geral
Água	4	6	3	13
Solos	3	2	2	7
Vulnerabilidade social	5	1	1	7
Animais e vegetação	1	1	3	5
Resíduos	2	2		4
Ar	1	1		2
Total geral	16	13	9	38

Fonte: Elaborada pelos autores em abril de 2010.

Tabela 4: Total de área coberta pelas unidades em função do risco principal.

	Área das Unidades	
	km ²	%
Água	62,6	41,7
Vegetação e animais	24,0	16,0
Solos	21,6	14,4
Vulnerabilidade social	20,2	13,4
Resíduos	18,4	12,2
Ar	3,5	2,3
total	150	100

Fonte: Elaborada pelos autores em abril de 2010.

Em função do uso da terra (tabela 5), temos uma maior porcentagem da área da bacia ocupada por unidades pertencentes ao uso urbano de baixa intensidade (37% da área de 150 km² da bacia). Depois desse uso temos o rural (21%), seguido das outras intensidades de uso urbano e, por último, com 4% da área da bacia, temos as unidades de uso irregular ou ilegítimo. Se somarmos os usos urbanos em todas as suas intensidades (baixa, média e alta) teremos 70% da área da bacia em processo de urbanização.

Tabela 5: Total de área coberta pelas unidades em função do uso da terra.

	km ²	%
Urbano - Baixa	56,2	37,4%
Rural	32,2	21,5%
Urbano - Média	29,4	19,6%
Urbano - Alta	26,2	17,4%
Ocupação Irregular	6,1	4,1%
Total geral	150,1	100,0%

Fonte: Elaborada pelos autores em abril de 2010.

Muitas outras interpretações poderiam ser elaboradas com base nos dados da síntese de riscos na bacia. Nosso objetivo de dar uma nova utilidade, mais didática – diríamos –, é um processo que não se esgota nesse texto. Lembremos que nosso objetivo maior é a criação de um Atlas da Bacia do Anhumas que possa somar a esses dados outros elaborados pelas demais equipes do projeto Anhumas. Chegando, finalmente, à síntese entre os demais estudos sistematizados como ressaltou Martinelli (2009a).

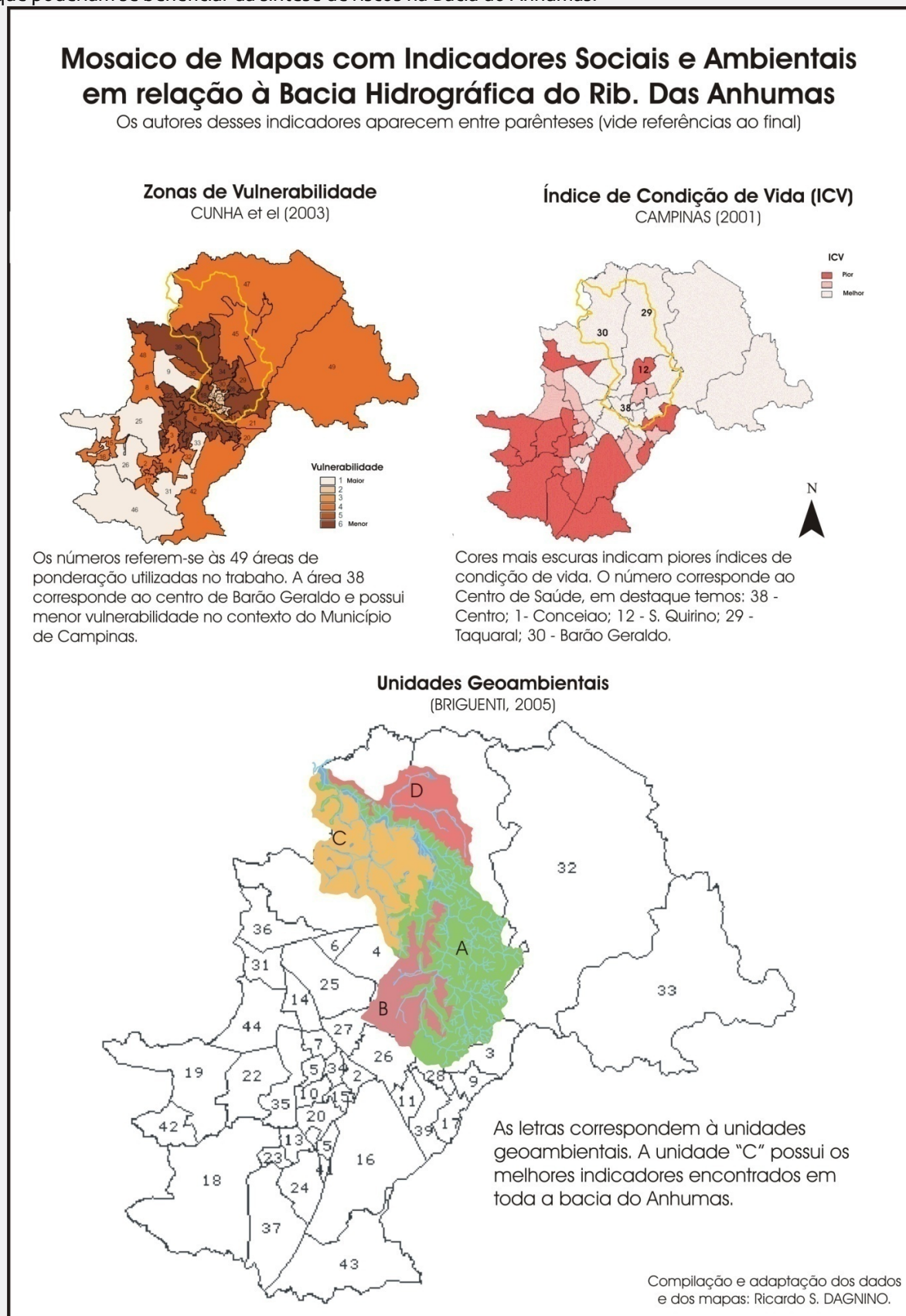
Considerações finais

Neste trabalho procuramos mostrar como os riscos podem ser representados de maneira sintética a fim de facilitar a visualização dos principais riscos e suas associações.

No âmbito das políticas públicas, uma proposta de zoneamento ambiental poderia levar em conta a distribuição das unidades homogêneas de riscos, levando em conta uma dinâmica, a dos riscos, muitas vezes percebidas por significativas parcelas da população, porém ignoradas por gestores públicos.

No âmbito de alguns estudos científicos já realizados em Campinas (Figura 8), a abordagem dos riscos ambientais poderia ser incorporada a outros indicadores sociais e ambientais existentes com o objetivo de trabalhar de maneira holística as variáveis que influenciam a dinâmica das populações. Na avaliação e ponderação dos riscos como importantes fontes de interferência na vida humana poderiam ser incorporadas variáveis que sinalizam o agravamento dos processos naturais, nesse sentido poderiam ser adicionadas as unidades geoambientais (BRIGUENTI, 2005), por outro lado, poderiam entrar indicadores como a vulnerabilidade (CUNHA et al., 2003) e o índice de condição de vida. (CAMPINAS, 2001).

Figura 8: Mosaico de estudos realizados em Campinas que incorporaram indicadores sociais e ambientais e que poderiam se beneficiar da síntese de riscos na Bacia do Anhumas.



Fonte: Elaborado pelos autores em abril de 2010.

Algumas recomendações mais pontuais para trabalhos futuros passam pelos seguintes temas:

A) Formação de um acervo ou sistema *online* de informações geográficas sobre riscos ambientais na Bacia do Ribeirão das Anhumas. Na *internet* deverá ser dada preferência para as ferramentas de fácil consulta e utilização;

B) Levantamento de dados quantitativos sobre o nível de poluição e degradação do ambiente na Bacia e seu entorno. Para essa tarefa o presente trabalho poderá ser utilizado como uma referência importante para a identificação e escolha de pontos de amostragem. Assim, poderão ser confirmadas ou refutadas as situações de risco que constam no mapa final, bem como poderão ser mensurados os níveis de gravidade dos riscos existentes;

C) Elaboração de mapeamentos de riscos enfocando outras cidades e/ou bacias próximas a fim de completar a identificação de riscos na cidade de Campinas e região. Sugere-se que sejam realizados mapeamentos de risco nas bacias limítrofes ao Anhumas como as bacias dos rios Quilombo, Atibaia e Capivari, além do Município de Paulínia. Nesses espaços deverão ser encontrados riscos de grande diversidade que afetam o Anhumas e a população de Campinas;

D) Realização de estudos com o mesmo recorte espacial, porém com certo intervalo temporal que permita capturar a dinâmica dos riscos, bem como os processos de degradação ambiental ou, preferencialmente, que permitam mostrar a recuperação do ambiente;

E) Promoção de mapeamentos ambientais participativos em escala cartográfica maior (maior detalhe) na Bacia do Ribeirão das Anhumas, que permitam identificar mais detalhadamente os riscos na escala dos bairros, das ruas e avenidas, do entorno das escolas e clubes de lazer, da mata nativa. Mapeamentos em escala de detalhe podem colaborar com a proposta de participação na educação e gestão ambiental, além de estimular o olhar e a atitude da população local para a identificação de situações de risco.

Como meta, fica a sinalização de sistematizar esses indicadores sociais, realizando novos estudos que também associem esses indicadores a outros de qualidade ambiental (as unidades geoambientais) com os riscos ambientais, tentando chegar mais perto da tão procurada síntese maior da bacia hidrográfica do Ribeirão das Anhumas, que pode ser entendida como o geossistema na visão de Monteiro (2001). Tendo por certo que um geossistema da bacia só poderia ser alcançado mediante a incorporação de grande parte dos dados das outras equipes do projeto Anhumas, que ficaram de fora desse trabalho, nosso desejo é futuramente reorganizar os dados visando uma síntese maior e mais completa.

Referências

BRIGUENTI, E. C. **O Uso de geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da bacia do Ribeirão Anhumas, Campinas/SP.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. 179 p. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/projetoanhumas/relatorio.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

BRIGUENTI, E. C.; CARPI JUNIOR, S.; DAGNINO, R. de S. Identificação de Riscos Hidrogeomorfológicos em Unidades Geossistêmicas da Bacia do Ribeirão das Anhumas, Campinas/SP. In: **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Natal, 2007, v. 9, p. 1629-1648. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/269435/identificacao-de-riscos-hidrogeomorfolgicos-em-unidades-geossistemicas-da-bacia-do-ribeirao-das-anhumas-campinassp>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

CAMPINAS – Prefeitura Municipal de Campinas. **Índice de Condição de Vida.** Trabalho coordenado por Maria Cristina Restitutti e Hermes Carvalho Neto. Coordenadoria de Vigilância e Saúde Ambiental/Secretaria Municipal de Saúde/Prefeitura Municipal de Campinas, Campinas, 2001. Disponível em: <<http://tabnet.saude.campinas.sp.gov.br/mapas/ICV.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

CARPI JR., S.; SCALEANTE, O. A.; ABRAHÃO, C. E.; TOGNOLI, M. B.; DAGNINO, R. de S.; BRIGUENTI, É. C. Levantamento de riscos ambientais na Bacia do Ribeirão das Anhumas. (Relatório final de pesquisa). p. 262-302. In: TORRES, R.; COSTA, M. C.; NOGUEIRA, F.; PEREZ FILHO, A. (Coord.) **Recuperação ambiental, participação e poder público: uma experiência em Campinas.** Relatório Final de Pesquisa. Campinas, 2006. 390 p. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/projetoanhumas/relatorio.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

CASCINI, L.; BONNARD, C.; COROMINAS, J.; JIBSON, R.; MONTERO-OLARTE, J. Landslide hazard and risk zoning for urban planning and development. In: **International Conference on Landslide Risk Management.** Balkema: 2005, p. 199-235. Disponível em: <http://profile.usgs.gov/myscience/upload_folder/ci2009Apr221621194273788-Landslide%20risk%20management,%20ICLRM.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2010.

COMPIANI, M. (Coord.). **Projeto: Conhecimentos escolares relacionados à ciência, à sociedade e ao ambiente em micro-bacia urbana** (Projeto Petrobras Ambiental 2006/834). Campinas: UNICAMP, 2007a.

COMPIANI, M. (Coord.). **Projeto: Elaboração de conhecimentos escolares e curriculares relacionados à ciência, à sociedade e ao ambiente na escola básica com ênfase na regionalização a partir dos resultados de projeto de políticas públicas** (Projeto FAPESP 2006/01558-1). Campinas: UNICAMP, 2007b.

CUNHA, J. M.; JAKOB, A.; HOGAN, D.; CARMO, R. A vulnerabilidade social no contexto metropolitano: o caso de Campinas. **Anais do XXVII Encontro Anual da ANPOCS.** Caxambu, 2003. 28 p. Disponível em <http://www.abep.nepo.unicamp.br/site_eventos_abep/PDF/ABEP2004_49.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2010.

DAGNINO, R. **Riscos Ambientais na bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Campinas São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em <<http://www.ribeiraodaspedras.blogspot.com>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

DAGNINO, R.; BARONI, F.; GOBBI, E.; GIGLIOTTI, M. **Insumos para uma cartografia de síntese de riscos ambientais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Anhumas, Campinas, São Paulo.** Campinas, 2010. Disponível em: <<http://ribeiraodaspedras.blogspot.com/2010/05/cartografia-de-sintese-de-riscos.html>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

DAGNINO, R.; CARPI JR, S. Mapeamento participativo de riscos ambientais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Anhumas - Campinas, SP. In: **III Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação em Pesquisa Ambiente e Sociedade**. Brasília. 2006. 16 p. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro3/arquivos/TA157-06032006-105325.PDF>. Acesso em: 15 abr. 2010.

DAGNINO, R.; CARPI JR., S. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro, Vol.2, n.2, julho/dezembro, 2007, p. 50-87. Disponível em <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/1026>> Acesso em: 15 abr. 2010.

GHISELLI, G. **Avaliação da qualidade das águas destinadas ao abastecimento público na região de Campinas:** Ocorrência e Determinação dos Interferentes Endócrinos (IE) e Produtos Farmacêuticos e de Higiene Pessoal (PFHP). Tese (Doutorado em Química). Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2006.

LEROI, E. Landslide hazard-Risk maps at different scales: objectives, tools and developments. In: SENNESET, K. (Ed.) **Landslides**. Balkema, Rotterdam. Vol. 1, p. 35-51, 1996.

LEROI, E. Landslide risk mapping: problems, limitations and developments. In CRUDEN, D.; FELL, R. (eds). **Proceedings of International Workshop on Landslide Risk**. Balkema, Rotterdam. 1997. p. 239-250.

MARTINELLI, M. O atlas do Estado de São Paulo: uma reflexão metodológica. **Confins – Revista Franco-Brasileira de Geografia**, 7, 2009a. Disponível em: <<http://confins.revues.org/index6166.html>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

MARTINELLI, M. Relevo do Estado de São Paulo. **Confins – Revista Franco-Brasileira de Geografia**, 7, 2009b. Disponível em: <<http://confins.revues.org/index6168.html>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

MONTEIRO, C. **Geossistemas:** a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2001. 125p.

REBELO, F. **Riscos naturais e acção antrópica**. Coimbra: Imprensa da Universidade, 2003.

SEVÁ FILHO, A. Oswaldo. (Org.) **Riscos técnicos coletivos ambientais na Região de Campinas**. Campinas: NEPAM-UNICAMP, 1997. 70 p. Disponível em www.fem.unicamp.br/~seva/riscos_ambientais_Campinas_1997.pdf. Acesso em 15 de abr. 2010.

SEVÁ FILHO, A. Oswaldo. **As águas de Barão Geraldo e as bacias dos rios das Pedras, Anhumas, Atibaia e Quilombo**. Texto apresentado no evento “Vivência das águas”, organizado pelas entidades Sonha Barão e Ama Guará, no distrito de Barão Geraldo, Campinas, SP, 10 novembro 2001. Disponível em www.fem.unicamp.br/~seva/aguabaragerald.pdf. Acesso em 15 abr. 2010.

TORRES, R.; COSTA, M. C.; NOGUEIRA, F.; PEREZ FILHO, A. (Coord.) **Recuperação ambiental, participação e poder público: uma experiência em Campinas. Relatório Final de Pesquisa.** Campinas, 2006. 390 p. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/projetoanhumas/relatorio.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

ZACHARIAS, A. As categorias de análise da cartografia no mapeamento e síntese da paisagem. **Revista Geografia e Pesquisa**, Ourinhos, v.2, n.1, jan-jun. 2008, p. 33-56. Disponível em: <<http://geografiapesquisa.ourinhos.unesp.br/docs/revista-volume2-numero1.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

Dedicatória:

Ao geógrafo Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro; ao amigo e mestre, pela contribuição para as ciências ambientais e pelo avanço das percepções geográficas sobre o mundo; por ter empreendido sua procura pelos Geossistemas, que muito nos inspirou e continua inspirando. A esse morador de Campinas que, como todos nós, merece um ambiente com menos riscos.

Agradecimentos:

Aos editores Solange T. de Lima Guimarães e Salvador Carpi Junior e aos colegas Ederson Briguenti e Oscarlina Scaleante pela leitura atenta, pelos comentários e contribuições.

Sobre os autores:

¹Ricardo de Sampaio Dagnino

Geógrafo pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), mestre em Geografia pelo Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e doutorando em Demografia pelo Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da UNICAMP. Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Brasil). Assistente de pesquisa em projetos do Núcleo de Estudos de População (NEPO/Unicamp).
Contato: ricardosdag@gmail.com

²Fernando Marques Baroni

Geógrafo e mestrando em Geografia pelo Instituto de Geociências da UNICAMP. Estudante de arquitetura e urbanismo na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP.
Contato: fmbaroni@yahoo.com.br.

³Estéfano Seneme Gobbi

Geógrafo e mestre em Geografia pelo Instituto de Geociências da UNICAMP. Professor no Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC-SP) e professor na Faculdade Maria Imaculada, Mogi-Guaçu (SP).
Contato: estefano.seneme@sp.senac.br.

⁴Marcelo da Silva Gigliotti

Geógrafo e mestrando em Geografia pelo Instituto de Geociências da UNICAMP. Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).
Contato: gigliotti.marcelo@gmail.com

O USO DA CARTOGRAFIA NA ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE RISCOS DE CONTAMINAÇÃO EM ÁREAS DE NASCENTES: O CASO DO RESIDENCIAL TARUMÃ EM MARINGÁ, PARANÁ (PR)

Marilda Aparecida de Oliveira¹

Deise Regina Elias Queiroz²

Manoel Luiz dos Santos³

Introdução

O estudo realizado buscou verificar, por meio da cartografia, qual é a percepção ambiental dos moradores do Residencial Tarumã, em relação aos riscos de contaminação, presentes no bairro. O papel da cartografia é fundamental nesta análise, por se tratar de uma ferramenta que permite a correlação dos diversos aspectos ambientais pesquisados, possibilitando mostrar a percepção ambiental desses moradores, em relação ao meio em que vivem, como também avaliar a análise da concordância ou não dessas percepções.

A corrente que emprega a percepção ambiental em seus esforços para compreender as relações comportamento-ambiente vem experimentando crescentes reconhecimentos. Guimarães (2005) salienta que, no final da década de 1970 e, principalmente, durante a década de oitenta, houve uma emergência dos estudos que focalizavam os aspectos subjetivos, qualitativos e apreciativos, que se fundamentam na percepção das pessoas e dos grupos em relação à sua qualidade de vida. No Brasil, a partir dessa data, o papel dos estudos sobre a percepção do meio ambiente tem-se destacado nas atividades que envolvem as análises e os projetos ambientais.

Áreas de maior fragilidade natural pelo risco potencial de sofrerem impacto, como é o caso do bairro em estudo, e que se encontra sobre uma área de nascentes, são aquelas que apresentam os piores índices relacionados aos indicadores socioeconômicos de renda, escolaridade e destino do lixo.

Para Araújo (2005), Maringá, localizada no Estado do Paraná (PR), desde o início da sua edificação foi segmentada com a criação e a manutenção de zonas diferenciadas. O espaço urbano maringaense expressa uma hierarquia social e apresenta desigualdade de chances de acesso aos bens materiais e simbólicos existentes na cidade.

De acordo com Schmidt (2002), no mercado imobiliário de Maringá existem condicionantes primordiais para o processo de produção imobiliária. É neste sentido que as estratégias não se desenvolvem livremente e sem a intenção de circulação e produção do capital. O autor acentua, ainda, que a terra urbana adquire um valor resultante das ações dos agentes modeladores do espaço urbano, tornando-se uma mercadoria produzida e articulada para a geração do capital. Essa ação pode ser observada por toda a configuração do espaço urbano maringaense, sendo que a criação dos bairros visa a um determinado público. O lucro resultante do parcelamento da terra urbana pode provir de loteamentos destinados à classe média, à classe alta, tanto quanto daqueles destinados às camadas mais baixas. Os compradores de baixa renda, sem alternativa, adquirem terrenos em loteamentos implantados em áreas impróprias para a ocupação humana e desprovidos dos serviços essenciais.

Corrêa (1989) menciona que a ação dos agentes modeladores do espaço urbano se dá dentro de um marco jurídico que regula a sua atuação. Tal marco não é neutro, ele reflete o interesse dominante de um dos agentes e, muitas vezes, constitui uma retórica ambígua, permitindo transgressões, de acordo com aqueles interesses. Segundo Chinelli (1981), uma série de indícios leva a crer que os loteadores manipulam mecanismos e relações com o Poder Público, capazes de permitir um afastamento menor ou maior, e até mesmo total, das normas estabelecidas pela legislação, para o fim legítimo.

Assim, o capital explora o sonho da casa própria, obtendo maiores lucros de áreas como essa referida, oferecendo nada mais que água encanada e luz elétrica. Desprezando as leis ambientais, muitas vezes, os agentes imobiliários, causam dano ambiental irreversível, tendo em vista que, raramente, os limites urbanos retrocedem e, por isso mesmo, uma área de preservação precisa ser delimitada, antes de ser ocupada.

Neste sentido, o município de Maringá apresenta inúmeros loteamentos irregulares no que diz respeito às leis ambientais, ocupando áreas de risco, como é o caso do Residencial Tarumã, bairro da cidade de Maringá, objeto deste estudo.

O problema: o risco de contaminação de nascentes pela ocupação humana

A área onde se localiza o bairro Tarumã, apresenta inúmeras nascentes. Para a instalação do loteamento, a empresa loteadora instalou uma rede de drenos e aterrou um córrego que se localizava bem no meio da área a ser loteada. Quando a construção de casas se iniciou, os problemas com o excesso de água em subsuperfície começaram a aparecer. Os cortes no solo para o assentamento das fundações das casas interceptavam o nível freático. A rede de drenos não foi capaz de captar o grande volume de água. Nas estações chuvosas, com a elevação do nível freático, a água passa a brotar no meio das ruas do bairro, nos quintais e no interior das casas. Além destes aspectos, a ocupação humana não é recomendada no local, uma vez que existem dificuldades para a estruturação do loteamento, tais como a presença constante de água e umidade no solo, impossibilidade de implantação de fossas sépticas pelo fato de o nível freático ser raso ou subaflorante, além de riscos constantes de doenças causadas pela falta de saneamento básico.

Na figura 1, uma reportagem publicada no Jornal do Povo, em 2002, mostra a insatisfação dos moradores com a falta de infraestrutura no bairro:

Figura 1: Reportagem sobre a revolta no Tarumã II.



Fonte: Peron (2002, p. 3).

Em vista da infração da lei federal nº9605/98 (BRASIL, 1998), tramita uma ação cível, proposta pelo Ministério Público e a situação legal do loteamento está *sub judice*, enquanto seus moradores aguardam por uma solução adequada.

O Residencial Tarumã apresenta condições precárias de infraestruturas e de acesso aos serviços públicos. Previsto na Constituição de 1988, e aprovado em 2001, o Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) objetiva regular o uso do solo urbano, em prol do bem coletivo, através de um conjunto de leis urbanísticas que atenda a toda a população, na busca por romper com o clientelismo que garantia os interesses imobiliários, muitas vezes especulativos. (RODRIGUES, 2004).

O Estatuto da Cidade apresenta os instrumentos para a gestão democrática da ocupação do solo urbano, os quais devem ser regulamentados por meio da elaboração do competente Plano Diretor, que é de responsabilidade do

município, garantindo a função social da propriedade (RODRIGUES; MODESTO, 2008, não paginado).

Nas disposições que seguem, o Plano Diretor de Maringá (PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ, 1991) preconiza o seguinte: nos incisos IV e V do artigo 23, seção II do capítulo I do título II, a Política de Desenvolvimento Territorial e Ambiental deve promover a justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização e da produção do espaço e o acesso à habitação, priorizando a população de baixa renda. Para tanto, o Plano Diretor, no artigo 24, os incisos II, IV, VIII, XIII e XV desta mesma seção e capítulo observa as seguintes estratégias:

[devem-se] definir diretrizes para uso e ocupação do solo que respeitem as características específicas do ambiente natural e construído; deve-se monitorar a distribuição, capacidade e qualidade dos equipamentos de saúde, educação, lazer e cultura; monitorar o desenvolvimento urbano, definindo indicadores de qualidade de vida; criar Unidades Territoriais de Planejamento com a finalidade de possibilitar análises comparativas e prioridade de investimentos; definir política municipal de habitação, com ênfase em baixa renda, contemplando: a) destinação de áreas para Habitação de Interesse Social; b) combate à exclusão sócio-territorial. (PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ, 1991).

No entanto, todas estas determinações, integral ou parcialmente, não foram ou não estão sendo seguidas atualmente, no que diz respeito ao bairro Tarumã. No título III, capítulo III, seção I, subseção II, artigo 94, define-se o empreendimento de impacto como sendo “aqueles que podem causar danos e ou alteração no ambiente socioeconômico, natural ou construído ou sobrecarga na capacidade de atendimento de infraestrutura básica, quer sejam construções públicas ou privadas, residenciais ou não residenciais”. (PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ, 1991), ou seja, o Residencial Tarumã é um empreendimento de impacto que causa danos e alterações no meio ambiente.

O inciso III e IV, do artigo 184, seção II, do capítulo I do título V esclarece que compete ao Órgão de Pesquisa, Planejamento e Gestão Territorial “garantir espaços livres de lazer, áreas verdes e equipamentos públicos distribuídos de forma equitativa; definir prioridades de investimentos em equipamentos públicos”. (PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ, 1991).

Dessa forma, para que se cumpram as recomendações do Plano Diretor, muito ainda há que se fazer neste bairro referente à infraestrutura e na prevenção dos riscos de contaminação das nascentes localizadas nesta área.

Procedimentos

Para obter o número de domicílios atual, buscou-se o número de hidrômetros instalados e em uso, fornecido pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). Segundo esse levantamento, existiam, no mês de fevereiro de 2006, 283 domicílios com hidrômetros em funcionamento no Residencial Tarumã.

Optamos pela amostragem aleatória simples. Ela consiste em escolher uma amostra de uma população, para a qual qualquer item da população tenha a mesma probabilidade de ser selecionado. Nessa amostra, nenhum item selecionado como parte da amostra retornou à população para ser novamente disponibilizado para a amostra. O cálculo do tamanho amostral adotado foi o da População Finita para Proporção, uma vez que se utilizou a aplicação de um questionário de perguntas fechadas, com o objetivo de levantar frequências. Ao final da coleta de dados, foram validadas 127 entrevistas.

Primeiramente, o bairro foi visitado para identificar as características a serem avaliadas, a fim de se obterem resultados que levassem aos objetivos da pesquisa. As perguntas do questionário foram elaboradas a partir do conhecimento sobre as questões ambientais que envolviam o bairro. Seguindo o procedimento de Guimarães (2005), utilizou-se da cognição e da percepção dos pesquisadores na elaboração do questionário, objetivando captar a opinião dos moradores sobre dois níveis informativos: o do sistema sensorial (informações auditivas, visuais, olfativas, táteis) e o do sistema não sensorial (experiências, cultura, memória). O questionário foi aplicado em dez moradores, em forma de pré-teste. Este pré-teste conduziu a uma reformulação mais adequada à realidade local e aos objetivos da pesquisa.

Todas as perguntas foram pré-codificadas com questões fechadas, para permitir a obtenção de um resultado quantitativo do inquérito. Com a orientação da planta do bairro, onde estão identificadas as ruas, quadras e datas, iniciou-se a pesquisa pela sua primeira quadra, localizada no limite leste, observando-se a sequência numérica das quadras e sempre no seu sentido mais extenso (crescente). A pesquisa, feita de ambos os lados das ruas, realizou-se de forma alternada, visitando-se determinado domicílio e pulando-se o seguinte, até que se esgotassem as ruas e os domicílios, visando, com isto, completar o número de entrevistas previamente definido. No caso de não haver ninguém no domicílio ou de uma negativa por parte

do morador, passava-se para o domicílio seguinte. Foram entrevistados somente os moradores adultos.

Foi redigido um texto de consentimento livre e esclarecido, informando que a referida pesquisa era de natureza científica. Nele também foi informado que os dados obtidos seriam mantidos em absoluto sigilo e que não haveria identificação dos participantes em publicações ou em qualquer outro documento. A pesquisa foi autorizada pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (COPEP) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Os entrevistados participaram voluntariamente e a procedência dos dados foi mantida em sigilo.

De posse do mapa do bairro, a entrevistadora localizava a data e quadra do domicílio entrevistado, a fim de registrá-lo na planilha de coleta de respostas para que, posteriormente, fosse possível a regionalização das respostas obtidas. Algumas medidas foram adotadas, desde o planejamento da pesquisa até a digitação dos dados coletados, como se segue:

- O pré-teste foi aplicado em moradores do bairro, escolhidos aleatoriamente, visando identificar com maior precisão a realidade local, os aspectos mais relevantes para a população e o vocabulário mais apropriado em relação a eles. Com isto, a pesquisadora adequou mais satisfatoriamente as perguntas aos objetivos, incluiu as respostas posteriormente sugeridas e realizou os ajustes na terminologia utilizada.
- Ao fim de cada período de trabalho, os questionários eram revisados pela própria pesquisadora, ainda em campo. Caso houvesse algum conflito nas respostas, o entrevistado era novamente interrogado para esclarecer aquelas diferenças. Os questionários foram digitados duas vezes, cada vez por uma pessoa diferente. A seguir, foram comparados os dois arquivos, contendo as respostas de cada entrevistado para identificar e corrigir equívocos de digitação.

Os dados coletados foram processados utilizando-se o *Microsoft®Office Excel 2003*. Neste, foram também elaboradas as tabelas que geraram os gráficos. A partir desses dados foram elaborados os mapas temáticos georreferenciados. Para a sua elaboração, foram utilizados os *Softwares Arc View GIS 3.3, Autocad 2000 e Corel Draw 12*, tendo sido trabalhados a partir das respostas dadas pelos moradores sobre os temas: (1) qualidade do solo para construir; (2) surgência do lençol freático; (3) a presença de lixo nas ruas; (4) o que fazem com o lixo quando não há coleta; e (5) sobre poluição em geral.

Os mapas foram elaborados segundo a teoria proposta por Bertin (1978), que se fundamenta nos princípios da Semiologia Gráfica.

Para analisar e interpretar os resultados foi utilizado o método quali-quantitativo. Este método

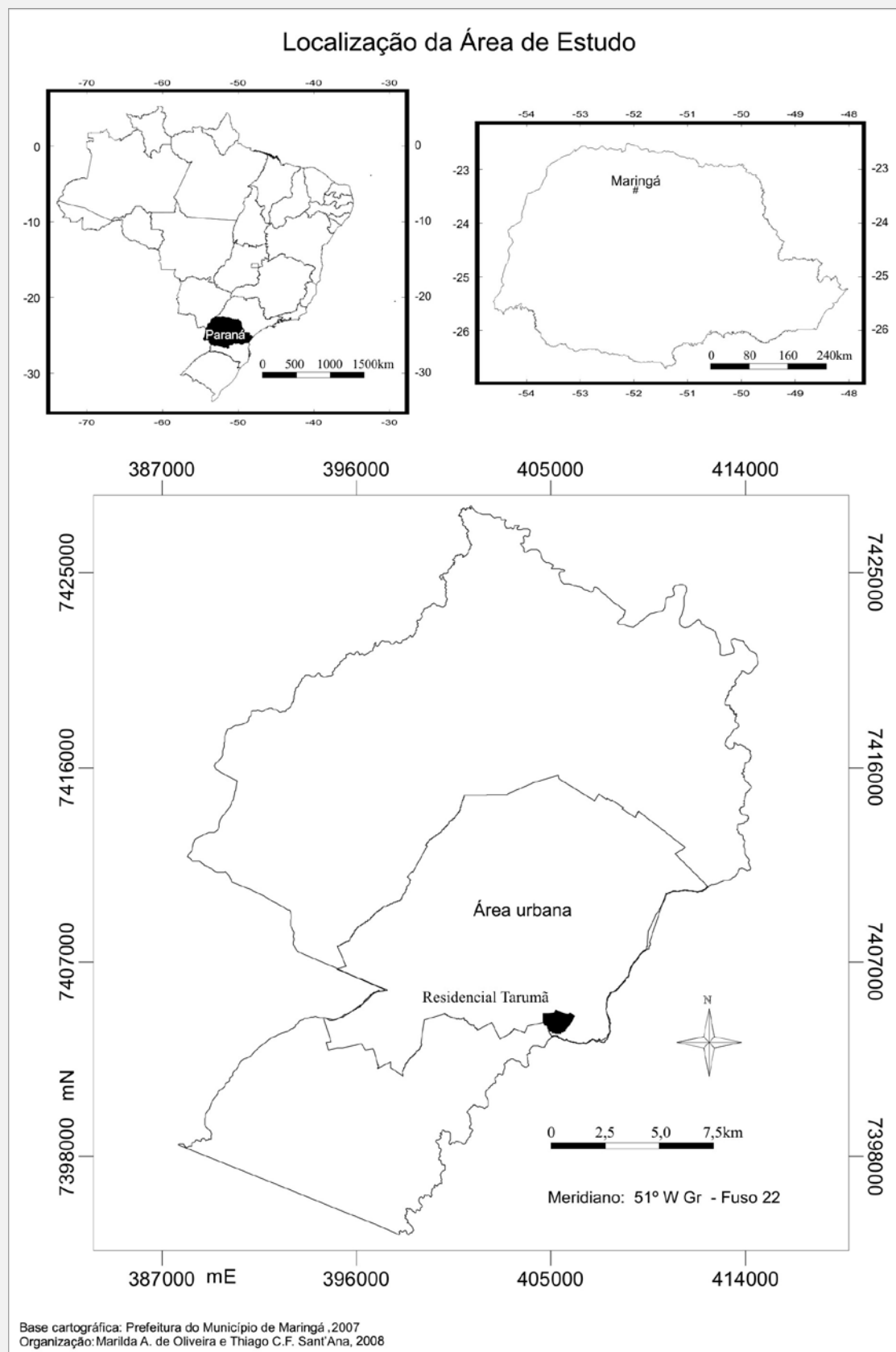
é a relação dinâmica entre o mundo real e os atores, portanto, parte do processo de conhecimento que interpreta, compreende e atribui significado aos fenômenos, de acordo com seus valores e crenças. [...] A abordagem quali-quantitativa não é oposta ou contraditória em relação à pesquisa quantitativa, ou a pesquisa qualitativa, mas de necessária predominância ao se considerar a relação dinâmica entre o mundo real, os sujeitos e a pesquisa, ainda mais quando se intensificam os consensos nos questionamentos acerca das limitações da Pesquisa Operacional Clássica em incorporar os sujeitos, objetos e ambientes no contexto de construção do conhecimento e conseqüentemente nas metodologias de pesquisa. (ENSLIN; VIANA, 2008, não paginado).

Minayo (2007) salienta que o universo das investigações qualitativas é o cotidiano e as experiências do senso comum, interpretadas e reinterpretadas pelos sujeitos que as vivenciam. A essa interpretação capturada nos relatos dos entrevistados, associada aos dados quantificados da pesquisa de campo e representados nos mapas, é que se aplicou o método quali-quantitativo.

Localização e Caracterização da Área de Estudo

O município de Maringá, com área de 489,76 km², localiza-se na Região Sul do Brasil, no Noroeste do Estado do Paraná, entre as coordenadas 23°15'15" e 23°33'27" de latitude Sul e 51°50'05" e 52°05'59" de longitude Oeste. (BARROS et al., 2004). Segundo o censo de 2007 do IBGE, possui 325.968 habitantes. Está a 596 metros do nível do mar e cerca de 450 quilômetros de Curitiba, a capital paranaense. O Residencial Tarumã fica localizado no contato do perímetro urbano com a zona rural, na região Sul do município, conforme o mapa 1 a seguir.

Mapa 1: Localização da área de estudo.

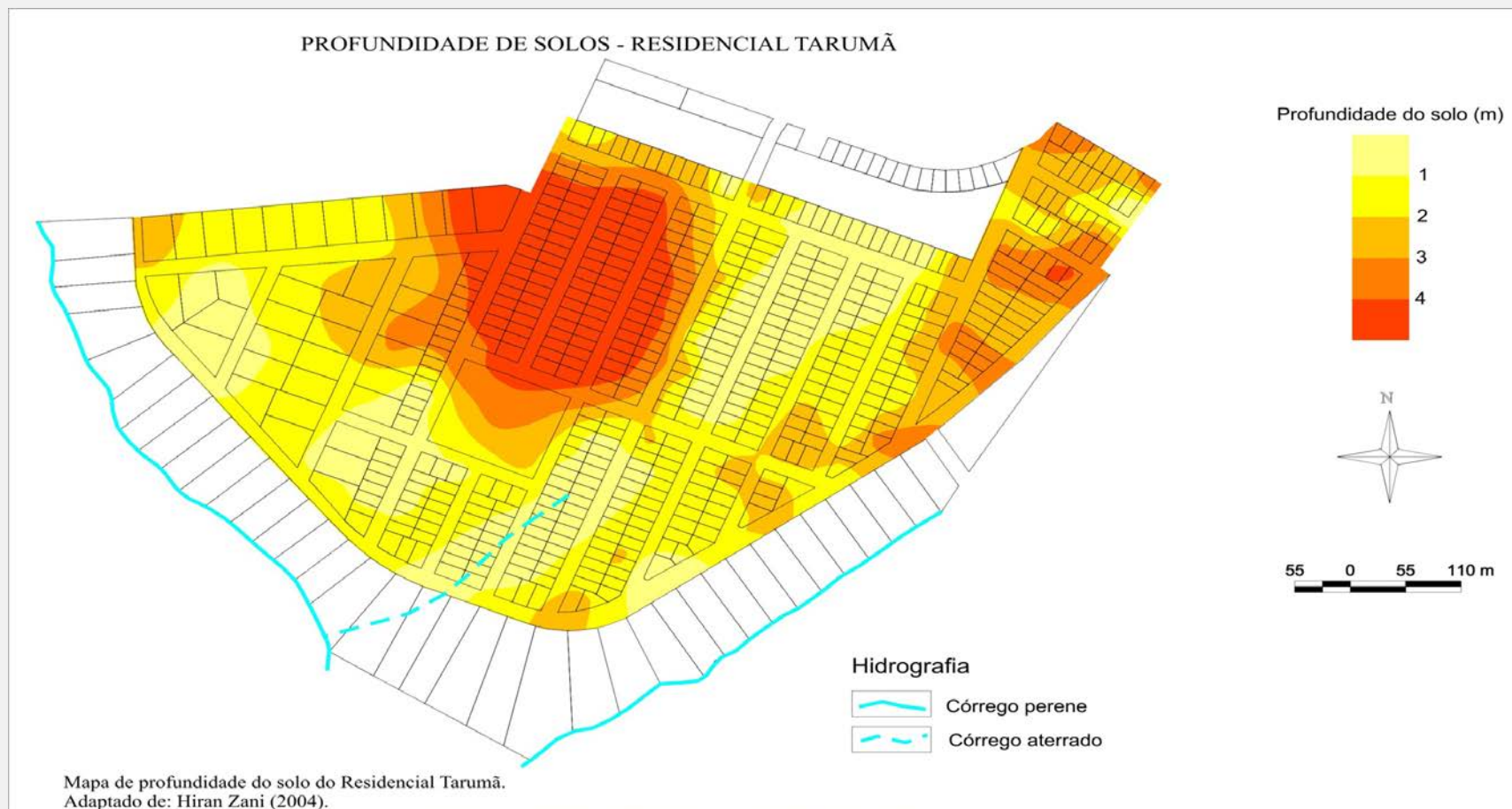


O município localiza-se, quase que exclusivamente, sobre os basaltos da Formação Serra Geral (J-Kr) com uma pequena ocorrência, no limite NW do município, de arenitos da Formação Caiuá (Kr). O relevo da região é predominantemente suave-ondulado, sobretudo na área de ocorrência do arenito Caiuá, com altitudes variando entre 500 e 600 metros. (BARROS et al., 2004). Maringá encontra-se num largo espigão de topo suavemente arredondado, inclinado, ligeiramente, para Oeste, que serve como divisor de águas dos afluentes do rio Paraná. (MÜLLER, 2001).

O Residencial Tarumã localiza-se em uma encosta com declividades variadas, localmente superiores a 30%. Ali, houve significativas modificações nas condições geológicas do terreno, devido ao uso inadequado do solo. No entanto, apesar da descaracterização da topografia original, ocasionada pelo aterramento e pelas edificações no local, a área ainda apresenta a típica feição côncava semicircular de nascente, com nível freático aflorante, na porção mais a jusante.

No município de Maringá, tem-se a ocorrência predominante de latossolo roxo, e nitossolos derivados das rochas eruptivas vulcânicas da Formação Serra Geral. Recobrando a Formação Caiuá, ocorre, principalmente, o latossolo vermelho-escuro e argissolos resultante da decomposição do arenito. (EMBRAPA, 2006). O mapa 2 mostra a ocorrência dominante de solos rasos, variando de um a dois metros de profundidade e, ao Norte, existe uma pequena ocorrência de solos com espessura de três a quatro metros. A linha tracejada indica a localização da drenagem aterrada.

Mapa 2: Mapa de profundidade de solos no Residencial Tarumã.



Como refere Maack (2002), o tipo climático predominante na região, segundo a classificação de Köppen, é o Cfa (sempre úmido, clima pluvial quente-temperado, alternando em alguns anos com Cwa, seco no inverno durante os meses de junho a setembro), ou seja, subtropical úmido, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e as temperaturas médias anuais são superiores a 20°C, com verões chuvosos e invernos secos.

As massas de ar equatorial continental e equatorial atlântica, com origem na região equatorial, exercem grande influência no clima das regiões Sul e Sudeste, principalmente na primavera e verão. (CARFAN; NERY; STIVARI, 2007). Anjos et al. (1999) salientam que predominam em Maringá os ventos de Nordeste durante todos os meses do ano. Em segundo plano, observam-se os ventos de Leste. Durante os meses de outono e inverno, predominam os ventos de Sudeste, Sudoeste e Sul, em proporções menores que os de Nordeste. Menos frequentes que estes se apresentam os ventos de Norte e Noroeste.

Segundo a Estação Climatológica Principal de Maringá, as chuvas no município caracterizam-se pela boa distribuição das precipitações durante o ano, ocorrendo uma ligeira diminuição das chuvas nos meses de inverno (junho, julho e agosto). Essa variabilidade de chuvas, mais marcadas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, demonstrou uma estrutura de máximos no verão e mínimos no inverno. (ANJOS et al. 2000). A pluviosidade média anual é de 1.500 ml. As temperaturas médias máximas são de 33,6°C e as médias mínimas de 10,3°C.

O sítio urbano de Maringá está localizado sobre o interflúvio das bacias hidrográficas do rio Pirapó, ao Norte, e do rio Ivaí, ao Sul, ambos afluentes do rio Paraná, de forma direta ou indireta. Pelo fato de estar situada num topo quase plano, a área urbana possui várias nascentes, originando ribeirões e córregos. Entretanto, esses se caracterizam por suas pequenas dimensões e baixa vazão, e por apresentarem padrão de drenagem no perímetro urbano como paralelo e subparalelo.

O Residencial Tarumã se localiza no fundo de vale do córrego Cleópatra, pertencente à bacia do rio Ivaí. Nessa região, o nível freático é aflorante, apresentando inúmeros “olhos d’água”. Os volumes de água na superfície são incrementados pela presença de níveis vesiculares de rochas basálticas, porosos, permeáveis e saturados (FIGURA 2). Foram instalados drenos para a captação dessas águas, porém não conseguiram o resultado desejável, em face da grande quantidade de água disponível no sistema. (FÓRUM DA COMARCA DE MARINGÁ, 2004b).

Figura 2: Surgência do lençol freático e escoamento de águas superficiais no Residencial Tarumã.



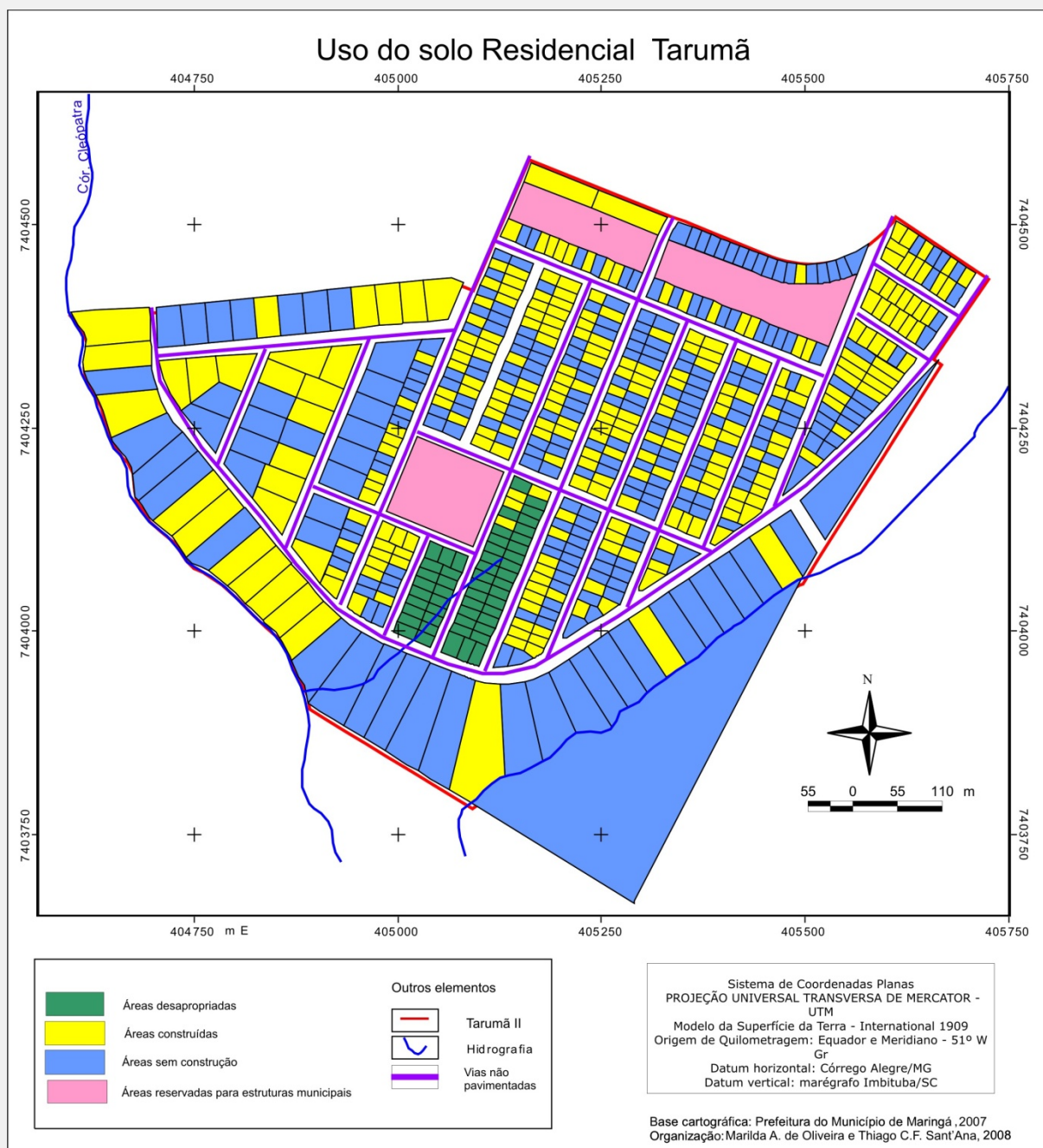
Fonte: Matievecz (Dez. 2004-2005).

O uso do solo do Residencial Tarumã reflete uma despreocupação da empresa loteadora com as características físicas e geoambientais do terreno (MAPA 3). A divisão dos lotes não obedeceu a qualquer impedimento geoambiental para construção. Os lotes estão distribuídos sobre nascentes, drenagens aterradas, áreas de forte declividade e de solos rasos sendo que, dos lotes ocupados, 98% são designados para fins residenciais. Apesar de grande parte do loteamento ainda estar desocupada, os terrenos construídos ocupam tanto as áreas de solos mais profundos, de 2 a 4 metros, quanto os mais rasos, com menos de 2 metros de profundidade. Todas as quadras que se encontram sobre o córrego aterrado foram desapropriadas e as casas demolidas, na área em verde que se vê no mapa de uso do solo. Essas residências estavam condenadas pelo excesso de umidade no solo e a Justiça entendeu que houve crime ambiental, exigindo indenização aos proprietários, e o posterior isolamento da área.

As áreas reservadas para estruturas municipais estão abandonadas, o que atesta a despreocupação do Poder Municipal em dotar este bairro de estruturas públicas urbanísticas, tais

como praças, áreas de lazer e escolas que venham a trazer conforto e qualidade de vida para sua população.

Mapa 3: Uso do solo do Residencial Tarumã.



Resultados

O perfil dos entrevistados definiu um grupo de 127 indivíduos, dos quais 66,1% eram do sexo feminino e cuja faixa etária situava-se, predominante, entre 31 e 40 anos. Do total, 53,5% têm o ensino fundamental completo, 46,5% residem no bairro há mais de seis anos e 56,5% declararam ter escolhido o bairro por razões financeiras.

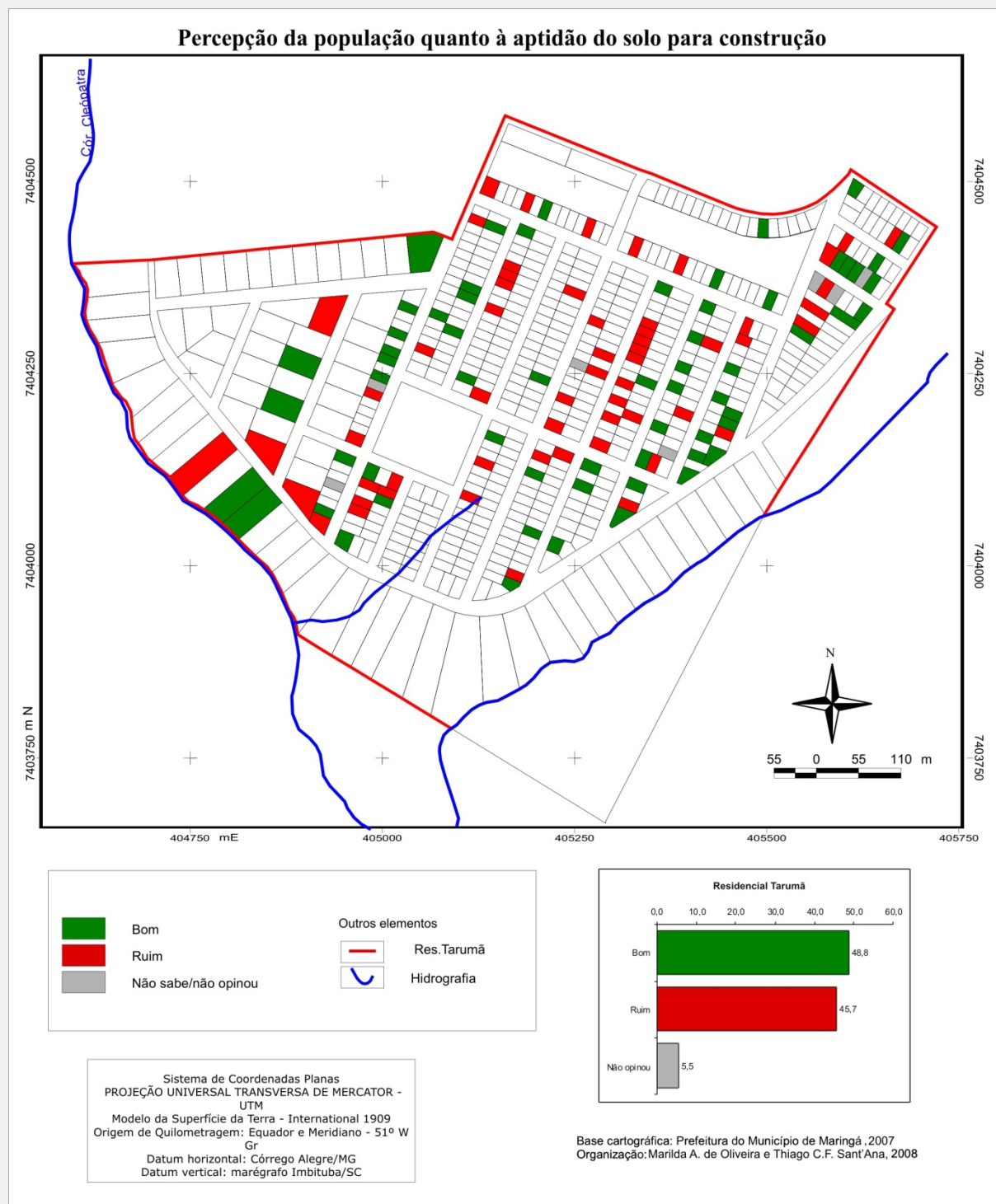
É importante salientar que, quanto mais o papel de cada sexo é definido, homens e mulheres adotam valores diferentes e percebem aspectos diferentes do meio ambiente (TUAN, 1980). A idade define ciclos da vida dos indivíduos, e o autor salienta que, não há dúvida a respeito do papel do ciclo da vida, no aumento da amplitude das respostas humanas para o mundo. Para cada fase, o ser humano tem desejos, necessidades e visões características e diferentes. As pessoas com mais escolaridade têm aspirações maiores enquanto que as que tem escolaridade inferior à secundária têm menos aspirações e, conseqüentemente, menos insatisfações, uma vez que suas chances de fracasso são menores. Indivíduos que residem há mais tempo, num mesmo lugar, estabelecem uma relação de familiaridade com aquele meio, familiaridade essa que pode definir a afeição pelo lugar, por ser o lar ou por ser o *locus* de reminiscências. (TUAN, 1980).

A maioria dos moradores deste bairro o escolheram por não ter condições financeiras para buscar uma alternativa melhor. Assim, é preciso considerar que as respostas dadas por esses moradores são resultantes de sua percepção, que é influenciada por inúmeros fatores como o sexo, a idade, a cultura, e suas necessidades pessoais, entre outras.

Percepção da população quanto à aptidão do solo para construção

No mapa 4, podemos ver que no Residencial Tarumã, a queixa quanto à qualidade do solo para construir, passa de 45% dos entrevistados e a distribuição se dá por todas as quadras, mesmo nas áreas que correspondem a solos mais profundos, conforme o Mapa de Profundidade de Solo (MAPA 2).

Mapa 4: Percepção da população quanto à aptidão do solo para construção.



A argumentação dos entrevistados mostra que, além de encontrarem dificuldades para fazer as fundações, pelo fato de a rocha-mãe encontrar-se aflorante em muitos pontos, eles tiveram muita dificuldade para construir as fossas sépticas, pois o solo só poder ser perfurado até

uma pequena profundidade, o que obriga os moradores a fazerem várias fossas no terreno. Em razão dessas fossas, muitas vezes, não alcançarem nem um metro de profundidade, quando ocorriam chuvas intensas elas transbordavam e seu conteúdo escorria vertente abaixo, invadindo a casa do morador do terreno logo abaixo.

A companhia responsável pela instalação da rede de esgoto e a Prefeitura, responsável pela instalação da rede de galerias pluviais, tiveram suas obras paralisadas, porque não conseguiam perfurar a rocha para instalar os dutos. Além disto, por causa da interceptação do lençol freático, as valas se enchiam de água (FIGURA 3).

Figura 3: Interceptação do lençol freático.



Fonte: Matievecz (Dez. 2005).

Percepção da população quanto à surgência do freático

Ao observar o mapa 5, pode-se visualizar que, no Residencial Tarumã, mais de 60% dos entrevistados relatam não sofrer esse problema em nenhuma circunstância. Porém 37,8% informam que sofrem com a surgência do lençol freático em seus terrenos, sempre, ou em períodos de chuvas.

Pode ser observado, também, através da espacialização de tal queixa, que o aparecimento dos olhos d'água durante todos os meses do ano se apresenta no sentido Sudoeste/Nordeste, o que coincide com os solos mais rasos apresentados no Mapa de Profundidade de Solo do Residencial Tarumã (MAPA 2).

Nas quadras mais próximas do córrego, na baixa vertente, o acúmulo de água em superfície forma uma pequena lagoa (FIGURA 4).

Figura 4: Pequena lagoa formada pelo afloramento do lençol freático.



Fonte: Matievecz (Out. 2004).

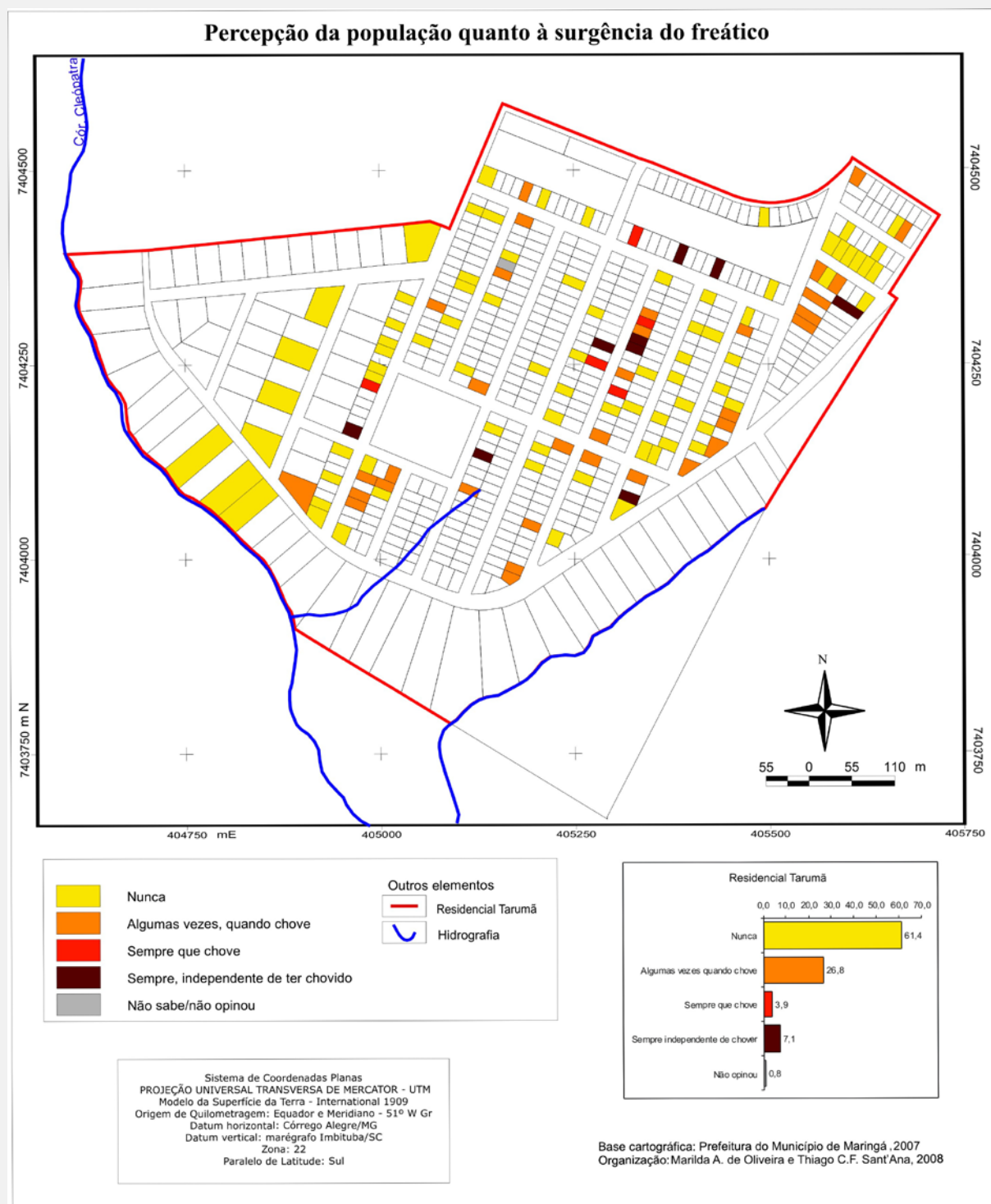
Mais ao Norte do bairro, também ocorrem surgências, pois o lençol freático é raso e, quando interceptado pela fundação das casas, provoca seu aparecimento. Pelo mapa 5, pode-se verificar, ainda, que pontos nas cores laranja “algumas vezes quando chove” e vermelho “sempre que chove” aparecem distanciando-se do eixo do curso de água aterrado. O fato ocorre porque as chuvas vão elevando, gradativamente, o nível do lençol freático, levando à sua surgência em pontos onde o fenômeno não ocorria no período de seca.

O mapa 5 mostra, também, que, entre lotes vizinhos, por vezes, um morador tem queixa desse aspecto enquanto que o vizinho relata nunca ter tido problemas com o aparecimento de olhos d'água em seu terreno. Isto pode ocorrer ao longo do setor côncavo da vertente, cuja morfologia é, atualmente, de um vale em berço. Apesar do aterramento, a espessura do solo

ainda revela a concavidade original. Considerando-se a distribuição transversal a essa concavidade, pode acontecer que um lote apresente surgência do lençol freático por estar mais próximo ao eixo que concentra subsuperficialmente o fluxo hídrico, e em um lote vizinho, posicionado um pouco a montante, nunca se manifeste o problema. O vale em berço, além de captar e concentrar a água em superfície, também concentra os fluxos subterrâneos ao longo do seu eixo.

Em um lote que se localiza num dos pontos mais altos da vertente registrou-se queixas de aparecimento de nascentes durante todos os meses do ano. Este lote está situado na porção Norte do bairro. Isto ocorre porque a área apresenta solo raso e nível freático aflorante em alguns pontos. É neste lote que se localiza o ponto mais a montante da surgência do lençol freático no bairro.

Mapa 5: Percepção da população quanto à surgência do freático.

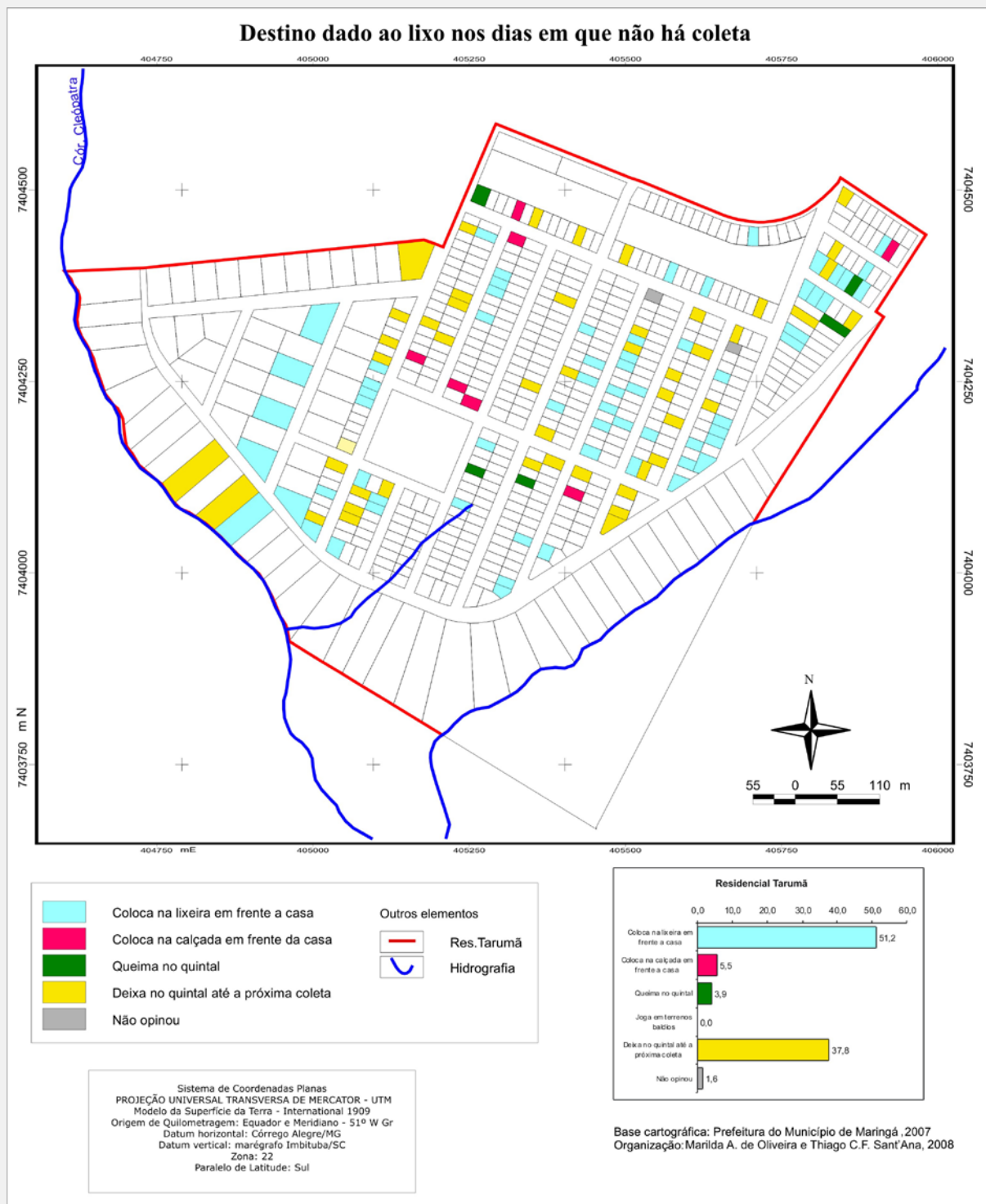


Destino dado ao lixo nos dias em que não há coleta e a percepção da população quanto à sua presença nas ruas

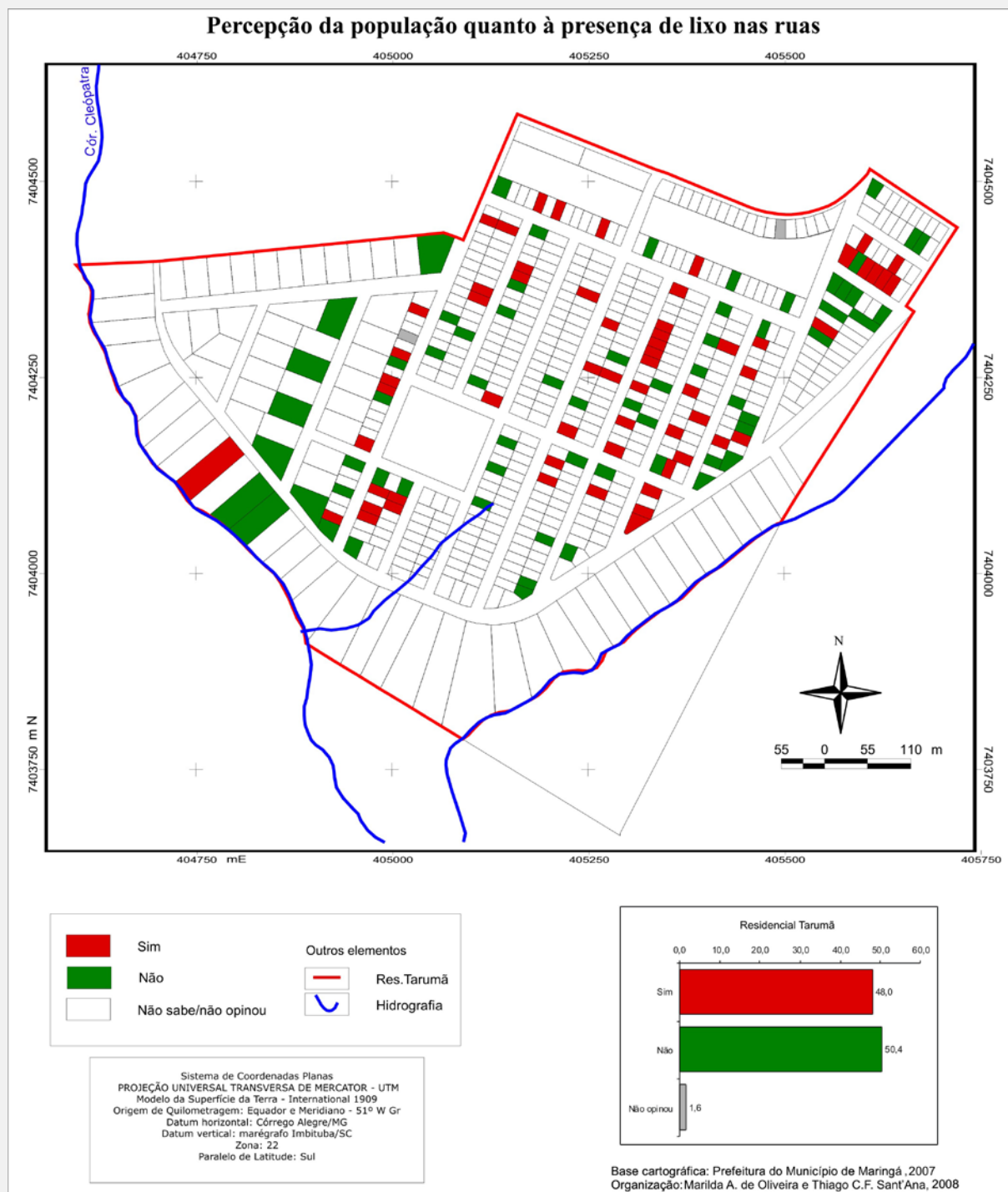
De acordo com o mapa 6, percebe-se que no bairro, como um todo, os entrevistados, de forma quase unânime, têm o cuidado de colocar o lixo na lixeira em frente à sua própria casa ou de guardá-lo no quintal, até o dia da próxima coleta. Apenas 3,9% dos moradores queimam o lixo em seus quintais e nenhum entrevistado descarta o lixo em terrenos baldios. Aparentemente, a população mostra-se conscientizada sobre a atitude correta em relação a esse aspecto de cidadania.

Entretanto, se analisarmos o mapa sobre a percepção relativa a lixo nas ruas (MAPA 7), podemos ver que ela chega a quase 50% dos entrevistados. O que se pode verificar, através da correlação entre os mapas 5 e 6 é que a percepção referente à presença de lixo nas ruas aparece em lugares onde ninguém deixa o lixo no passeio público. Fica claro um contrassenso e a constatação de que as pessoas jogam, sim, o lixo nas ruas ou nos terrenos baldios, mas quando inquiridas sobre tal conduta, tendem a negá-la. Neste sentido, a espacialização destes fenômenos se fez muito importante, pois permitiu uma correlação das respostas e a identificação da discordância entre elas.

Mapa 6: Destino dado ao lixo nos dias em que não há coleta.



Mapa 7: Percepção da população quanto à presença de lixo nas ruas.

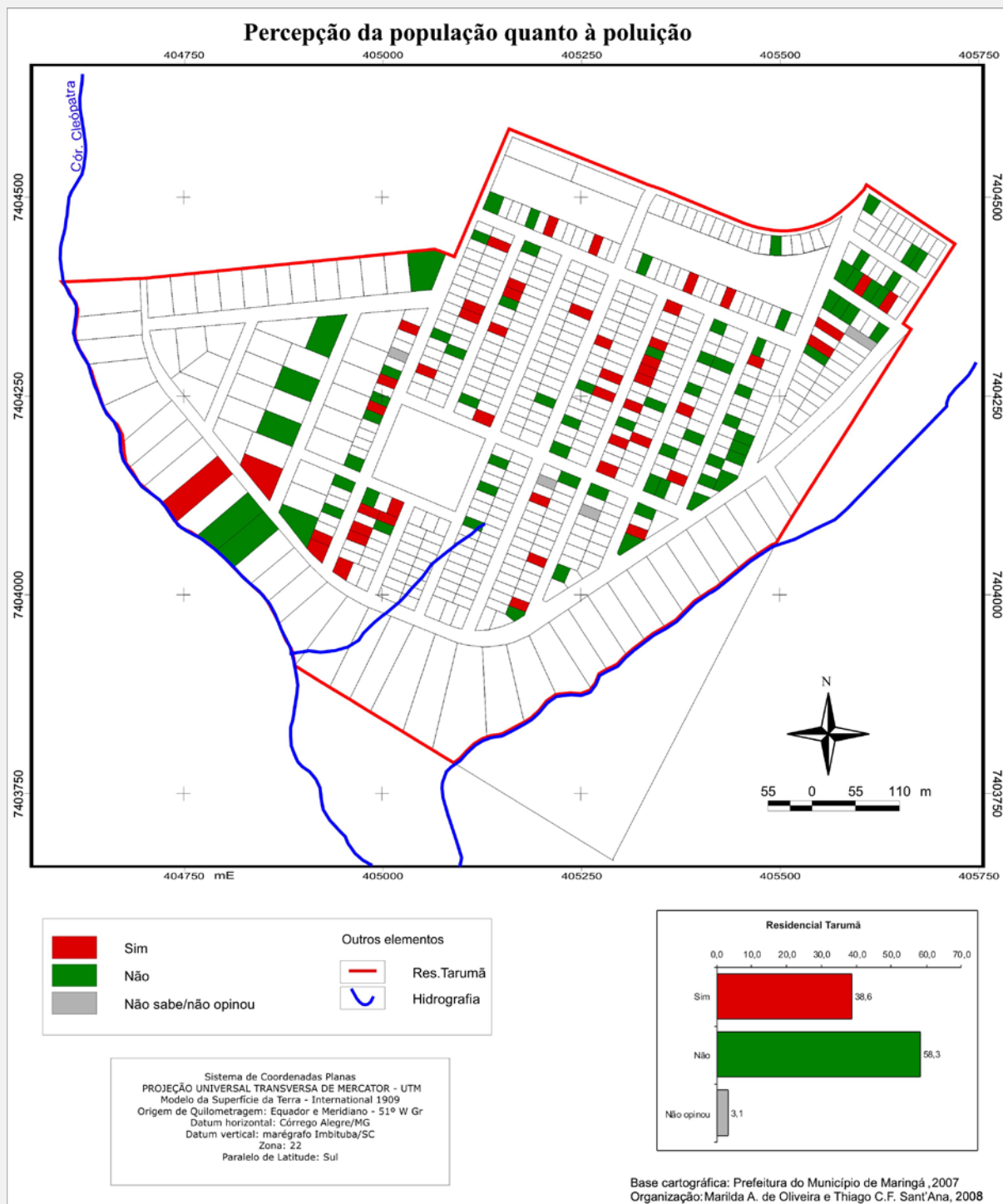


Percepção da população quanto à poluição

Através do mapa 8, pode-se observar que a percepção quanto à presença de poluição é pequena, pois quase 60% dos entrevistados não têm percepção relativas a essa questão. É importante ressaltar que o termo poluição, aqui retratado, refere-se a todo elemento que venha poluir o ambiente.

Não obstante, em todas as quadras nas quais os entrevistados disseram não perceber poluição, o mapa relativo à percepção quanto à presença de lixo nas ruas, apontou que essa percepção aparece em todas as quadras. Assim, os mapas possibilitaram a comparação dessas variáveis, mostrando que muitos daqueles entrevistados que percebem aspectos de poluição como o lixo nas ruas, não o reconhecem como poluidores em seu bairro. Outro fato a ser notado é que os entrevistados também não associam a presença das fossas sépticas à poluição ambiental, com a contaminação dos recursos hídricos superficiais e subsuperficiais associados com os efluentes domésticos. A espacialização das respostas mostrou que nos mesmos locais onde ocorre a percepção sobre algum tipo de poluição, aparecem, ao mesmo tempo, respostas, afirmando que o bairro não tem poluição.

Mapa 8: Percepção da população quanto à poluição.



Discussão

A evidência do cenário potencial de risco de contaminação das nascentes existentes no Residencial Tarumã sugere que podem ocorrer loteamentos sem infraestruturas em outros pontos da cidade de Maringá. Isto está associado à expansão da cidade, na forma de novos bairros, e no fato de não existir captação e tratamento de águas servidas em nenhum deles. Daí resulta a necessidade da construção de sistemas de esgotamento sanitário individual, com fossas, sumidouros e valas de infiltração. Outra situação é a concentração de lixo, em regiões onde a coleta não é regularizada, o que acontece, comumente, em assentamento de famílias de baixa renda.

As diversas formas de uso e ocupação do solo podem intensificar uma série de processos capazes de gerar contaminação das águas. Necessita-se, assim, de informações referentes ao meio biofísico e sócio-organizacional para se considerar de forma integrada as restrições, susceptibilidades e vocação do uso do solo urbano, otimizando seu uso e minimizando os impactos ambientais. No entanto, tais fenômenos se dão num espaço relativo ou relacional, em que a preocupação quanto à compreensão da conduta humana tem aumentado. Assim, a análise do uso e da ocupação do espaço exige novas técnicas e novos métodos de representação para descrever essas relações espaciais.

O mapa, como meio de análise de dados espaciais, permite a obtenção de informações que contribuem para o entendimento de um problema, e a utilização da cartografia na análise de cartas de percepção ambiental pode representar uma contribuição importante para o planejamento e a avaliação das condições de vida da população e da qualidade ambiental. Assim, eles constituem produtos de análise valiosa tanto para a gestão do ambiente, quanto para o diagnóstico de problemas ambientais.

O estudo da percepção, ao mesmo tempo em que é estimulante, é extremamente desafiador. O alto grau de subjetividade deste tema suscita profundos questionamentos. Este trabalho buscou a percepção dos moradores do Residencial Tarumã sobre o ambiente em que vivem, além de verificar se essa percepção conferia com a realidade apresentada. Os resultados da pesquisa demonstraram que a cartografia foi o elemento que possibilitou esta análise. As técnicas estatísticas garantem a confiabilidade dos resultados aqui obtidos, mas somente a espacialização dos dados pode identificar a discordância local entre eles.

Os mapas possibilitaram a comparação das variáveis, mostrando que muitos daqueles entrevistados não se auto reconhecem como poluidores de seu bairro.

Lacerda et al. explicam (2005) que ocorre uma adaptação do ser humano às condições, sejam elas boas ou ruins, e que a exposição contínua e repetida a um determinado problema fará com que este não seja mais percebido de uma maneira consciente ou incômoda, ou seja, eles até percebem o lixo, mas não o reconhecem como algo poluidor do seu meio. Essa visão provavelmente está associada, conforme Assunção et al. (2003), ao fato de as pessoas estarem acostumadas e acomodadas com a situação em que vivem. Assunção et al. (2003) salientam, ainda, que a acomodação e o costume resultam tanto da falta de informação, quanto da alienação; ou seja, a luta pelos direitos, as reivindicações e o exercício da cidadania não são atitudes comuns na vida desses moradores.

A ocupação da área do Residencial Tarumã para fins de assentamento humano foi condenada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) “tanto pela intromissão em área de Preservação Permanente quanto pela impossibilidade de instalação de fossas sépticas, redes de esgoto e pluviais”. (FÓRUM DA COMARCA DE MARINGÁ, 2004c). Em razão disto, fica claro compreender que os danos ambientais são potencialmente sérios em função dos riscos de contaminação das nascentes presentes nesta área, os quais foram evidenciados pela utilização da cartografia.

Portanto, a cartografia, por meio da espacialização da percepção ambiental é um rico instrumento que pode ser usado no planejamento e na construção de políticas públicas voltadas à gestão de áreas de risco ambiental.

Referências

- ANJOS, I. B.; NERY, J. T.; ORSINI, M. L. Variabilidade da Precipitação Pluviométrica e Balanço hídrico, em Maringá. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia A Meteorologia Brasileira além do ano 2000. 16 a 20 de outubro, 2000, Rio de Janeiro/RJ. **XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000. p. 829-836.
- ANJOS, I.B. dos et al. Direção predominante dos ventos na estação climatológica principal de Maringá-PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA – USO MÚLTIPLO DOS RECURSOS NATURAIS, 8., 1999. Belo Horizonte. **Resumos dos Anais...** Belo Horizonte: [s.n.], 1999. v. 1, p. 26.

ARAÚJO, M. C. de. **O bairro Santa Felicidade por ele mesmo: espaço urbano e formas de representações sociais em Maringá, Paraná.** 2005. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Araraquara, 2005.

ASSUNÇÃO, Anne Karine de, SILVA, Tayse de Souto, Silva, Mônica Maria Pereira da. Meio ambiente na visão das crianças e adolescentes do programa de erradicação do trabalho infantil, em Campina Grande-PB. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, 22, 2003, Joinville. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes22/lxxiii.pdf>>. Acesso em: 3 maio 2009.

BARROS, Z. X. et al. Estudo da adequação do uso do solo, no município de Maringá - PR, utilizando-se de geoprocessamento. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 24, n. 2, p. 436-444, maio/ago. 2004.

BERTIN, J. Theory of communication and theory of the graphic. **International Yearbook of Cartography**, Bonn, n. 18, p. 118-126, 1978.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/fauna/legislacao/lei_9605_98.pdf>. Acesso em: Março, 2007.

BRASIL. **Estatuto da cidade:** Lei nº 10. 257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2001. Série Fontes de Referência. Legislação, n. 49.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo demográfico 2007.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: Dez. 2009.

CARFAN, A. C.; NERY, J. T.; STIVARI, S. M. Dinâmica dos ventos e temperatura do ar em Maringá, no verão de 2004. **Revista Eletrônica Geografar**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 1-21, jan./jun. 2007.

CHINELLI, F. Os loteamentos de periferia. In: VALLADARES, L. P. et al. **Habitação em questão.** Rio de Janeiro: Zahar, p. 44-69, 1981.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano.** São Paulo: Ática, 1989.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2ªed. Brasília: Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

ENSSLIN, L.; VIANNA, W. B. O *design* na pesquisa quali-quantitativa em Engenharia de Produção: questões epistemológicas. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 8, n.1, mar. 2008. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/view/28/25>>. Acesso em: 16 dez. 2008.

FÓRUM DA COMARCA DE MARINGÁ. **Ação Cível Pública nº 550/04 em trâmite na 6ª Vara Cível da Comarca de Maringá-Paraná**, em que são partes: Requerente: Ministério Público do Estado do Paraná e requerido: Instituto Ambiental do Paraná - IAP e outros. Parecer técnico emitido pelo geólogo Luís Marcelo de Oliveira solicitado pelo IAP em vistoria efetuada no loteamento parque Tarumã em 06.06.2002. Maringá, 2004b, f. 111-115.

OLIVEIRA, M. A. de; QUEIROZ, D. R. E.; SANTOS, M. L. dos. **O uso da cartografia na análise da percepção de riscos de contaminação em áreas de nascentes: o caso do Residencial Tarumã em Maringá, Paraná (PR), 2011, p. 118.**

FÓRUM DA COMARCA DE MARINGÁ. **Ação Cível Pública nº 550/04 em trâmite na 6ª Vara Cível da Comarca de Maringá-Paraná**, em que são partes: Requerente: Ministério Público do Estado do Paraná e requerido: Instituto Ambiental do Paraná - IAP e outros. Laudo do IBAMA. Maringá, 2004c, f. 1402-1414.

GUIMARÃES, S.T. L. Nas trilhas da qualidade: algumas idéias, visões e conceitos sobre qualidade ambiental e de vida. **Revista Geosul**, Florianópolis, n. 40, p. 7-26, jul./dez. 2005.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 10. ed. São Paulo: Hucitec, 2007.

MÜLLER, N. L. Contribuição ao Estudo do Norte do Paraná. **Geografia**, Londrina, Volume 10 – Número 1 – p. 89-118, Jan./Jun., 2001.

PERON, P. Revolta no Tarumã. **Jornal do Povo**, Maringá, 06 jun. 2002. Folha Cidade, p. 3.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ. Câmara Municipal. Lei nº 01/91, 27 de dezembro de 1991. **Institui o Plano Diretor Integrado de Desenvolvimento, estabelece diretrizes para as ações de planejamento do Município de Maringá e dá outras providências**. Maringá, 1991. Disponível em: <http://www.maringa.pr.gov.br/plano_diretor/plano_diretor.php>. Acesso em: 21 fev. 2009.

RODRIGUES, A. L. Plano diretor e o estatuto da cidade. **O Diário do Norte do Paraná**, Maringá, 08 maio 2004.

RODRIGUES, A. L.; MODESTO, L. Uma Análise da apropriação de instrumentos do estatuto da cidade pelo mercado imobiliário: Projeto Pac Zeis Santa Felicidade – Maringá-PR. In: **SEMINÁRIO POLÍTICA E PLANEJAMENTO: ECONOMIA, SOCIEDADE E TERRITÓRIO: estado e lutas sociais: intervenções e disputas no território**. Curitiba: Ótima, 2008. v. 8. Não paginado. Disponível em: <www.cch.uem.br/observatorio/arquivo/artigos/To2_PPLA_A014_artigo.pdf>. Acesso em: 28 maio 2009.

SCHMIDT, L. P. **Poder público, mercado imobiliário e (re) produção material: estratégias e ações em Maringá (1989-2000)**. 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.

TUAN, Y-F. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. São Paulo: Difel, 1980.

ZANI, H. **Mapa profundidade de solos: isópacas Residencial Tarumã**. Maringá: Gráfica Massoni, 2004. Escala: 1:5.500.

Sobre os autores:

¹Marilda Aparecida de Oliveira
Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná (PR), Brasil.
Contato: marilda.uem@gmail.com

²Deise Regina Elias Queiroz

Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná (PR), Brasil.
Contato: deisequeiroz@ig.com.br

³ Dr. Manoel Luiz dos Santos

Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná (PR), Brasil.
Contato: mldsantos@uem.br

A PERCEPÇÃO AMBIENTAL EM PLANOS DE EMERGÊNCIA: UMA PROPOSTA PARA OS ESTUDOS DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL A DERRAMES DE ÓLEO

Marcelo Pereira Matos¹
Solange T. de Lima-Guimarães²

Por exemplo, nós podemos calcular, mais ou menos, o valor da perda da receita em termos de dias perdidos dos pescadores quando os rios das trutas estiverem destruídos pelos ácidos das drenagens das minas. Mas que tipo de valor atribuir à perda da comunidade, quando toda uma geração de crianças não puder mais desfrutar do rio em seu ambiente como um prazer ou não puder mais desfrutar de suas casas como um lugar onde se goste de ficar, mesmo depois que seja possível partir? (EHRENFELD, 1997: 272).

Introdução

A indústria do petróleo tem se afirmado com uma das mais importantes da contemporaneidade, uma vez que o petróleo encontra-se enraizado no cotidiano da sociedade a ponto de tornar-se alvo de embates político-territoriais e geoestratégicos. Por outro lado, o risco inerente às atividades petrolíferas constitui objeto de preocupação de diferentes atores sociais, tais como responsáveis técnicos destas atividades, agentes reguladores, ambientalistas, comunidades que residem em locais onde se dão tais atividades, imprensa, pescadores que vivem do ecossistema presente em áreas vulneráveis, etc. Com a intensificação do transporte do petróleo, podemos observar um aumento do número de acidentes com fortes consequências ecológicas, principalmente derramamentos de óleo oriundo de navios e oleodutos.

Os impactos de um derramamento de óleo são alarmantes. Quando atinge um solo com relativa permeabilidade, o óleo, ao ser removido, leva consigo camadas superficiais do solo, rica em nutrientes e matéria orgânica. Em solo com alta permeabilidade, este se torna uma frente de propagação do óleo derramado para os lençóis freáticos, fazendo com que as consequências deste derrame atinjam diversos ecossistemas subterrâneos.

Os corpos hídricos representam frentes de propagação de velocidade ainda superior a do solo. Dependendo de variáveis ambientais como instante da maré, corrente e vento, o óleo pode

se espalhar por uma extensa área em pouco tempo após o derrame. Quando um óleo derramado encontra um corpo hídrico, por ser uma substância tóxica, põe em risco a vida de inúmeros seres vivos do ambiente aquático, além de comprometer os múltiplos usos e consumo humano deste recurso. Ao atingir uma zona costeira, compromete ainda a vida de outros ecossistemas, como cenários de manguezais, lagunas, estuários, dentre outros. Além de comprometer a qualidade cênica dos recursos paisagísticos de áreas voltadas para as atividades turísticas, compromete ainda e de forma concreta, a renda e a subsistência de muitos trabalhadores que vivem somente da pesca nestas áreas, impactando adversamente, de modo primário e secundário, não só atividades socioeconômicas, mas também aspectos culturais e psicossociais.

Quando um derrame de óleo atinge uma zona costeira, torna-se muito mais visível para toda a sociedade, em termos dos efeitos devastadores que pode causar para o meio ambiente. A convivência dos mais diversos atores sociais em um mesmo espaço geográfico faz da zona costeira um local de alta prioridade de políticas socioeconômicas e ambientais, sejam governamentais ou públicas. Um gerenciamento costeiro eficiente deve levar em consideração os habitantes do lugar, aqueles que vivem dos recursos locais, aqueles que se utilizam do lugar para atividades de lazer, aqueles que exploram economicamente as vantagens estratégicas destas paisagens; e, por fim, ter atenção especial a tudo o que pode colocar em risco as dinâmicas ambientais destes geossistemas, em termos de suas vulnerabilidades naturais e sociais. Neste contexto, a indústria petrolífera tem chamado atenção de todos por representar uma ameaça à zona costeira nas áreas próximas às suas instalações.

Os desastres de grandes magnitudes relacionados aos derramamentos de óleo ocorreram durante a Guerra do Golfo, em 1991, quando cerca de 800 mil toneladas de óleo atingiram o mar, impactando intensamente a vida marinha, muitas vezes de forma irreversível em determinadas áreas, principalmente nas águas do Golfo Pérsico. Outro episódio que marcou a história dos acidentes envolvendo grande quantidade de petróleo no mar foi o acidente envolvendo o navio *Exxon Valdez*, em março de 1989, que causou um derramamento de 37 mil toneladas de óleo cru no Alasca, Estados Unidos. Este acidente teve uma repercussão internacional muito forte na mídia, principalmente pelo fato de ter atingido uma área constituída por cenários paisagísticos de alta sensibilidade ecológica e de beleza cênica reconhecida por todo mundo.

No Brasil também há registros de grandes derramamentos de óleo, sendo o primeiro registrado em literatura internacional referente ao derrame derivado do encalhe do navio *Sinclair*

Petrolore, em 1960, com 66.530 toneladas de óleo perdidos no mar, em local indeterminado. Assim como no cenário internacional, alguns acidentes no país se tornaram mais visíveis para a sociedade, através da mídia, ainda que não tenham sido os maiores em quantidade de óleo derramado. No caso brasileiro, tornou-se emblemático o acidente ocorrido em janeiro de 2000, na Baía de Guanabara (local que já havia sido cenário de um acidente de maior magnitude, em 1975, quando o navio-tanque iraquiano *Tarik Ibn Ziyad* lançou seis milhões de toneladas nas águas da Guanabara).

Na madrugada de 18 de janeiro de 2000, houve um rompimento de um oleoduto submerso que liga a Refinaria de Duque de Caxias ao Terminal da Ilha D'água, causando o derrame de 1,3 milhão de litros de óleo na Baía de Guanabara. A mancha se espalhou por uma área com cerca de 40 quilômetros quadrados, atingindo principalmente as praias de Anil e Mauá, São Gonçalo e as praias da Ilha de Paquetá. A fauna presente na Baía foi visivelmente impactada. Os peixes mortos nas areias das praias e as aves com suas penas negras de tanto óleo foram imagens constantemente exploradas pela mídia. A Petrobras foi penalizada em 47 milhões de reais pelo órgão estadual de meio ambiente – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) – e ainda hoje responde por processos indenizatórios, principalmente por parte dos pescadores que foram demasiadamente prejudicados com a poluição das águas da Baía.

Um fato que merece ser destacado no episódio do acidente de 2000, foi o despreparo da Petrobras em atender emergências de grande porte. A ausência de recursos materiais eficientes para conter, recolher e limpar os efeitos de uma grande quantidade de óleo no mar e na zona costeira ficou evidente, fazendo com que a companhia criasse, a partir daquele ano, um programa chamado *Programa de Excelência Ambiental e Segurança Operacional* (PEGASO). Este projeto distribuiu o valor de 3 bilhões de reais em diversos projetos na empresa que garantissem a qualidade em segurança, meio ambiente e saúde.

A partir deste grande programa de investimento, foram criados os chamados *Centros de Defesa Ambiental* (CDA), onde são alocados em pontos estratégicos do território brasileiro os recursos materiais necessários para o combate a grandes derramamentos de óleo, a exemplo de barreiras de contenção, barreiras e mantas absorventes, recolhedores de óleo, dentre outros. Além disso, a companhia também direcionou investimentos em tecnologia da informação para utilizar no momento da emergência, dando suporte a diversas pesquisas no *Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello* (CENPES), da Petrobras, um centro de pesquisas aplicadas e

desenvolvimento científico e tecnológico, onde são elaborados diversos estudos, como por exemplo, simulação de derivas de mancha de óleo.

A inexistência de diretrizes claras do Estado no que diz respeito a planos de emergência de empresas potencialmente poluidoras também foi outro fator que se tornou evidente após o acidente da Baía de Guanabara. Neste contexto, podemos destacar a criação da Lei 9966 (BRASIL, 2000), que estabelece os princípios básicos a serem obedecidos na movimentação de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em portos organizados, instalações portuárias, plataformas e navios em águas sob jurisdição nacional, e da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 293 (BRASIL, 2001), que estabelece as diretrizes para elaboração do Plano de Emergência Individual, previsto na mencionada lei.

O entendimento das diversas realidades geográficas existentes nas áreas de influência das suas atividades tornou-se uma grande tarefa para a Petrobras depois do aprendizado que obteve com os acidentes ambientais dos quais foi responsável. O conhecimento das informações meteorológicas e oceanográficas foi de suma importância para a construção de modelos hidrodinâmicos, permitindo simulações de deriva de mancha de óleo que conseguem prever a direção do óleo em relação ao tempo do derrame. O conhecimento sobre aspectos geológicos, geomorfológicos e biológicos permitiu detectar o comportamento do óleo nos diferentes ecossistemas e avaliar aqueles em que o óleo trará maiores ou menores impactos ambientais adversos. Grande parte destas informações foi disponibilizada mediante mapas de sensibilidade ambiental ao derrame de óleo.

Os Estudos de Sensibilidade Ambiental

Com base na constatação das mudanças de comportamentos do óleo derramado de acordo com o ambiente atingido, surgiu-se a necessidade de obter informações mais detalhadas sobre as características dos diferentes segmentos da zona costeira, com o objetivo de um melhor direcionamento de recursos humanos e materiais, garantindo a eficácia no combate à emergência.

Gundlach e Hayes (1978) foram os responsáveis por uma das primeiras classificações de ambientes costeiros em relação à sensibilidade ao óleo. A sistematização utilizada por estes autores, que classificaram a zona costeira em uma escala de 10 diferentes níveis de sensibilidade, que vai de 1 a 10, é utilizada até hoje nos mapas de sensibilidade. Como critérios para a

classificação, os autores utilizaram como base a interação dos ambientes com os fatores físicos que controlam a deposição e a permanência do óleo naquele ambiente. A partir desta classificação, os primeiros mapas de sensibilidade foram elaborados.

Foi com base na metodologia proposta por Gundlach e Hayes que a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) criou um manual de elaboração de mapas de sensibilidade para o território norte-americano, com o objetivo de padronização dos mapas que estavam sendo elaborados no país. Ao longo das últimas décadas, outras propostas foram apresentadas com base nesta metodologia inicial, incorporando informações socioeconômicas e biológicas.

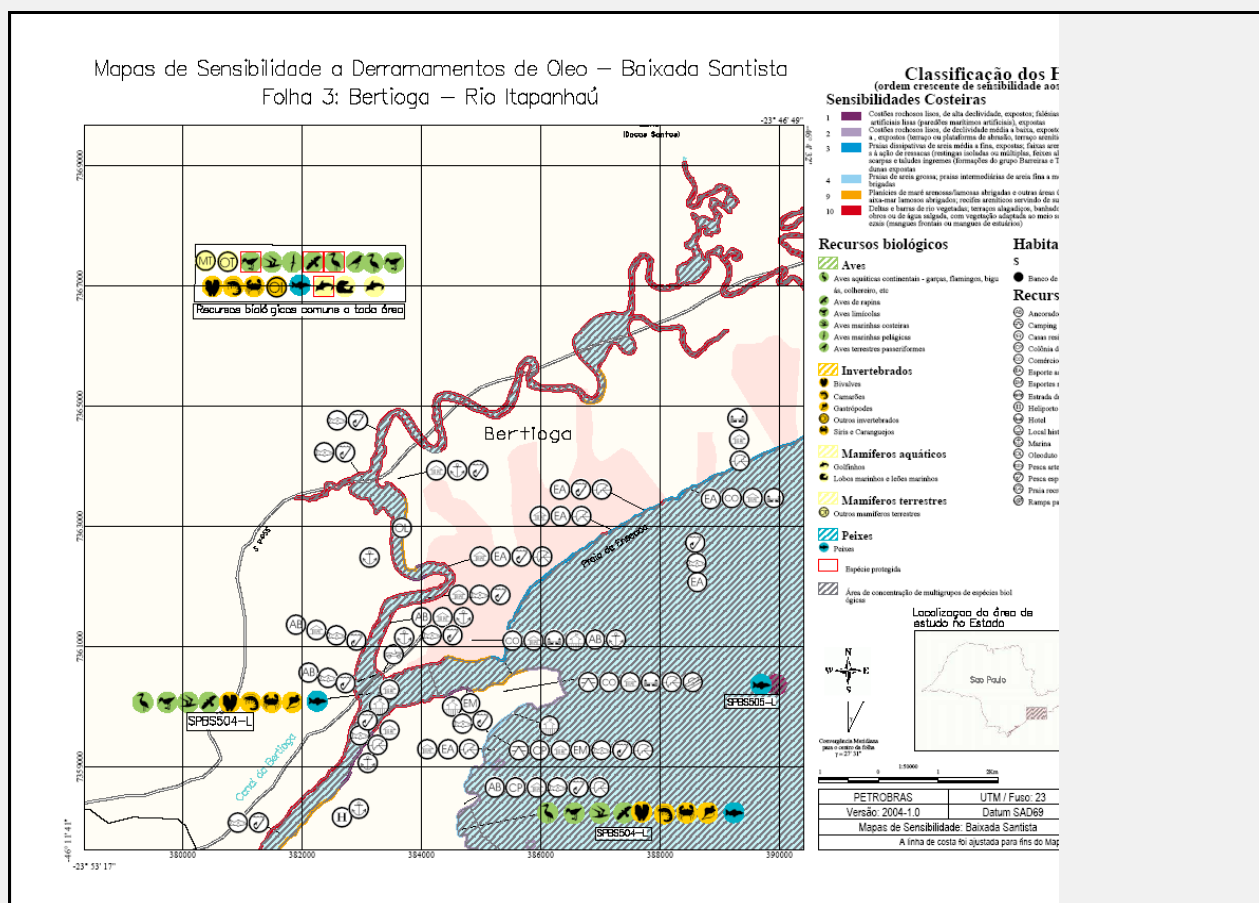
Após ser responsabilizada pelos impactos adversos causados por grandes vazamentos de óleo que despertaram a atenção de toda a sociedade, a Petrobras, através do CENPES, incorporou os mapas de sensibilidade ambiental como um importante subsídio à tomada de decisão no momento de uma emergência. O projeto, que teve início em 1998, contou com parceria de universidades para adaptar a classificação criada pela NOAA à realidade brasileira:

Os ecossistemas costeiros, estuarinos ou fluviais são classificados segundo um índice de sensibilidade ao óleo, estabelecido com base nos seguintes fatores: tipo de substrato; permeabilidade; mobilidade e condições de tráfego; declividade da zona de intermarés; grau de exposição à energia das ondas e marés; facilidade de limpeza; produtividade e sensibilidade biológicas. (PETROBRAS, 2006).

A metodologia utilizada pela Petrobras incorporou também algumas informações socioeconômicas, tais como localização de hotéis, colônias de pescadores, comércio, hospitais, entre outras, além de informações sobre dados biológicos, relacionados à fauna presente nas áreas vulneráveis ao derramamento, que seriam receptores impactados pelo óleo. Esta metodologia resultou no *Manual Básico para Elaboração de Mapas de Sensibilidade Ambiental a Derrames de Óleo no Sistema Petrobras: ambientes costeiros e estuarinos* (PETROBRAS, 2002), publicação utilizada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) como base para criação das *Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo*. (BRASIL, 2002).

Os mapas de sensibilidade ambiental criados pelo CENPES classificaram, através de diferentes níveis de sensibilidade ao óleo, os ambientes costeiros, estuarinos e fluviais do Brasil, e se tornam fundamentais em situações de riscos ambientais por permitir o traçado de estratégias

Figura 1 – Exemplo de uma folha de mapa de sensibilidade ambiental costeira a derrame de óleo, gerada pelo sistema MAPS.



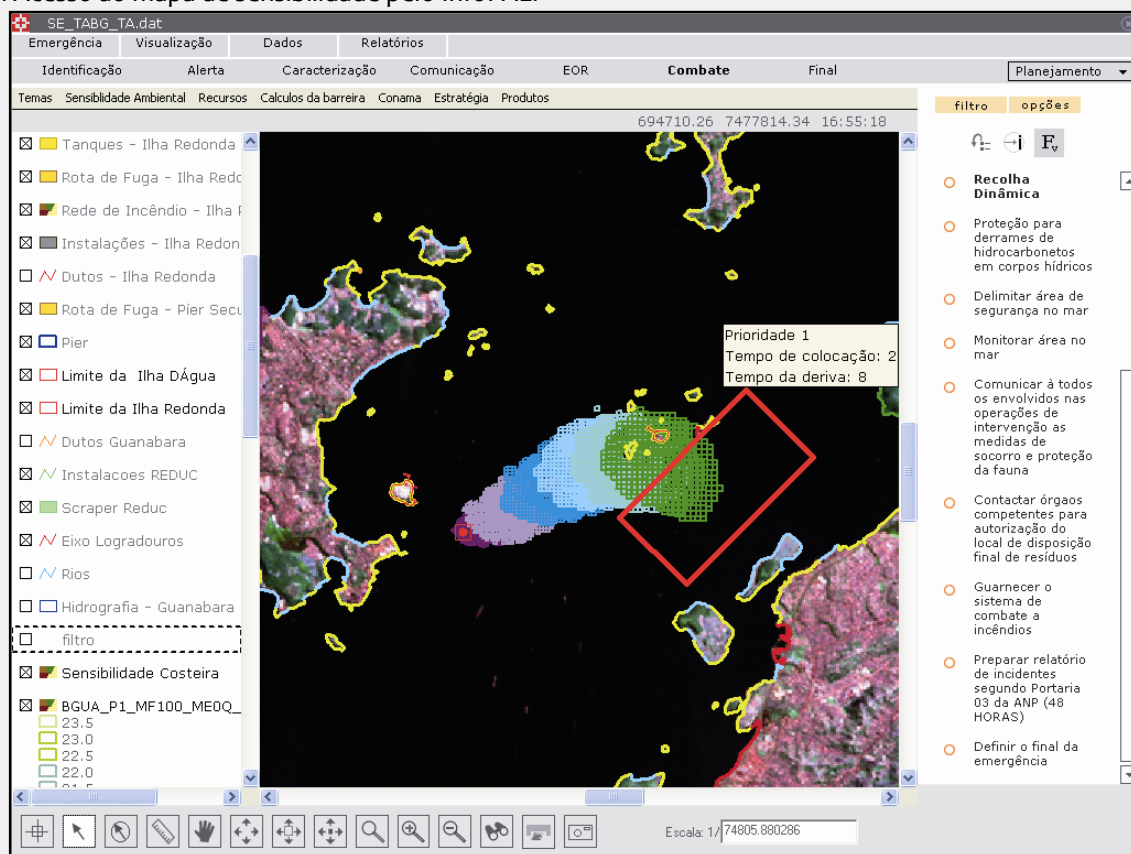
A Resolução CONAMA nº 293 (BRASIL, 2001), insere as cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo no conteúdo mínimo dos *Planos de Emergência Individuais* (PEI) para incidentes de poluição por óleo, originados em portos organizados, terminais, dutos e

MATOS, M.P.; LIMA-GUIMARÃES, S.T. de. **A percepção ambiental em planos de emergência: uma proposta para os estudos de sensibilidade ambiental a derrames de óleo**, 2011, p. 126.

plataformas, bem como em suas instalações de apoio. Além disso, determina que a análise de vulnerabilidade e os procedimentos para proteção de áreas vulneráveis deverão tomar como base as informações disponíveis em cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo (Cartas SAO), elaboradas de acordo com as especificações e normas técnicas aplicáveis.

A informatização dos mapas de sensibilidade, possibilitada pelos denominados *Sistemas de Informações Geográficas (SIGs)* foi um avanço considerável na atualização destes mapas e na sua real utilização durante a emergência, uma vez que se tornaram mais acessíveis a partir de *softwares* de fácil interface. Alguns *softwares* (livres ou corporativos) disponibilizam diversas informações para o usuário no momento de uma emergência, tempo em que consultas a qualquer tipo de dado devem ser otimizadas, para que não interfira no tempo de resposta das equipes envolvidas. No caso da Petrobras, essas informações são sistematizadas nos planos de emergência informatizados, disponíveis no InfoPAE. (Ver figura a seguir):

Figura 2: Acesso ao mapa de sensibilidade pelo InfoPAE.



Fonte: Captura de tela do sistema na rede Petrobras, jan/2009.

Com todos os investimentos supramencionados em geotecnologias voltadas para a proteção do meio ambiente, torna-se evidente a preocupação atual das grandes empresas com a manutenção dos aspectos relacionados à qualidade da paisagem, sendo esta entendida como um recurso ambiental – natural, cultural ou eclético. Este conceito traz implicitamente a possibilidade de apropriação do recurso paisagístico, envolvendo os aspectos objetivos e subjetivos, correlacionados à valoração ambiental, demandas socioeconômicas e turísticas, geração de renda, qualidade de vida, etc. (GUIMARÃES, 2007).

Na visão de Moreno (1998), a paisagem justifica-se enquanto recurso na medida em que entendemos como recurso natural tudo aquilo que os seres humanos encontram em seu entorno e que de alguma forma pode ser utilizado em benefício próprio. Na visão desta autora, esta definição traz implicitamente a possibilidade de apropriação do recurso e pode ser utilizada, portanto, no caso da paisagem, que, por sua vez, satisfaz necessidades, gera demanda e, com isso, valor de mercado. Também encontramos esta visão de paisagem como recurso, na análise de Ribas (1992, p. 206), que acrescenta às reflexões sobre esta temática, a necessidade de proteção, considerada a relevância e os significados dos recursos paisagísticos, ocorrências de impactos ambientais, deterioração do patrimônio:

Las diversas actuaciones sobre el paisaje, que se derivan del desarrollo actual, afectan su aspecto perceptivo. El paisaje se contempla así como recurso que puede precisar protección, y que interviene en la determinación de la capacidad del territorio para el desarrollo de las actividades humanas. Es importante, por lo tanto, detectar aquellas zonas en las que se considere oportuno aplicar algún tipo de protección, y aquellas otras en las que sea posible un desarrollo libre, o con ciertas limitaciones, sin que exista detrimento en la calidad del paisaje o que el impacto provocado sea mínimo.

Por outro lado, por mais eficazes tecnologicamente que sejam os projetos implementados pelas grandes corporações, ainda possuem uma lacuna importante a ser preenchida: a percepção das comunidades que estão na área de influência destas unidades operacionais – percepção de mundividência, suas histórias de vida, seus anseios e necessidades, seus medos e suas relações com o mar. Estes contextos envolvem recreação e lazer, trabalho, sustento, memória, visões de mundo, dentre outros aspectos do cotidiano, podem ser apreendidos somente ao ouvirmos estes importantes atores sociais, permitindo assim conhecermos e classificarmos as diferentes percepções e interpretações que se inter-relacionam e conferem múltiplos significados e valores a estas paisagens geográficas.

A Percepção Ambiental e seus Respectivos Indicadores

Os estudos sobre a Percepção Ambiental têm se apresentado como uma área de investigação fundamental para pesquisadores oriundos de diferentes campos do conhecimento e com a mesma preocupação: o modo como o homem percebe, interpreta e valora seus espaços, lugares e paisagem, e as distintas formas de uma gestão ambiental participativa e integrada. Este enfoque tem ajudado muito no entendimento de algumas atitudes e comportamentos pró-ambientais dos indivíduos, constituindo-se em importante instrumento de planejamento e educação para a conservação e preservação do meio ambiente, bem como para o delineamento de estratégias de enfrentamento e adaptação a áreas de riscos.

“*A Imagem da Cidade*”, de Kevin Lynch, é um verdadeiro marco dos estudos de Percepção Ambiental. Publicada no início da década de 1960, esta obra parte da idéia de que cada cidadão possui vastas associações com algumas partes de sua cidade, e que a imagem de cada um é impregnada de lembranças e significados (LYNCH, 1997). Na visão deste autor, uma imagem ambiental pode ser decomposta em três elementos: *identidade*, *estrutura* e *significado*. Ao perceber o ambiente, o homem “filtra” determinadas informações, interpretando e conferindo significado aos diferentes estímulos ambientais aos quais é submetido no decorrer de sua experiência enquanto usuário da cidade. Considerando que cada observador/usuário possui experiências distintas, as imagens podem variar significativamente entre observadores diferentes, como aponta Lynch (1997, p.7):

As imagens ambientais são o resultado de um processo bilateral entre o observador e seu meio ambiente. Este último sugere especificidades e relações, e o observador – com grande capacidade de adaptação e à luz de seus próprios objetivos – seleciona, organiza e confere significado àquilo que vê.

Na Geografia, as idéias de Lynch são incorporadas no momento em que esta disciplina encontra novas alternativas aos enfoques positivistas, até então vigentes. A década de 1960 fica marcada nas Ciências Sociais pela proliferação de movimentos radicais, oriundos da insatisfação em relação ao neopositivismo, e do descobrimento da dimensão fenomenológica e existencialista, fortalecendo o interesse nestas correntes filosóficas por parte dos cientistas sociais, e levando também a Geografia por caminhos até então nunca percorridos. Os valores, o modo de vida, o espaço vivido se converteram em um tema de reflexão geográfica, como mostra Capel (1981, p.443):

Los trabajos realizados por estos geógrafos mostraran que había desviaciones acusadas entre las condiciones de un medio y la percepción que los hombres tienen de él, que el mapa mental que poseen los individuos no coincide con la representación que un grupo humano dispone. Mostraran también que el espacio está lleno de significados y de valoraciones, las cuales permiten organizar la visión de un paisaje o tomar decisiones sobre la actividad a desarrollar, y que son estas valoraciones las que dan lugar a la aparición de un sentimiento de pertenencia o de rechazo respecto a un lugar. Es a través de esta geografía personal, de esa visión mezclada con la fantasía, y modelada por la cultura y la estructura social, que los hombres organizan su comportamiento en el espacio.

Ao considerar esta organização do comportamento do homem no espaço, a Geografia se aproximou mais fortemente da Fenomenologia, que nos ensinou como explorar a descrição dos fenômenos espaciais, baseados em experiências individuais e coletivas do homem. Ainda que esta corrente filosófica tenha sido fundada pelo filósofo alemão Edmund Husserl, as pesquisas geográficas que tiveram forte conotação fenomenológica sofreram maior influência das idéias de Heidegger, Merleau-Ponty e Bachelard.

As pesquisas em percepção ambiental ganharam notabilidade, ainda na década de 1970, a partir da criação do programa *Man and Biosphere (MAB)*, da UNESCO. Este programa teve como objetivo “desenvolver, no marco das ciências naturais e sociais, uma base racional para a utilização e conservação dos recursos da biosfera e para a melhoria das relações entre o homem e seu ambiente” (CASTELO, 1996, p. 23). O programa é composto por vários projetos, dentre eles o MAB-13, que trata da percepção da qualidade ambiental. Na visão de Castelo (1996, p.23):

Esta concentração temática decorre de um dos passos mais importantes registrados na evolução da própria consciência ecológica: o momento em que esta passou a estender seu alcance para além dos aspectos físicos e biológicos do meio ambiente, incluindo o homem “dentro” da biosfera e tomando em consideração a parcela do imponderável que existe na mente humana.

A série de estudos foi coordenada pelo *Grupo de Trabalho sobre Percepção do Meio Ambiente*, do Instituto de Estudos Ambientais, da Universidade de Toronto, Canadá. Grupo este, coordenado pelos pesquisadores Ian Burton e Anne Whyte. Os resultados das pesquisas foram publicados em inúmeras obras, oriundas de pesquisas em diferentes países, mas é importante destacar a obra *Expert Panel on Project 13: Perception of Environmental Quality*, que contribuiu para uma nova leitura do meio ambiente enquanto sistema multidimensional de complexas inter-

relações em contínua transformação. Além disso, esta obra ajudou trouxe uma definição para a percepção ambiental:

Is meant the ways in which man senses and understands the environmental (natural and man-made), specially as influenced by social and cultural factors. This involves a consideration of the level of knowledge and its organization, the values that are placed upon environment, man's preferences, and the way in which choices are exercised and conflicts resolved. (UNESCO, 1973, p.9).

Outro marco dos estudos de percepção ambiental a ser ressaltado foram as reuniões do *Grupo de Trabalho sobre a Percepção do Meio Ambiente*, no âmbito das atividades da União Geográfica Internacional (UGI). Este grupo contou com a participação de pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento, oriundos de diferentes partes do planeta, interessados na relação meio ambiente e percepção. Segundo Oliveira (2001, p. 15): “as pesquisas compreendiam um leque amplo de interesses voltados para o meio ambiente, tais como: percepção de pragas e paguicidas, mensuração de paisagens estéticas, procura de paisagens valorizadas, mensuração de atitudes em relação aos riscos ambientais”.

Na visão de Tuan (1980), a *percepção ambiental* é a resposta dos sentidos do indivíduo aos estímulos externos emitidos pelo espaço que o circunda. Podemos interpretar que esta resposta captura o indivíduo da condição passiva de mero observador do meio ambiente e o transporta ao nível da ação, quando este indivíduo não só utiliza a visão como também a cognição. Ao compreender determinados fenômenos que perpassam sua forma de se relacionar com o ambiente em que vive, o indivíduo é capaz de assumir atitudes ambientais que transformem seu próprio *espaço* em *lugar*. Esta interpretação se aproxima intimamente da visão de Ferrara (1999), que destaca a percepção como forma de extrair os alicerces da ação urbana, da intervenção capaz de dar ao homem poder de decisão sobre o espaço, poder de cidadania.

Nosso estudo buscou apresentar a percepção ambiental como um campo metodológico capaz de complementar uma lacuna existente nos estudos de sensibilidade ambiental, que é o olhar dos habitantes da zona costeira sobre as áreas vulneráveis a derrames de óleo. Cinco indicadores são considerados em nossa abordagem: *valor histórico*, *atividades econômicas*, *atividades de lazer*, *memória coletiva* e *sentido de lugar*. No quadro 1, a seguir, podemos observar estes indicadores e seus respectivos parâmetros.

Quadro 1. Os Indicadores e seus parâmetros considerados em nossa proposta

INDICADOR	PARÂMETRO
Atividade Econômica	• Turismo; • Pesca; • Comércio relacionado ao mar.
Importância Histórica	• Fatos históricos ocorridos no local; • Presença de monumentos e marcos históricos; • Local citado em literatura ou demais manifestações artísticas.
Memória Coletiva	• Local citado por entrevistados como cenário de importantes fatos do passado (individuais ou coletivos).
Sentido de Lugar	• Local de moradia; • Topofilia identificada no discurso dos habitantes; • Identidade dos moradores com o local.
Local de Lazer	• Atividades voltadas para o lazer; • Local de <i>shows</i>, festas, comícios, etc; • Acessibilidade.

Fonte: Organizado por Marcelo Matos, 2009.

A seguir descreveremos individualmente os indicadores da nossa proposta metodológica, assim como os parâmetros utilizados para a análise do comportamento de cada um destes indicadores, que nos trazem a possibilidade de traçar um comparativo entre os diferentes níveis de percepção, interpretação e valoração de ambientes costeiros.

Valor histórico

A relevância histórica de um determinado local constitui um importante indicador para a análise objetiva e subjetiva de um lugar. A degradação de um lugar que outrora foi cenário de momentos históricos significativos, ou mesmo de um romance literário, certamente provoca um grande sentimento de desapontamento nos indivíduos conscientes da importância e significado da memória coletiva e suas representações.

As atividades turísticas voltadas para lugares de grande valor histórico diminuem proporcionalmente ao aumento dos processos de degradação destes lugares. Esta situação é bastante clara nos monumentos ou conjuntos arquitetônicos que não possuem nenhum tipo de manutenção, seja de restauração ou mesmo de limpeza. Com a ausência de atividades que proporcionem dinâmicas sócio-espaciais a lugares de valor histórico, estes espaços acabam perdendo sua identidade no tempo e no espaço, e junto com eles sua história e relevância não somente para a cultura local, mas até mesmo regional e nacional, considerados os aspectos tangíveis e intangíveis que garantem a permanência da qualidade de sua visibilidade. (GUIMARÃES, 2007).

Não é somente por causa da atividade turística que os lugares de valor histórico devem ser protegidos, mas principalmente pela perpetuação de momentos que marcaram a história do lugar e que ajudaram na construção de uma identidade territorial reconhecida por seus habitantes. Quando se perde esta identidade, fatalmente perde-se também o sentido e a força do lugar. Guimarães (2007), a partir da visão de Dardel (1952), nos lembra que a paisagem é substrato e matriz das experiências de continuidade e descontinuidade da história de vida dos seres humanos e dos referenciais concretos e míticos de suas sociedades, renovados de tempos em tempos, e refletidos nos segmentos ou nos componentes paisagísticos.

Em resumo, o valor histórico enquanto indicador ambiental procura dar um peso maior a história do lugar, considerando a importância desta para a manutenção de sua identidade territorial e, conseqüentemente, da força dos significados inerentes ao lugar. Neste sentido, Guimarães (2007) ressalta que:

um recurso paisagístico é único em sua história evolutiva, jamais é igual a outro, mesmo quando são resguardadas as semelhanças aparentes, distinguindo-se das outras unidades e matrizes de paisagem natural, construída ou eclética, vizinhas ou não, em função de suas complexidades e peculiaridades, visíveis e não-visíveis, relacionados ao fenossistema e ao criptossistema.

Este indicador, portanto, pode apontar uma relevância por vezes desconhecida pelos próprios habitantes, mas que, uma vez recuperada, pode fazer renascer a auto-estima de uma comunidade, o orgulho de suas raízes, além de reforçar o sentido de lugar, as relações de identidades e alteridades, e a necessidade de proteção das paisagens locais.

Atividades Econômicas

Podemos considerar as atividades econômicas desenvolvidas em um determinado local como indicadores a serem considerados quando queremos valorar um ambiente, pois elas imprimem dinâmica ao lugar, mantendo uma forte ligação das pessoas que ali trabalham com esse espaço, visto como fonte de sustento. Neste indicador, concordamos com De Groot (1992) quando este ressalta que uma avaliação integrada dos benefícios econômicos de áreas naturais deve incluir também os valores não-monetários de bens e serviços que contribuem para o bem-estar humano.

De Groot (1992) apresenta o conceito de *environmental functions* (funções ambientais) ao falar de indicadores socioeconômicos na valoração do meio ambiente. Segundo este autor, as funções ambientais são definidas pela capacidade do ambiente natural prover bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas de forma sustentável. Dessa forma, estas funções podem servir como uma ferramenta, fornecendo um indicador comum tanto para a qualidade ambiental quanto para a qualidade de vida.

O vínculo dos pescadores com o mar é o exemplo mais ilustrativo do papel deste conceito de funções ambientais em uma zona costeira. Esses profissionais, alguns organizados em cooperativas e/ou associações locais, estão sempre atentos às mudanças que possam ocorrer em seu território, uma vez que isso pode alterar sua própria vida e de sua família de forma tanto objetiva quanto subjetiva. Além dos pescadores, em locais onde a pesca é predominante, qualquer alteração adversa na qualidade da água vai se refletir em toda a economia local, mesmo para aqueles que não vivem diretamente da pesca. Este é o caso também dos restaurantes e quiosques instalados em determinados trechos da orla marítima. Por mais que o estoque de alimentos possa ser obtido de outra região, somente pelo fato de estarem localizados em uma área contaminada por poluição, já são vistos com descrédito pelos frequentadores, potenciais consumidores do local.

O turismo também representa uma importante função ambiental e um importante parâmetro a ser considerado neste indicador. Esta atividade econômica gera impactos em outros diferentes setores, como comércio formal e informal, rede hoteleira, rede de transportes, dentre outros. Em um local turístico, um impacto ambiental negativo se reflete, de forma primária e

secundária, em todos estes setores, gerando consideráveis danos financeiros para todos aqueles que vivem de renda direta ou indireta do turismo.

Diversos outros exemplos de funções ambientais e parâmetros podem ser citados no caso do indicador “atividades econômicas”. Podemos citar ainda, o exemplo da importância da qualidade do solo para valorar áreas voltadas para a agricultura. Uma vez alterados alguns dos componentes deste solo, toda uma atividade pode deixar de ser produtivamente viável naquele local.

Considerando o valor econômico como mais um indicador a ser adotado na metodologia proposta, torna-se possível mensurar, objetivamente, os danos que um derramamento de óleo pode acarretar em determinadas áreas. É possível também dimensionar quais as atividades que serão impactadas secundariamente, qual a repercussão disso para a comunidade, para os órgãos ambientais e para a própria companhia que causou o impacto.

Atividades de Lazer

Outro importante indicador considerado em nossa proposta metodológica são as atividades de lazer. Estas atividades aproximam os cidadãos de maneira bastante interessante e espontânea de sua própria cidade, tornando muitas vezes os espaços públicos uma extensão de sua própria residência, por exemplo, do seu quintal, por vezes inexistente (no caso de moradores de apartamento). Neste sentido, ao avaliar o valor de um determinado local a partir da presença de atividades de lazer, um parâmetro que deve ser primeiro observado é a questão da acessibilidade. Isto se torna fundamental na medida em que um lugar “fechado” para a maioria das pessoas, onde somente um determinado número de pessoas possa usufruir dele, possui um sentido e uma identidade exclusiva para este grupo restrito de pessoas, e não para a sociedade como um todo.

No caso da zona costeira, avalie suas próprias emoções ao saber que um grande derramamento de óleo destruiu uma praia que você praticamente desconhece por pertencer à área da Marinha, por exemplo. Agora, avalie também suas emoções ao saber que este mesmo derramamento atingiu uma praia que você frequenta todo verão, da qual possui recordações de infância, ou de uma praia em que viveu um romance, enfim com a qual possui estreitos vínculos

afetivos e referenciais simbólicos particulares. É a partir de suas experiências e vivências topofílicas, do consumo do lugar, que o valor torna-se mais alto, mais significativo, na escala da percepção e valoração ambiental.

Além de serem uma atividade de natureza democrática, as atividades de lazer em uma zona costeira, tais como o futebol, o surfe, o vôlei de praia, o banho de mar e de sol ou um simples jogo de baralho, conferem uma dinâmica única a esta paisagem, além de criar um mosaico de lembranças na memória das pessoas freqüentadoras do local. Um impacto ambiental em um local como este afeta, em distintos graus, todas essas dinâmicas de modo interativo, e conseqüentemente, a vida de todos estes usuários. As atividades que dependem diretamente da qualidade da água, como o banho de mar, por exemplo, são as principais impactadas e um derramamento em local próprio para esta atividade torna-se visível para toda a sociedade, principalmente mediante a visibilidade proporcionada pelos meios de comunicação em massa.

Considerando os fatores mencionados, podemos observar que a importância deste indicador envolve relações íntimas dos habitantes com os espaços públicos, interesse turístico e da mídia por estes mesmos lugares, e lembranças e recordações de momentos de vida felizes para muitas pessoas que já passaram por aquele lugar, derivando múltiplos significados e valores individuais e coletivos, relacionados à topofilia, biofilia e hidrofília. (BACHELARD, 2000; TUAN, 1980; WILSON; KELLERT, 1993).

Memória Coletiva

Este indicador, diferente daqueles explicitados anteriormente, só é possível ser apreendido através do discurso oral dos habitantes ou freqüentadores de um determinado local. A partir da memória de um indivíduo é possível chegar a idéias e recordações coletivas, afinal “uma memória coletiva se desenvolve a partir de laços de convivência familiares, escolares, profissionais. Elas entretêm a memória de seus membros, que acrescenta, unifica, diferencia, corrige e passa a limpo”. (BOSI, 1994, p.410). Um lugar que possui uma forte carga de memória coletiva carrega consigo a essência dos guardiões desta memória. Ao degradar um lugar como este, é como deteriorar um álbum de fotografias pessoais.

Para avaliar objetivamente este indicador, o caminho é ouvir as histórias de vida das pessoas que dão vida ao local: pessoas que freqüentam, habitam, trabalham, usufruem de alguma maneira o local. A força da memória coletiva irá brotar do conjunto de histórias individuais, pois “por muito que deva à memória coletiva, é o indivíduo que recorda. Ele é o memorizador e das camadas do passado a que tem acesso pode reter objetos que são, para ele, e só para ele, significativos de um tesouro comum” (BOSI, 1994, p. 411). Desse “tesouro comum”, também falou Halbwachs (1990, p.30) ao discorrer sobre o caráter coletivo da memória individual:

Nossas lembranças permanecem coletivas e nos são lembradas por outros, ainda que se trate de eventos em que somente nós estivemos envolvidos e objetos que somente nós vimos. Isto acontece porque jamais estamos sós. Não é preciso que outros estejam presentes, materialmente distintos de nós, porque sempre levamos conosco e em nós certa quantidade de pessoas que não se confundem.

Segundo este autor, se a nossa impressão pode se basear não apenas na nossa lembrança, mas também na de outros, nossa confiança na exatidão de nossa recordação será maior, como se uma mesma experiência fosse recomeçada não apenas pela mesma pessoa, mas por muitas. Dessa forma, torna-se mais clara a idéia de que a memória individual é um ponto de vista da memória coletiva. No entanto, para que isso aconteça é necessária a existência e/ ou permanência de certa unidade entre as pessoas que compartilham determinadas lembranças:

O depoimento de alguém que esteve presente ou participou de certo evento não nos fará recordar nada se não restou em nosso espírito nenhum vestígio do evento passado que tentamos evocar, não pretendemos dizer que a lembrança ou parte dela devesse subsistir em nós da mesma forma, mas somente que, como nós e as testemunhas fazíamos parte de um mesmo grupo e pensávamos em comum com relação a certos aspectos, permanecendo em contato com esse grupo e ainda somos capazes de nos identificar com ele e de confundir o nosso passado com o dele. (HALBWACHS, 1990, p.33).

Esta idéia pressupõe uma coesão social entre aqueles que compartilham uma memória delimitada espacialmente. Não basta que essas pessoas somente residam uma ao lado das outras. Na visão de Halbwachs é preciso que não tenhamos perdido o hábito nem o poder de pensar e de nos lembrar na qualidade de membro do grupo do qual esse testemunho e nós fazemos parte.

Outro autor que se debruçou na questão da memória coletiva foi Jacques Le Goff (2003), que afirma que a memória coletiva faz parte das grandes questões das sociedades desenvolvidas

e das sociedades em vias de desenvolvimento, das classes dominadas, lutando todas pelo poder ou pela vida, pela sobrevivência e pela promoção. Segundo ele, “a memória, na qual cresce a história, que por sua vez a alimenta, procura salvar o passado para servir ao presente e ao futuro. Devemos trabalhar de forma que a memória coletiva sirva para a libertação e não para a servidão dos homens”. (LE GOFF, 2003, p. 471). Neste sentido, entendemos que um espaço oprimido pelo esquecimento, opaco, pode ser libertado a partir do resgate de sua memória.

Ao resgatar o conjunto de lembranças e recordações de uma época que já passou, mas que ainda encontra-se presente nos lugares de uma paisagem, através da memória de seus habitantes, torna-se possível traçar uma geografia que contribua efetivamente para a (re)construção da identidade do lugar, afinal “não há memória coletiva que não aconteça em um contexto espacial”. (HALBWACHS, 1990, p.170). O passado, portanto, constitui um importante elemento a ser buscado no resgate desta identidade:

O passado é uma das dimensões mais importantes da singularidade. Materializado na paisagem, preservado em “instituições de memória”, ou ainda vivo na cultura e no cotidiano dos lugares, não é de se estranhar, então, que seja ele que vem dando o suporte mais sólido a essa procura de diferenciação. A busca de identidade dos lugares, tão alardeada nos dias de hoje, tem sido fundamentalmente uma busca de raízes, uma busca de passado. (ABREU, 1998, p. 7).

Halbwachs (1990) chega a propor aos seus leitores uma prática de se recolher, fechar os olhos e retroceder no tempo o mais longe possível, até onde nosso pensamento consiga se fixar em cenas ou pessoas cuja lembrança conservamos. Nesta prática, segundo o autor, podemos constatar ao final que jamais saímos do espaço. Isto reflete a importância da dimensão espacial, que se evidencia de maneira forte e natural nas lembranças individuais e coletivas.

Uma das diferenças entre o indicador “memória coletiva” e o indicador “valor histórico” é o método de aquisição da informação. A memória coletiva é algo que se mantém vivo muitas vezes nas lembranças e recordações dos habitantes do lugar, raramente encontra-se documentada na literatura ou em bibliotecas e arquivos públicos, tornando-se necessária a coleta das histórias de vida dessas pessoas que guardam em suas trajetórias estas preciosas informações sobre o espírito do lugar.

Halbwachs (1990) ainda nos chama a atenção para o fato de que a memória coletiva não é simplesmente uma justaposição de diversas memórias individuais, ela possui um caráter social, coletivo, que transcende o indivíduo. Podemos afirmar, portanto, que a memória coletiva é um conjunto de lembranças construídas socialmente. Por outro lado, as expressões individuais, presentes nas histórias orais de cada habitante do lugar, nos permitem incursões a esta coletividade, o que reforça a importância inquestionável da pesquisa das muitas memórias individuais existentes em uma mesma comunidade. Nas palavras de Abreu (1998, p.11): “a memória individual pode contribuir, portanto, para a recuperação da memória das cidades. A partir dela, ou de seus registros, pode-se enveredar pelas lembranças das pessoas e atingir momentos urbanos que já passaram e formas espaciais que já desaparecera”. É, a partir do resgate de suas próprias raízes, que pode surgir a força da coletividade e da identidade do lugar.

Ao captar a lembrança de um lugar que permanece diluída na memória dos habitantes, uma vez que suas formas espaciais já não mais existem, é possível resgatar um dinamismo e uma força passível de ser redimensionada no espaço. Com este movimento, recupera-se a identidade deste lugar e também a autoestima de seus habitantes, mesmo aqueles que já haviam perdido a crença em uma revitalização daquele espaço há muito cristalizado no passado. Com a recuperação da autoestima surge a mudança de atitude, transmutação de comportamentos destrutivos para comportamentos pró-ambientais, que trazem ideais de preservação.

No entanto, para este movimento acontecer, torna-se imprescindível a existência de um sentido de lugar naquele espaço geográfico, ou seja, é necessário haver simultaneamente uma identificação subjetiva e objetiva dos habitantes com este espaço, para que haja uma atribuição de valor e um desejo de transformação positiva.

Sentido de Lugar

O sentido de lugar é outro indicador que, em conjunto com a história, a memória e a identidade territorial, ajuda a compor a nossa proposta metodológica para mapeamento da percepção ambiental dos moradores da zona costeira de uma determinada área urbana em relação às áreas de sensibilidade e às vulnerabilidades naturais e sociais abrangidas.

Para um melhor entendimento dos diferentes níveis de sensibilidade ambiental, percebidos através do olhar humano, torna-se necessário buscar compreender a articulação entre os conceitos de lugar, identidade territorial e meio ambiente, que, sob nosso ponto de vista, ajudam na explicação das possíveis implicações que um derramamento de óleo em corpos hídricos pode trazer para toda uma sociedade, tendo em vista as diferentes percepções e, conseqüentemente, os múltiplos processos de interpretação e valoração do conjunto das vulnerabilidades ambientais, em seus dimensionamentos naturais e sociais.

Segundo Bachelard (2000, p.19), a noção (e função) do sentido de habitar aparece em diferentes escalas e configurações, “o espaço percebido pela imaginação não pode ser o espaço indiferente entregue à mensuração e à reflexão do geômetra. É um espaço vivido”. Portanto, é compreensível a existência de conflitos de interesses e diferentes percepções sobre a presença de atividades “perigosas” que representam riscos e ameaças ao lugar onde habitamos, gerando sentimentos e emoções contraditórios e, portanto, conflitantes, percebendo-se diferenciações profundas referentes à “intensidade, sutileza e modo de expressão” (TUAN, 1980, p. 05 e 107).

Na concepção de Tuan (1983), o *espaço* se torna *lugar* na medida em que o conhecemos melhor e o dotamos de valor – “lugar é uma pausa no movimento”, e explica que “se pensarmos o espaço como algo que permite movimento, então lugar é pausa; cada pausa no movimento torna possível que localização se transforme em lugar” (TUAN, 1983, p.6). Esta idéia de proteção conferida ao lugar é também apresentada por Bachelard (2000), quando apresenta a noção de “casa” em diversos tipos de habitat que oferecem proteção, ou seja, “todo espaço realmente habitado traz a essência da noção de casa” (BACHELARD, 2000, p.25).

Dessa forma, podemos residir em um lugar e habitar diversos outros simultaneamente. Podemos nos “sentir em casa” em um lugar com mais intensidade do que em nossa própria residência. Esse habitar heideggeriano também é base do pensamento de Edward Relph (1976; 1979), fundamentado em Dardel (1952), quando este apresenta a idéia de que ser humano é viver em um mundo preenchido com lugares significantes: “to be human is to have and to know your place” (RELPH, 1976, p. 1).

O sentido de lugar se refere, antes de tudo, às noções de seus significados: intimidade, familiaridade, identidade e singularidade. O cotidiano do indivíduo é permeado por inúmeros espaços/lugares que formam esse caleidoscópio de paisagens que chamamos de espaço vivido.

No entanto, dentre os diferentes espaços/lugares pelos quais passamos, existem aqueles com os quais nos identificamos, nos reconhecemos e carregamos conosco todo o seu conteúdo simbólico, “those aspects of the lived-world that we distinguish as places are differentiated because they involve a concentration of our intentions, our attitudes, purposes and experience”. (RELPH, 1976, p.43). Em geral, os lugares que habitamos são os que mais fortemente marcam nossa trajetória individual, independente se mantemos sentimentos topofílicos ou topofóbicos por estes locais, pois ao habitar um determinado lugar estabelecemos intensas relações de trocas subjetivas e objetivas, conscientes e inconscientes.

A consciência geográfica de pertinência que o indivíduo possui e as relações sócio-espaciais que este mantém com seus espaços/lugares constituem a essência daquilo que Dardel (1952) denominou de *geograficidade*, ou essencialmente, a relação do *ser-no-mundo*. Neste sentido, Relph (1979, p.16) destaca que, no contexto da obra de Eric Dardel (1952), *lugar* significa muito mais que o sentido geográfico de localização. Não se refere a objetos e atributos das localizações, mas ao tipo e qualidade das experiências e envolvimento com o entorno, com a paisagem, e à necessidade dos processos de enraizamento e segurança. Os indivíduos e suas práticas sócio-espaciais e culturais coletivas são os responsáveis pela transformação dos locais em lugares, fazendo com que estes se apresentem como uma legítima extensão do habitar:

É assim que a expressão usual “o meu bairro” evoca uma porção urbana não mais definida do exterior, de pessoas que não o habitam, mas “do interior”, dos seus habitantes que se apossam da parte da cidade onde percebem a impressão reconfortante de um mundo familiar, prolongamento vital da habitação. Este bairro vivido, “espaço conhecido, apropriado, íntimo”, extrai a própria unidade de egocentrismo de cada um (METTON; BERTRAND apud BETTANINI, 1982, p.118).

Os lugares, portanto, emergem das nossas experiências e vivências ambientais, trazendo uma pluralidade de aspectos simbólicos de diversas origens, que variam do individual ao coletivo, e vice-versa. Tuan considera que as várias faces envolvidas na imagética da construção dos sentimentos de topofilia nos recordam que “as imagens mudam à medida que as pessoas adquirem novos interesses e poder, mas continuam a surgir do meio ambiente: as facetas do meio ambiente, previamente negligenciadas são vistas agora com toda a clareza” (TUAN, 1980, p. 137).’

Do ponto de vista antropológico, Augé (1994) analisou o conceito de lugar partindo da hipótese de que a supermodernidade é produtora de não-lugares. O autor apresenta a idéia de que “se um lugar pode se definir como identitário, relacional e histórico, um espaço que não pode se definir nem como identitário, nem como relacional nem como histórico definirá um não-lugar”. (AUGÉ, 1994, p.73). Por outro lado, a contemporaneidade nos obriga a relativizar qualquer teoria sobre o conceito de lugar, ao ponto do próprio Marc Augé (1994, p.74) considerar em seguida que “o lugar e o não lugar são, antes, polaridades fugidias: o primeiro nunca é completamente apagado e o segundo nunca se realiza totalmente”.

Buttimer (1985, p.177), ao discorrer sobre o dinamismo do mundo vivido, enfatiza o sentido de lugar no período contemporâneo: “Mudanças tecnológicas e econômicas no gênero de vida abriram o horizonte das pessoas em função das redes de interação mais amplas, mas nem sempre solaparam o sentido de lugar; até mesmo as populações mais sofisticadas e urbanas têm identificação territorial”.

Esta identificação territorial apontada por Buttimer (1985) se aproxima da idéia desenvolvida por Dardel (1952, p.42), quando este autor afirma que o indivíduo possui uma fixação existencial com o ambiente em que vive, sendo que esta ocorre independente do tipo de espaço, seja este rural ou urbano, natural ou construído. Portanto, a identidade territorial define o sentido de lugar do indivíduo e também constitui um indicador ambiental significativo que nos auxilia na valoração subjetiva e objetiva de um determinado lugar.

Uma aproximação entre os indicadores...

Quando comparamos a carta SAO da Ilha de Paquetá com o mapa de sensibilidade do lugar, observamos que as praias da ilha possuem níveis de sensibilidade distintos no contexto destas duas diferentes acepções, cujos indicadores procuram atender aspectos bem distintos, conforme podemos observar no quadro a seguir:

Quadro 2 – Indicadores de Sensibilidade considerados nas Cartas SAO

Nível de Sensibilidade	Descrição
1	Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos; falésias em rochas sedimentares, expostas; estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas
2	Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos; terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abrasão, terraço arenítico exumado bem consolidado, etc.)
3	Praias dissipativas de areia média a fina, expostas; faixas arenosas contíguas à praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo LONG BEACH); escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos), expostos; Campos de dunas expostas.
4	Praias de areia grossa; praias intermediárias de areia fina a média, expostas; praias de areia fina a média, abrigadas.
5	Praias mistas de cascalho e areia, ou conchas e fragmentos de corais; terraço ou plataforma de abrasão de superfícies irregulares ou recobertas de vegetação; Recifes areníticos em franja.
6	Praias de cascalho (seixos e calhaus); costa de detritos calcários; depósito de tálus; enrocamentos (RIP-RAP, guia corrente, quebra-mar) expostos; plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas).
7	Planície de maré arenosa exposta; terraço de baixa mar
8	Escarpa/encosta de rocha lisa, abrigada; escarpa/encosta de rocha não lisa, abrigadas; escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados; enrocamentos (RIP-RAP e outras estruturas artificiais não lisas) abrigados.
9	Planícies de maré arenosas/lamosas abrigadas e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas; terraços de baixa-mar lamosos abrigados; recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais.
10	Deltas e barras de rio vegetadas; terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas; brejos salobros ou de água salgada, com vegetação adaptada

	ao meio salobro ou salgado; apicuns; marismas; manguezais (mangues frontais ou mangues de estuários)
--	--

Fonte: ARAÚJO; MUEHE; SILVA, 2002.

A primeira diferença que podemos observar ao comparar as informações mapeadas a partir das duas metodologias é que na carta SAO para a ilha de Paquetá como um todo, destaca-se a predominância de apenas dois níveis de sensibilidade ambiental ao derrame de óleo: o nível 4 e o nível 8. Considerando a escala de 0 a 10 deste tipo de mapa, podemos inferir que o nível 4 representa uma sensibilidade relativamente baixa e o nível 8 uma sensibilidade relativamente alta. Já no mapeamento da sensibilidade do lugar da ilha como um todo, constatamos a existência de três níveis de sensibilidade: alta, média e baixa. Entretanto, não é viável traçarmos um comparativo do resultado dessas duas formas de mapeamento por praia da ilha, pois as cartas SAO não são elaboradas por praia e sim por segmentos, pois uma mesma praia pode apresentar diferentes ecossistemas. Torna-se necessário, portanto, comparar parte a parte em ambos os mapas.

Na parte norte de Paquetá, observamos uma grande diferença nos resultados do mapa de sensibilidade do lugar e da carta SAO. A carta SAO revela uma sensibilidade alta (nível 8) na maioria do segmento costeiro desta parte da ilha, enquanto que o mapa de sensibilidade do lugar revela níveis médios e baixos em sua classificação.

Sem dúvida a maior discrepância ocorre ao comparar os resultados das praias de São Roque e Moreninha, onde o mapa de sensibilidade do lugar revelou a importância ímpar destes lugares para a maioria dos habitantes entrevistados e também nas fontes documentais históricas, classificando estas praias como de sensibilidade alta; enquanto que a carta SAO classificou como segmentos com sensibilidade de nível 4. Por outro lado, as praias da Covanca e do Lameirão, cujo mapeamento da sensibilidade do lugar se apresentou como de nível baixo, foi apontado na carta SAO como segmentos com sensibilidade de nível 8. Portanto, na parte norte da ilha verificou-se resultados bastante discrepantes nos resultados das duas formas de mapeamentos, uma vez que na metodologia que propomos outros aspectos alinhados com o *genius loci* são levados em consideração.

Na parte sul da ilha os resultados também se apresentaram de maneira discrepante. A Praia Grossa, local imediatamente ao lado da estação das barcas, foi apontado no mapa de sensibilidade do lugar com uma sensibilidade baixa. Ao analisar este segmento na carta SAO, podemos observar que este se apresenta com um nível 8 de sensibilidade. Por outro lado, a Praia da Imbuca que, como pudemos observar no quadro 6, foi apontada pelos habitantes como a segunda praia mais importante a ser protegida (ficando atrás somente da Praia da Moreninha) e indicada pelos roteiros turísticos como a praia de melhor balneabilidade, apresentou uma sensibilidade do lugar alta e uma sensibilidade ambiental na carta SAO de nível 4.

Um Caminho Possível

Ao agrupar o resultado do comportamento de um determinado local, segundo a análise destes cinco indicadores é possível chegar a uma classificação que demonstre a sensibilidade do *Lugar* em seus aspectos socioeconômicos. Com isso, um tratamento cartográfico com maior legitimidade torna-se viável. Para esse tratamento, recomenda-se a utilização de *softwares*, onde seja possível associar feições geométricas representativas com tabelas de atributos compostas de dados obtidos em campo.

A criação dos arquivos em formato *shapefile* possibilitou a criação de arquivos denominados temáticos, que demonstraram, a partir da diferenciação cromática, as diferentes escalas de sensibilidade do lugar identificadas em campo. Esta metodologia, baseada nas já existentes cartas SAO, regulamentadas pelo Ministério do Meio Ambiente, facilita a leitura dos mapas por aqueles que já estão acostumados com a utilização destas cartas. Cabe ressaltar que nossa proposta em nada objetiva substituir ou competir com a metodologia já existente, pretendendo somente agregar informações sócio-ambientais, por vezes subjetivas, a este importante conjunto de mapas baseados em aspectos físico-biológicos dos locais.

Ao considerar os aspectos teóricos e práticos mencionados, nossa proposta buscou uma nova classificação de *sensibilidade ambiental*, que objetiva não mais demonstrar a sensibilidade do *local* ao derrame de óleo, e sim a sensibilidade do *lugar* ao derrame. Aos aspectos físicos e biológicos são somados aspectos cognitivos, afetivos, perceptivos, interpretativos e valorativos da paisagem, em termos do seu uso passado e atual, das expectativas de uso futuro e do significado existencial da mesma para seus habitantes, bem como de suas representações sociais.

Esta proposta foi desenvolvida na Ilha de Paquetá, estado do Rio de Janeiro (RJ), Brasil, sendo os resultados apresentados na tese de doutorado “A sensibilidade do lugar: uma proposta metodológica para aplicação da percepção ambiental nos planos de emergência a derrames de óleo”, desenvolvida por Matos (2010), no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Rio Claro.

Como pudemos constatar, as praias de Paquetá como sistema receptor exposto aos perigos e riscos ambientais inerentes às atividades petrolíferas existentes ao redor da Baía de Guanabara, carecem de um estudo de pontos de vista mais humanísticos sobre os efeitos adversos que um determinado evento pode apresentar no que diz respeito às situações de risco e aos impactos nos referenciais históricos, afetivos, econômicos e identitários desta comunidade.

As cartas SAO vêm assumindo um papel fundamental na gestão dos riscos e prevenção de desastres ambientais, na medida em que têm contribuído efetivamente e de modo significativo na definição de estratégias de proteção, definição de zonas de sacrifício e alocação de recursos materiais e humanos em caso de emergências ambientais. No entanto, como podemos observar ao dar voz àqueles que habitam esses lugares, não somente a relevância de alguns aspectos físicos ou geomorfológicos do ambiente costeiro indica a intensidade e a visibilidade que um determinado evento ou acidente alcançará no contexto de uma comunidade local. Entendemos, portanto, que a vulnerabilidade como condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor, deve ser definida somente com base no grau de exposição deste receptor ao risco ambiental, considerando tanto os aspectos apresentados nas cartas SAO como outros aspectos revelados a partir de indícios históricos, sociais, culturais, econômicos e afetivos.

Nosso objetivo ao propor esta nova abordagem para os estudos de sensibilidade ambiental é fazer com que estes mapas de sensibilidade do lugar sirvam de fato para a tomada de decisões no momento em que o poder público ou as indústrias do petróleo tenham que definir estratégias e locais de proteção para o caso de derrames de óleo. A proposição do nosso estudo fundamentou-se na adoção de estratégias mais humanizadas, no contexto da gestão de áreas costeiras, que respeitem os traços socioculturais, as atividades econômicas das comunidades abrangidas e a relevância e significados dos aspectos subjetivos, buscando assegurar níveis de resiliência psicossocial e ambiental mais equilibrados para as comunidades e lugares que habitam, envolvidos diante da ocorrência destes eventos.

Com isso, podemos vislumbrar uma melhor adequação de proposições visando à gestão ambiental dos riscos e a não degradação de zonas costeiras. Na visão de Relph (1976), o reconhecimento do significado existencial da paisagem para os seres humanos, partindo da relevância de seus lugares como verdadeiros “*centros de significados e intenções*”.

Figura 3 – Vista parcial da ilha de Paquetá (RJ): a relevância estética de suas paisagens, a percepção das sensibilidades de seus lugares.



Foto: Marcelo Matos, fev/2010.

Referências

- ABREU, M. A. Sobre a memória das cidades. **Revista Território**. Ano III, n.4, 1998. p. 5-26.
- AUGÉ, M. **Não-lugares**: introdução a uma antropologia da supermodernidade. Campinas: Papirus, 1994.
- BACHELARD, G. **A poética do espaço**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- BETTANINI, T. **Espaço e ciências humanas**. Rio de Janeiro: Paz e Terra (Coleção Geografia e Sociedade), 1982.
- BOSI, E. **Memória e sociedade**: lembranças de velho. São Paulo: Companhia das Letras, 1994.

BRASIL. **Lei 9966**. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Brasília, 28 de abril de 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio ambiente. **Resolução 293**. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo originados em portos organizados, instalações portuárias ou terminais, dutos, plataformas, bem como suas respectivas instalações de apoio, e orienta sobre sua elaboração. Brasília, 12 de dezembro de 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derrames de óleo**. Brasília, 2002. 22p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio ambiente. **Resolução 398**. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo, originados em portos organizados, instalações portuárias ou terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta sobre sua elaboração. Brasília, 11 de junho de 2008.

BUTTIMER, A. Apreendendo o dinamismo do mundo vivido. In: CHRISTOFOLETTI, A (org.). **Perspectivas da geografia**. São Paulo: DIFEL, 1985, p. 165-193.

CAPEL, H. **Filosofía y ciencia en la geografía contemporânea**: una introducción a la Geografía. Barcelona: Barcanova, 1981.

CASTELO, L. A Percepção em análises ambientais: o projeto MAB-UNESCO em Porto Alegre. DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. (org.). **Percepção Ambiental: a experiência brasileira**. São Paulo: Studio Nobel, 1996.

DARDEL, E. **L'homme et la Terre**: nature de la réalité géographique. Paris: Presses Universitaires de France, 1952.

DE GROOT, R.S. **Functions of nature**: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Amsterdam: Wolters-Noordhoff, 1992.

DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. (org.). **Percepção ambiental**: a experiência brasileira. São Paulo: Studio Nobel, 1996.

EHRENFELD, D. Por que atribuir um valor à biodiversidade? In: WILSON, E. O. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 269-274.

FERRARA, L. A. **Olhar periférico**: informação, linguagem, percepção ambiental. São Paulo: EDUSP, 1999.

GUIMARÃES, S.T.L. **Paisagens**: aprendizados mediante experiências. Um ensaio sobre interpretação e valoração da paisagem. 2007. Tese (Livre-docência) 2007. – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/SP, 2007.

GUNDLACH, E; HAYES, M.O. Vulnerability of costal environments to oil spill impacts. **Marine Technology Society Journal**, Columbia, v.12, n.4, 1978, p. 18-27.

MATOS, M.P.; LIMA-GUIMARÃES, S.T. de. **A percepção ambiental em planos de emergência**: uma proposta para os estudos de sensibilidade ambiental a derrames de óleo, 2011, p. 148.

HALBWACHS, M. **A memória coletiva**. São Paulo: Vértice, 1990.

LE GOFF, J. **História e memória**. Campinas: Ed. UNICAMP, 2003.

LYNCH, K. **A imagem da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

MATOS, M. P. **A sensibilidade do lugar**: uma proposta metodológica para aplicação da percepção ambiental nos planos de emergência a derrames de óleo. Tese (DOUTORADO EM GEOGRAFIA), 2010. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/SP, 2010. Disponível em:

http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/brc/33004137004Po/2010/matos_mp_dr_rcla.pdf. Acesso: 25-07-2011.

MORENO, S. **La valoración del paisaje por público y expertos**: aplicaciones a la participación ciudadana en la gestión ambiental. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias, Departamento Interuniversitario de Ecología, 1998.

OLIVEIRA, L. Percepção do meio ambiente e geografia. **OLAM – Ciência e Tecnologia**. Rio Claro, v.1, n.2, 2001, p. 14-26.

PETROBRAS. **Manual básico para elaboração de mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo no Sistema Petrobras**: ambientes costeiros e estuarinos. Rio de Janeiro, Cenpes / Petrobras, 2002.

PETROBRAS. **Mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo**: ambientes costeiros, estuarinos e fluviais. Rio de Janeiro, Cenpes / Petrobras, 2006.

RELPH, E. As bases fenomenológicas da geografia. **Geografia**. Rio Claro, v.4, n.7, abr. 1979, p. 1-25.

RELPH, E. **Place and placelessness**. London: Pion, 1976.

RIBAS, J. Estudios de paisajismo. In: BOLÓS, M (org.). **Manual de Ciencia del Paisaje**: teoría, métodos y aplicaciones. Barcelona: Masson, 1992.

TUAN, Y-F. **Topofilia**: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: Difel, 1980.

TUAN, Y-F. **Espaço e lugar**: a perspectiva da experiência. São Paulo: DIFEL, 1983.

UNESCO. **Expert panel on project 13**: perception of environmental quality. Final Report. Programme on Man and Biosphere (MAB). Paris: UNESCO, 1973.

WILSON, E. O.; KELLERT, S.R. (Ed.). **The biophilia hypothesis**. Washington: Island Press/Shearwater Books, 1993.

Sobre os autores:

¹Marcelo Pereira Matos

Doutor em Geografia [Organização do Espaço, IGCE-UNESP, Rio Claro/SP]. Geógrafo da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - Laboratório Tecgraf.
Contato: mmatos@tecgraf.puc-rio.br

²Solange T. de Lima-Guimarães

Professor adjunto, livre-docente em Interpretação e Valoração de Paisagens. Coordenadora do Laboratório de Interpretação e Valoração Ambiental, Depto. de Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro.
Contato: hadra@uol.com.br

PERCEPÇÃO E GESTÃO DE RISCO EM INSTALAÇÃO DE REPOSITÓRIO DE REJEITOS NUCLEARES

Afonso Rodrigues de Aquino¹

Lilian de Oliveira Bueno²

Martha Marques Ferreira Vieira³

Ivan Pedro Salati de Almeida⁴

Introdução

O gerenciamento de resíduos é uma das mais sensíveis questões ambientais para todas as sociedades nas quais há geração de energia por atividades nucleares, assim como aplicações de materiais radioativos nas áreas médicas, de pesquisa e industriais. É muito importante se avaliar a percepção de risco associada à instalação de um repositório de rejeitos radioativos de baixa e média intensidade. A confiança do público é vital para o processo: leva muito tempo para que esta seja conquistada mas ela pode ser rapidamente perdida. Portanto, é essencial muito cuidado na condução das várias etapas desse processo.

O gerenciamento de riscos considera as avaliações sobre o impacto à saúde humana, meio ambiente e economia, além da aceitabilidade dos riscos, que depende da atitude e percepção da situação por parte do público, de interesses políticos e econômicos e de conceitos sobre desenvolvimento e qualidade de vida. O peso que cada um desses aspectos terá na decisão final depende do tipo de empreendimento e dos indivíduos ou grupos sociais envolvidos na decisão. Não há como definir a importância relativa dos fatores. Alguns estudos sinalizam para a relevância da percepção e comunicação de riscos (SLOVIC, 1996; DROTTZ-SJÖBERG; SJÖBERG, 1990; NYLAND, 1993; NSC, 1993; GARRICK, 1991; COVELLO, 1985), e indicam seu papel na amplificação das consequências em situações de acidentes. (PETTERSON, 1988; DROTTZ-SJÖBERG; SJÖBERG, 1990).

Os riscos reais de um empreendimento, tal como um repositório, podem ser explicitados durante seu projeto ao se definir os aspectos ligados à proteção radiológica, à engenharia do projeto, aos materiais que serão armazenados e aos requisitos de aceitação. No entanto, quando se trata das questões sociais, a definição de risco pode ter inúmeras dimensões, em decorrência da tendência de ser baseada em valores subjetivos como controle do risco, confiabilidade e equidade. Assim, os riscos são avaliados em função da forma pela qual a sociedade os percebe (HANSSON, 1989; LINDELL, 1996; NIELSEN, 1996). A avaliação de risco vem sendo tratada como

uma reserva de domínio da ciência, ou seja, com avaliações quantitativas e objetivas. Entretanto, a percepção do risco, ou seja, a reação do público aos riscos é considerada na adoção de políticas públicas e no estabelecimento de estratégias organizacionais (SLOVIC, 1996; IAEA, 1994).

Com o desenvolvimento de estudos sobre populações em situações de risco, gradualmente, o conceito de vulnerabilidade foi incorporado pelos pesquisadores. Considera-se que vulnerabilidade é a chave para a compreensão do novo conceito de risco que tenta romper com as atitudes mecânicas e causais que tem caracterizado as relações entre a humanidade e o meio ambiente nos séculos passados e que freqüentemente tem sido associada com as normas da cultura ocidental. (BANKOFF, 2003). O conceito de vulnerabilidade expressa a multidimensionalidade de desastres desviando a atenção na totalidade das relações numa dada situação social que constitui uma condição que, em combinação com forças ambientais, produz um desastre. (BIRKMANN, 2007).

O conceito de vulnerabilidade se aplica para entidades físicas (pessoas, ecossistemas, etc.) e também para conceitos abstratos (sistemas sociais, sistemas econômicos, países, etc.). Assim sendo, esse termo apresenta um caráter multifacetado e pode ser aplicado a diversas situações e diferentes sistemas, como por exemplo, aos bens materiais que podem estar susceptíveis a serem vulneráveis a algo ou alguém, ou ainda, programas computacionais que são susceptíveis a vírus, ou seres humanos a microrganismos patogênicos, sistemas financeiros às oscilações do mercado, etc.

A idéia de vulnerabilidade é geralmente retratada em termos negativos, e indica o estado de susceptibilidade decorrente de três fatores chaves: exposição ao risco; alterações sociais e/ou ambientais e incapacidade de adaptação (ADGER, 2006). O dicionário Michaelis (1998) define vulnerabilidade da seguinte forma: “caráter ou qualidade de vulnerável”; e vulnerável como: “1. que se pode vulnerar. 2. diz do lado fraco de um assunto ou questão, e o ponto por onde alguém pode ser atacado ou ofendido”.

Atualmente, o conceito de vulnerabilidade, vem sendo abordado sob uma ótica social, ambiental, ou ainda, socioambiental. A primeira procura analisar e mensurar as exposições aos riscos, assim como, a insegurança, gerada por eventos e mudanças econômicas sobre determinados grupos sociais. A vulnerabilidade ambiental aborda o risco ao qual o meio ambiente está exposto, podendo ser este natural ou causado por fatores externos. A visão global, que

sobrepõem características sociais e ambientais é denominada como vulnerabilidade socioambiental. (ALVES, 2006).

Nos anos de 1990, a vulnerabilidade tornou-se um termo consolidado. As pesquisas deixaram de focar somente a problemática ambiental e passaram a abranger também aspectos sociais e tecnológicos, sendo que essas novas preocupações dão maior atenção a processos socioeconômicos e a problemas eminentemente sociais. (MONMONIER, 1997; MENDONÇA, 2004).

A percepção e a aceitação do risco podem ser consideradas como a conjunção de diferentes fatores tais como: conhecimento do evento gerador, dos mecanismos envolvidos e de suas conseqüências; controle real ou presumido sobre o evento e seu desenvolvimento; benefícios potenciais relacionados ao risco; credibilidade da fonte de informação; e condições culturais do indivíduo submetido ao risco real ou presumido.

Duas questões são preponderantes no que tange à percepção de risco: a técnica e a psicológica. Nenhuma pode ser utilizada isoladamente. O aspecto técnico está balizado em critérios científicos. A experiência dos diversos países que iniciaram processos de construção de repositórios mostra que a participação pública é fundamental e que a percepção do público deve ser levada em conta na escolha da localidade. O trabalho informacional deve ser amplo e revisto sempre. É importante estabelecer critérios para aferir o quanto cada etapa é satisfatória, permitindo a consecução adequada dos objetivos.

Campanhas de divulgação do projeto – o que é, qual o período de tempo envolvido – sugerem que a participação da comunidade local é importante para os responsáveis pela implantação do repositório. A comunidade deve se sentir integrante do processo, mesmo para discordar de alguns pontos. Se essa participação no processo decisório não for possível, a comunidade deve ser imediatamente informada sobre o local escolhido, antes que essa informação chegue a pessoas estranhas ao processo.

O risco real da instalação de uma unidade de rejeitos radioativos deve ser explicado por especialistas em segurança radiológica. Com relação às questões sociais, a definição de risco pode ter várias dimensões, uma vez que é baseada em valores subjetivos, tais como, controle de risco,

confiança e equidade. Por isso, os riscos são avaliados de acordo com a maneira que são percebidos pela sociedade.

A avaliação de risco tem sido tratada como uma área exclusivamente científica, ou seja, por avaliações quantitativas e objetivas. Atualmente, a reação do público aos riscos é levada em consideração para adoção de políticas públicas e no estabelecimento de estratégias organizacionais. Há diferenças no modo com que cada grupo social entende o risco, gerando grandes dificuldades na comunicação entre especialistas em segurança e o público em geral.

A noção da percepção de risco, para o público em geral é influenciada por alguns aspectos e características do próprio risco. Pesquisas de opinião podem ser úteis como indicativo de tendência das expectativas da população. Para isso, a metodologia empregada deve ser adaptada à realidade regional. Para melhorar o conhecimento da população sobre os riscos reais há necessidade de material informativo, especialmente produzido para o projeto (vídeos, folhetos, publicações nos meios de comunicação locais), além do fornecimento de informações adequadas sobre a implantação do projeto.

As divergências de opiniões têm sido tratadas pelas indústrias e pelos governos como um erro de avaliação do público, o qual precisa ser educado para alcançar o entendimento. Esta é uma visão unidirecional da educação e da comunicação de risco, que não é mais aceita atualmente. (NSC, 1993; GARRICK, 1991; COVELLO, 1985).

A comunicação de risco não envolve apenas informação sobre risco. Ela abrange a troca de percepções, opiniões e preferências entre as *partes interessadas*. A percepção do risco é tão importante quanto a realidade do risco e a sua aceitação depende mais da confiança no seu gerenciamento eficaz do que em estimativas quantitativas. Em dúvida, o público sempre deve ser consultado para, de posse dessas respostas, serem formuladas as políticas inerentes ao processo.

A busca pela segurança é da natureza humana e é natural que as pessoas tenham maior receio de situações desconhecidas. (BIRKMANN, 2007). Esse sentimento causa incômodo às pessoas quando lidam com eventos ou processos sobre os quais têm pouca informação ou não conseguem entender, ou que não foram suficientemente desmistificados e aceitos pela sociedade. A energia nuclear é um desses temas cujo entendimento é restrito a uma camada

muito pequena da população e o conhecimento mais difundido está associado ao poder destrutivo das bombas em Hiroshima e Nagasaki e a acidentes como os de Goiânia e Chernobyl.

O aumento da consciência do público com relação aos riscos inerentes à sociedade moderna, juntamente com o entendimento de que as avaliações dos especialistas são limitadas pela ausência de dados confiáveis sobre a ação de certos agentes de risco, têm direcionado o processo decisório para os interesses da sociedade. (KOLLURU, 1996; NSC, 1993).

Benefícios potenciais relacionados ao risco

Nenhum modelo de risco é completo, e todos possuem características que os ligam ou separam. Modelos denominados “racionais”, por exemplo, costumam considerar as escolhas lógicas como observação da relação custo-benefício da situação ou fazer um estudo da posição tomada diante do risco em comparação ao conhecimento deste risco. Já outros modelos mais voltados às ciências sociais observam as formações de grupos e suas posições diante as diferentes situações de risco. Algumas das variáveis que constroem o risco podem ser citadas, se observarmos o modo com o qual o público julga um risco. As principais, conforme artigo publicado por Williamson e Weyman, (2005) são:

- **Controle percebido:** Como o público vê o controle pelas instituições responsáveis sobre determinado risco? Existem aqui ligações claras com a confiança na instituição e se o indivíduo se expõe voluntariamente a esse risco ou não.
- **Tempo psicológico:** estudos apontam a existência de um viés no entendimento de risco: indivíduos tendem a exagerar riscos cujas consequências estão mais distantes.
- **Familiaridade:** trata das experiências pessoais do risco, conhecimento sobre o risco e percepção de controle. Os riscos incomuns são superestimados e riscos desconhecidos são reduzidos.
- **Confiança:** a confiança em diferentes instituições têm sido colocada constantemente como variável central na percepção de risco. É notável sua assimetria; enquanto é demorado e delicado o processo para adquiri-la, pode-se perdê-la em um único evento. A confiança nas fontes de informação e mídia também desempenha um fator importante.
- **Enquadramento de risco:** diante da representação de mundo que as pessoas criam mentalmente, surge uma tendência de simplificar alguns assuntos complexos para obter uma conclusão, quando não existem informações suficientes acerca o assunto.

– **Representações numéricas:** compõem os modos com os quais as pessoas tendem a julgar informações numéricas e estatísticas. Alguns dados possuem notavelmente peso maior para o público, como o número de fatalidades

Desse modo, o entendimento da percepção pública de risco é peça chave no estudo e gerenciamento de riscos. O conceito de risco deve ser definido a partir de características do risco em si, e a partir da concepção subjetiva do risco.

A aceitação é diretamente afetada pela distribuição do potencial de riscos e prejuízos: aqueles que vivem perto de uma instalação, que em sua percepção possa apresentar algum risco, podem tender a minimizá-lo se os benefícios propostos forem suficientemente elevados. Dependendo das condições locais, pode-se identificar as expectativas da população. O acesso aos benefícios pode levar à melhor aceitação. Mas isso deve ser muito bem planejado para se evitar a impressão de “suborno” ou de intenções escusas de desviar a atenção. Deve ser explicado em que medida os desejos das partes interessadas tiveram impacto nas decisões.

Segundo Vari (1996), algumas respostas obtidas em uma consulta realizada na Hungria junto à população próxima a uma instalação de gerenciamento de resíduos nucleares, frente ao quesito compensação, refletem esse aspecto:

"A vida não pode ser compensada";

"Os habitantes não devem aceitar compensações porque os riscos vão influenciar gerações futuras";

"Compensação é suborno", e

"Nós não podemos ser comprados".

O programa da Hungria para a construção de um repositório começou em 1976 de forma impositiva, determinando o local em 1983, com base apenas em critérios técnicos, e procurou oferecer benefícios como compensação para as comunidades afetadas pelo empreendimento. O programa inicial fracassou, sendo posteriormente substituído em 1985 por outro que adotou o critério de participação da população envolvida. Em 1989, mesmo após a oferta de compensações financeiras e algum grau de controle sobre a operação das instalações, não houve aprovação do empreendimento por parte da população. Somente em 1998, com a indicação da *Public Agency for Radioactive Waste Managment* (PURAM) para gerir o repositório, foi possível um convencimento decorrente da mudança de estratégia.

Estudos realizados em outros países, como os Estados Unidos, mostram que emprego e renda gerados pela instalação propiciam melhor qualidade de vida. Os maiores beneficiados são os residentes do local. Taxas e impostos gerados permitem melhoria em escolas e nos serviços públicos oferecidos. Além disso, há efeito positivo sobre o mercado imobiliário comercial e residencial, incluindo-se o efeito positivo sobre o mercado de bens imóveis (novas construções). A pesquisa conduzida em diversas localidades nos Estados Unidos foi publicada por Bezdek e Wendling (2006). O próprio processo de determinar essa vinculação pode ser originado a partir de consulta pública de um projeto de lei.

Os benefícios devem existir para a população que abriga o sítio de rejeitos, até mesmo como prova de que a instalação pode ser um agente local de desenvolvimento econômico. Porém, o acesso à informação e outros pontos, como o fortalecimento do órgão regulador, a existência de um comitê de pesquisa e desenvolvimento sobre gerenciamento de rejeitos, incluindo a existência de programas nacionais e internacionais sobre o tema e a confiabilidade em relação ao inventário de materiais – que devem ser armazenados com segurança e em local ideal – são aspectos fundamentais que devem balizar todo o programa.

Para verificar as demandas locais, torna-se importante um contato estreito com a comunidade, além da realização de pesquisas junto à população. A organização de grupos de discussão, fóruns de debates e consultas públicas são igualmente necessários. As estratégias de engajamento público devem ser aperfeiçoadas desde o início das discussões a respeito da seleção de local. O trabalho junto à municipalidade auxilia o levantamento de aspectos técnicos para o atendimento das expectativas da comunidade.

Credibilidade da fonte de informação

De acordo com Vuorinen (2008), a aceitação pública a respeito de um determinado tema é resultado de um longo trabalho. Esse trabalho envolve o estabelecimento de credibilidade do empreendedor e das autoridades envolvidas. São componentes da credibilidade: a transparência, a tradição na informação correta, e a manutenção de coerência ao longo dos anos, além da independência da fonte em relação aos interesses financeiros ou empresariais.

A credibilidade é um ativo intangível que se adquire gradativamente, mas que pode ser perdida rapidamente. Portanto, é essencial a forma como será conduzida cada etapa em um processo de escolha de local e construção de um repositório. O conhecimento a respeito do sistema e dos riscos, a compreensão desses riscos, o comprometimento com a segurança, sistemas adequados de apoio ao projeto (legislação, instituições envolvidas) e a busca por excelência são fatores importantes. O público precisa confiar no sistema regulatório e para isso o órgão regulador deve ser aberto, atuar de forma transparente, permitindo o acesso às informações. Os dados devem estar disponíveis, excetuando-se apenas aquelas informações que a lei especifica que devem ser mantidas sob sigilo, por questões justificáveis, como por exemplo, por necessidade de preservação de segredo comercial. Entre as informações que são importantes serem abertas, estão os critérios de seleção do local, cuja divulgação mostra a transparência do processo. (DUTTON, 2004).

Os princípios democráticos, de transparência e seriedade, não podem ser deixados de lado em nenhum momento. Se o projeto começar balizado pelos princípios de excelência técnica e profissionalismo ao lidar com a comunicação pública, nas etapas seguintes esses valores tendem a se sobressair.

Questões políticas devem ser evitadas desde o início. Critérios técnicos devem nortear o desenvolvimento do projeto como um todo. Além disso, se a proposta for baseada em consulta pública, fica mais fácil contemplar as expectativas da população local. O aumento da consciência do público com relação aos riscos inerentes à sociedade moderna, associado à compreensão de que a avaliação dos especialistas é limitada pela ausência de dados confiáveis sobre a ação de certos agentes de risco, tem direcionado o processo decisório aos benefícios sociais. (DROTTZ-SJÖBERG; SJÖBERG, 1990; KOLLURU, 1996).

Condições culturais do indivíduo submetido ao risco real ou presumido.

Existe uma diferença quanto à forma como cada grupo social concebe o risco, o que acarreta uma grande dificuldade de comunicação entre especialistas em segurança e o público em geral. A formação da percepção dos riscos por parte do público leigo é influenciada por certos aspectos e características do próprio risco. Isso tem sido identificado em pesquisas de percepção e comunicação de riscos. (SLOVIC, 1996; DROTTZ-SJÖBERG; SJÖBERG, 1990).

Segundo Peterson (1988) as diferentes maneiras como os seres humanos compreendem e valorizam a natureza estão profundamente influenciadas por seus contextos culturais. As formas de compreender a natureza e as relações estabelecidas com o mundo não-humano diferem entre culturas e momentos históricos e mesmo indivíduos dentro da mesma cultura interpretam o conceito de natureza de formas radicalmente divergentes.

Faggionato (2002) descreve que:

Cada indivíduo percebe, reage e responde diferentemente frente às ações sobre o meio. As respostas ou manifestações são, portanto, resultado das percepções, dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada indivíduo. Embora nem todas as manifestações psicológicas sejam evidentes, são constantes, e afetam nossa conduta, na maioria das vezes, inconscientemente.

A educação, a formação profissional ou a experiência prática do indivíduo alteram a percepção de risco do mesmo. Pessoas com formação na área de engenharia ou de ciências tendem a aceitar as novidades tecnológicas com maior facilidade. Se a formação é em área muito diferente do evento relacionado ao risco, isso pode aumentar a avaliação negativa do evento.

Controle real ou presumido sobre o evento e seu desenvolvimento

Outro fator que amplia o receio sobre um fenômeno, evento ou processo é a capacidade do indivíduo potencialmente afetado em controlá-lo ou sua propensão em acreditar que tem essa capacidade (SLOVIC, 2000). Por exemplo, existe mais medo em viajar de avião do que de automóvel, pela sensação de exercer o domínio das ações, embora, matematicamente, o risco seja muito maior. Por esse motivo, quando há efetiva participação na condução de um processo pela comunidade afetada, desde o momento da escolha, aumenta o comprometimento e diminui o receio de que os resultados afetem negativamente a comunidade envolvida.

É importante mostrar o comprometimento com as gerações futuras, criando sistemas de interação mais fortes e permanentes. O programa deve estar voltado à oportunidade de aprendizado para todas as partes – empreendedor, órgãos de fiscalização, público. A eficiência do programa também está interligada à possibilidade do projeto ter representatividade junto a todas as partes que ajudaram a construí-lo. É importante criar a possibilidade de que seja interativo,

permitindo sua revisão e aprimoramento constante, a partir da contribuição de todos. (UNIVERSITY COLLEGE LONDON, 2003).

Dessa forma, tem sido especialmente utilizada a estratégia de constituir comitês que envolvam representantes locais junto com os representantes do empreendedor para a discussão de decisões antes que as mesmas sejam implementadas. Devem ser buscados sistemas de representação independentes de vinculações político-partidárias, que podem criar oposições não relacionadas ao assunto propriamente dito e sim a disputas pelo poder político. Por esse motivo, a vinculação a qualquer grupo político deve ser totalmente evitada desde o início. Além disso, a realização de campanhas informativas sobre o projeto, recursos e tecnologia que ele envolve e sobre o cronograma de execução demonstram o interesse do empreendedor em manter a comunidade devidamente informada.

Na Finlândia o sistema legal exige que haja uma autorização do Parlamento para que sejam iniciados os estudos técnicos de escolha de local para o empreendimento. Em outras situações foram realizados plebiscitos para verificar se a população aceitaria a instalação de um repositório de rejeitos radioativos. Uma possibilidade para tornar a escolha e desenvolvimento do projeto mais participativo consiste em criar condições para que haja a candidatura espontânea de cidades previamente selecionadas de acordo com estudos técnicos.

Os analistas afirmam que atualmente a aceitação da energia nuclear é maior que nos anos subseqüentes ao acidente de Chernobyl. O fato de não ter havido acidentes nos últimos anos foi fundamental para essa mudança. Além disso, o medo das mudanças climáticas contribuiu para uma menor rejeição à tecnologia nuclear. As mudanças climáticas interferiram na visão que as pessoas tem da importância da participação da energia nuclear na matriz energética. Existe uma tendência de aumento dessa aceitação. Estudos indicaram que a associação da energia nuclear a uma imagem negativa foi deixada de lado. Porém, qualquer acidente ou incidente, pode trazer de volta todos os medos (PIDGEON, 2008).

Acesso à informação

O acesso à informação é o elemento chave para a transparência necessária para a credibilidade do projeto e das organizações envolvidas. O propósito deve ser oferecer

informações adequadas a todas as partes interessadas, empregando meios adequados e profissionais preparados para endereçar a informação correta às diferentes demandas.

A responsabilidade pelo fornecimento da informação caberá a uma equipe de comunicação específica para o projeto, orientada pelo grupo executivo técnico e pela coordenação-geral do projeto. A equipe deve ser formada por profissionais qualificados e em número suficiente para permitir dedicação adequada a cada etapa do trabalho.

Estabelecer contato direto com o público é uma boa estratégia de comunicação: entrevistas, pesquisas de opinião, audiências públicas e participação em reuniões junto às partes interessadas. Para cumprir a tarefa de fornecer as informações utilizando a linguagem adequada aos potenciais receptores, é imprescindível formar porta-vozes bem treinados e capacitados a falar sobre o projeto. De acordo com o público e a situação específica, essas fontes de informação podem ser diferentes, mas é importante que haja coerência entre os diversos comunicadores. Os porta-vozes devem estar adequadamente preparados em relação à informação a ser fornecida. Antes de uma audiência pública, por exemplo, devem ser analisados as possíveis participações das partes interessadas e os esclarecimentos que serão demandados. (CHILVERS, 2003; DEFRA; BERR, 2007).

É fundamental o acesso ao aconselhamento e orientação de especialistas da área de comunicação para as diversas fases do projeto. Para isso, devem ser estabelecidos programas bem definidos desde o início do empreendimento. Entre os especialistas a serem consultados no que se refere à comunicação e interação com a sociedade, estão: profissionais de *marketing*, pesquisadores na área de opinião pública e percepção de risco, assessores de comunicação, jornalistas, pessoal técnico do empreendimento, equipes que possam preparar porta-vozes e interlocutores junto ao público. Aqueles envolvidos nas reuniões devem estar motivados e possuir informação sobre o projeto. Em treinamentos e exercícios prévios, eles deverão demonstrar segurança e confiabilidade em relação às informações solicitadas. Devem adequar suas mensagens em termos de linguagem à necessidade dos diferentes grupos de participantes ao longo de todo o trabalho.

Em relação aos papéis do empreendedor e do órgão regulador, devem ficar bem definidas as áreas de comunicação de cada uma das instituições participantes. Uma linha de discurso é a do grupo empreendedor, que desenvolve o repositório; outra linha de discurso, ainda que

coincidente em alguns momentos, é a do órgão regulador. Cada qual tem informações a serem fornecidas para a população e deve ter sua equipe preparada.

Informações a serem fornecidas

Todas as informações relevantes do projeto devem estar disponíveis para as partes interessadas, incluindo aquelas que definem as políticas e estratégias, bem como os critérios de avaliação utilizados e os aspectos financeiros. Também devem ser tornados disponíveis acordos e contratos, reservando-se a confidencialidade somente para a informação que possa prejudicar ou favorecer interesses comerciais legítimos envolvidos no processo. (CHILVERS, 2003; DEFRA; BERR, 2007).

Os critérios para divulgação das informações devem ser: sua atualidade, impacto, relevância e interesse público. A regra deve ser disponibilizar sempre as informações aos interessados, evitando a idéia de interesses ocultos, intenções escusas. As exceções devem ser poucas e somente para resguardar algum dado ainda não confirmado, ou caso a informação esteja protegida por determinação legal. Informações relacionadas à implantação e operação do repositório devem ser consideradas relevantes para todas as partes interessadas. Saúde, meio ambiente, impactos econômicos e segurança coletiva são algumas das principais questões.

É necessário fornecer informações sobre projetos que sejam comparáveis e com efeitos similares. As informações a serem coletadas e disponibilizadas dizem respeito à forma de funcionamento do empreendimento, laboratórios ou instalações associadas, avanços tecnológicos incorporados, estudos ambientais completos dos ecossistemas envolvidos (em todas as etapas). A opção tecnológica pela energia nuclear e o bem estar da sociedade devem ser termos indissociáveis.

A equipe envolvida no projeto deve ter acesso a todas as informações relacionadas ao projeto em uma espécie de base de dados comum, uma biblioteca virtual, em que todos os documentos possam ser recuperados. As informações devem ser atualizadas constantemente, permitindo o acesso, com mecanismos de busca e de armazenamento confiáveis. Outras ferramentas, como lista de todos os membros da equipe que trabalham com informação pública deve estar disponível. Podem ser incluídos recursos como listas de discussão e salas de bate-papo

em tempo real, melhorando a comunicação entre os próprios membros da equipe. Cada etapa do projeto deve ser registrada e a documentação produzida deve conter as datas de suas postagens e alterações.

Algumas ferramentas para formular políticas para a comunicação são o monitoramento da mídia local, a concessão de entrevistas, a realização de palestras em escolas, associações de classe e organizações integrantes de movimentos ambientalistas, dentre outras. A participação da comunidade local na construção do empreendimento, além de gerar renda local, facilita o acesso à informação, que se multiplica na comunidade. Um princípio fundamental é não deixar nenhum questionamento legítimo sem resposta. Mesmo que a resposta seja: “nós não dispomos da informação no momento, mas ela será fornecida assim que estiver disponível”. É desejável que sejam fornecidos sempre documentos escritos e não apenas utilizada a comunicação oral. A preocupação com a comunicação deve estar sempre presente, evitando deixar qualquer solicitação legítima sem resposta.

Outro aspecto a ser considerado, especialmente nas questões relativas a energia nuclear, é o esclarecimento adequado sobre a utilização da energia nuclear, sua necessidade e seus benefícios. Embora a experiência mostre que uma comunidade não aceita arcar sozinha com os prejuízos provenientes de benefícios dados a toda a população (BEZDEK; WENDLING, 2006), também é importante mostrar que a energia nuclear não pode ser considerada como uma opção desnecessária. A necessidade de um depósito deve ser explicitada de forma a mostrar que as atividades envolvendo material nuclear em áreas como a geração nucleoe elétrica, a aplicação na saúde, indústria, meio ambiente, entre outros, geram rejeitos, mas proporcionam qualidade de vida.

Entre os temas de interesse devem estar relacionados os efeitos biológicos da radiação e a análise dos riscos à saúde advindos da operação de um depósito de rejeitos. Biólogos, médicos e profissionais da área de saúde podem esclarecer sobre questões que afligem a população no que diz respeito ao impacto para os moradores da localidade e para o ecossistema. Alguns profissionais da operadora do depósito devem ser especialmente capacitados a responder sobre a segurança do empreendimento e o dia-a-dia da instalação, porém devem ser indicados profissionais de outras instituições que possam conferir maior legitimidade ao conteúdo. É importante identificar esses profissionais e capacitá-los na área de comunicação.

O banco de dados que reunirá informações do projeto deve contemplar todas as informações relacionadas ao empreendimento. Por exemplo, na fase de licenciamento, os dados geológicos e geofísicos, além de dados referentes ao levantamento pré-operacional; na fase de operação, os dados de monitoramento ambiental, entre outros. Todos esses aspectos devem ser definidos antes do início do empreendimento, de forma detalhada, indicando como a informação será acessada e quem será responsável por ela.

Como tornar a informação disponível

As informações devem ser disponibilizadas por meio de recursos que acompanhem as características da população local (*internet*, rádio, divulgação de relatórios em linguagem acessível e adequada ao público, reuniões com a comunidade, debates em clubes e associações).

Deve ser dada grande atenção aos meios adequados de comunicação, levando em conta as características da população, como o nível educacional e cultural. A mídia constitui-se em canal interessante. A estratégia deve ser traçada de acordo com o perfil dos habitantes da cidade escolhida. A comunicação deve contemplar a forma presencial. Deve-se analisar cada fase e qual o público-alvo a ser atingido. Embora o alcance local da *internet* possa ser limitado, a *internet* e outros veículos eletrônicos devem ser valorizados como ferramentas potenciais para transmitir mensagens sobre o tema.

Para garantir a condução do processo dentro do escopo participativo e aberto, várias ferramentas podem ser adotadas, de acordo com as fases de implementação do projeto. Algumas estratégias sugeridas (CHILVERS, 2003; DEFRA; BERR, 2007; DIACONU, 2008) dizem respeito a:

- Produção de materiais educacionais e informacionais: *folders*, vídeos, *newsletters*, *displays*, quiosques multimídia, anúncios, mídia convencional, *internet*;
- Fontes de consulta (abertas a todos): visitas ao site, exibições de vídeos, dia de portas abertas, encontros públicos, *workshops*, documentos vários, *internet*, linha telefônica 0800, teleconferência, enquête pública;
- Consulta aos cidadãos: questionários, pesquisas por telefone, entrevistas, grupos dirigidos, grupos de discussão, pesquisas de opinião.
- Grupos de Interação (públicos leigos e especialistas): painéis de discussão, painéis interativos, reuniões de consenso;

- Grupos de interação (predominância do público da localidade): comitês locais, planejamento, *workshop*, pesquisa participativa, mensagens eletrônicas;
- Grupos de interação (público profissional, diálogo com as partes interessadas): *workshops*; mapeamento multicritérios, mensagens eletrônicas;
- Processos já existentes que podem contribuir com as discussões: processos locais – Agenda 21, comitês de desenvolvimento sustentável, rede de planejamento da comunidade, fórum de debates.

Deve ser definida e seguida a forma como as informações atualizadas sobre o empreendimento serão divulgadas pelos meios de comunicação (divulgação do trabalho para a população). Outros canais seriam cartilhas, materiais educativos de forma geral, entre outros. Vale destacar o trabalho junto aos grupos – associações e entidades que atuam em parceria junto ao comitê gestor do projeto. A idéia é promover essa participação, conferindo credibilidade ao projeto e às instituições envolvidas.

É necessário também informar às partes interessadas os mecanismos existentes para direcionar reclamações a respeito do projeto em nível local e nacional e dos caminhos para a solução de problemas relacionados ao mesmo. Isto implica na utilização de todos os mecanismos possíveis (carta, *e.mail*, telefonemas, contato pessoal, etc). Uma das formas é através da criação de um escritório técnico ou um centro de informações na localidade. É importante garantir que o órgão regulador esteja cuidando da observância de todos os requisitos necessários. O gestor do projeto e o órgão regulador, responsável pelo licenciamento e fiscalização técnica do empreendimento devem ser acessíveis e transmitir a necessária confiança com relação ao empreendimento.

Também é importante que as partes interessadas tenham acesso prioritário à informação e tempo adequado/suficiente para processá-la. Para garantir que haja tempo disponível suficiente para análise e participação das partes interessadas, os materiais devem ser claros, concisos, com mensagens objetivas e evitando dubiedade. Devem estar disponíveis para consulta a qualquer tempo, possivelmente em um centro de informações atuando permanentemente na região.

Na fase inicial e até a seleção do local, os prazos para a divulgação de informações podem ser maiores, pois dependem de informações a serem coletadas e analisadas para serem divulgadas. Porém, com o andamento do empreendimento, é necessária uma atenção especial aos prazos de divulgação. Mais do que o tipo de informação a ser disponibilizada, a credibilidade é fundamental. Todo o processo técnico deve ser traduzido em linguagem comum e a divulgação

deve ter sempre em foco a relevância dos fatos. A linha do tempo do andamento do empreendimento, continuamente atualizada, deve estar disponível de forma a garantir facilidade de acesso e conteúdo atualizado para todos os interessados.

É necessário o uso extensivo de pontos de acesso à informação, principalmente em locais dentro da comunidade a ser afetada pelo empreendimento. No centro de informações devem ser implementados quiosques multimídia e materiais interativos sobre o projeto. Podem ser elaborados kits para professores e estudantes, enviados sob demanda e para locais sugeridos pela própria equipe de comunicação. Outra opção interessante é o contato com bibliotecas virtuais, para amplo acesso às informações. A localização dos pontos de acesso dependerá das características da localidade (ex: prédios públicos, terminais de passageiros, dentre outros). É preciso ter como premissa que todos os principais locais de concentração dos residentes devem ter um ponto de acesso.

As audiências públicas constituem-se em uma ferramenta importante para a discussão dos problemas relacionados ao empreendimento que afetam a comunidade. O intervalo entre as audiências públicas e as decisões deve permitir que haja tempo suficiente que assegure a incorporação das contribuições do público nas audiências públicas. Dependendo da fase do empreendimento, esse tempo será maior ou menor. Com o bom desenvolvimento do processo, a tendência é que o tempo vá se ajustando e fique naturalmente menor entre uma etapa e outra. O importante não é quantificar o tempo, mas verificar o retorno de cada iniciativa (acompanhar o período pós-audiência pública, p. ex.). Em construções de rodovias e obras de grande porte que impactam uma região, às vezes uma invertebrada firmada e divulgada à população muda todo o decorrer do projeto. Deve existir a disposição de buscar contribuições nas audiências, pois um projeto participativo deve estar aberto a melhorias constantes, permitindo o engajamento de todos os interessados. Para acompanhamento das negociações, deve ser mantido um registro de todas as reuniões com a comunidade.

O público-alvo

É fundamental identificar os grupos de interessados no projeto em âmbito local (associações, entidades de classe, etc) para preparar a divulgação do conteúdo. O contexto local

fará toda a diferença no projeto. Pelas características do empreendimento, o impacto global também deve ser destacado.

Conhecendo hábitos, costumes e tradições da população em uma pesquisa prévia exploratória, é possível traçar melhores estratégias. De acordo com os perfis encontrados, pode-se trabalhar de forma mais direcionada, sempre considerando que há uma equipe especificamente voltada a esse empreendimento, com estrutura adequada: para conhecer bem o público e depois adequar a linguagem.

É importante prover acesso às informações para análise e estudos do projeto por órgãos e pessoas independentes. Torna-se também essencial o trabalho do órgão regulador para garantir a credibilidade do projeto, emprestando sua marca de qualidade aos trabalhos técnicos. O trabalho local deve ser muito bem direcionado e contínuo. Deve ser incentivada a participação da comunidade acadêmica, para que o repositório, nos seus diferentes aspectos, seja objeto de estudos. Programas de visita permanentes e de intercâmbio com outras instituições de pesquisa e de ensino devem ser incentivados. Deve ser estimulado o trabalho específico e direcionado às escolas desde as séries iniciais. Podem ser montadas cartilhas e kits para professores e alunos. Trabalhos dessa natureza garantirão a continuidade e a longevidade do projeto. Especificamente para o ensino fundamental, deve haver um grupo dedicado exclusivamente a este segmento de público. Para os demais níveis, os colaboradores podem atuar como multiplicadores, levando materiais produzidos dentro do projeto. As parcerias com secretarias de educação e organizações não governamentais são importantes. Podem ser organizados cursos para professores a respeito do tema repositório de rejeitos. Cada etapa do projeto deve ser avaliada considerando o público a ser alcançado. (CHILVERS, 2003; DEFRA; BERR, 2007).

Gestão da informação

A gestão da comunicação deve sempre que possível atuar de forma pró-ativa. Por exemplo, criar um observatório da mídia pode ser uma forma de dispor de uma ferramenta importante para providenciar respostas rápidas às dúvidas surgidas na comunidade ou na imprensa.

Para garantir que solicitações de informações ou reclamações quanto ao projeto sejam rapidamente analisadas, verificadas quanto sua procedência e, se for o caso, resultem em providências para o atendimento do reclamante, deve ser mantido um registro de todas as demandas surgidas, atuando-se com presteza nas apurações necessárias. É importante manter canais diretos entre a área que recebe as reclamações e a área executiva do projeto, para que haja agilidade entre a comunicação, a percepção e a ação. Nenhuma das partes interessadas deve se sentir alijada do processo decisório. (CHILVERS, 2003; DEFRA; BERR, 2007).

A criação de um conselho formado por representantes da população local e integrantes da administração do repositório é uma sugestão para garantir ainda mais transparência ao processo. O conselho pode reunir membros do Ministério Público e dos órgãos de fiscalização e controle do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Ministérios da Saúde e do Transporte, por exemplo. Um comitê similar foi criado no Reino Unido, porém com composição predominantemente técnica. No caso brasileiro, funcionaria como um controle externo, trazendo, ao mesmo tempo, integrantes de outras instituições para comprovar a seriedade do empreendimento. (CHILVERS, 2003).

Para avaliar o nível de entendimento das partes interessadas, devem ser realizadas pesquisas sobre percepção, após o desenvolvimento das atividades. Grupos de discussão no âmbito de lideranças comunitárias, associações e entidades diversas atuam como multiplicadores das informações e muitas vezes mediarão o processo. Representantes do projeto devem estar fixados na cidade na qual o empreendimento irá se desenvolver, para receber esse *feedback* e poder intervir quando necessário. Algumas avaliações diretas também podem ser realizadas para medir o grau de conhecimento atingido pela população local. As pesquisas a serem realizadas servem como um instrumento direto de mensuração do desenvolvimento de vários aspectos do projeto. (DIACONU, 2008).

É sabido que “quanto maior o nível de conhecimento, mais favorável é a opinião dos cidadãos com relação à energia nuclear” (EUROBAROMETER, 2010); por isso, é altamente recomendado que os programas de informação pública devem começar o mais cedo possível levando em consideração aspectos sócio-políticos. Uma boa compreensão do projeto é necessária para envolver eficientemente o público no processo decisório.

Algumas sugestões para melhorar o processo de acesso à informação são indicadas a seguir:

- Definir critérios para identificar a informação a ser liberada;
- Conhecer bem o público-alvo – população local;
- Realizar encontros com o público, com especialistas e com os *stakeholders*;
- Distribuir material educacional e informativo de fácil compreensão e visualmente interessante;
- Implantar um banco de dados acessível e constantemente atualizado;
- Criar um comitê gestor da informação

Finalmente, mais importante do que a informação disponível é a credibilidade conquistada durante o desenvolvimento do projeto.

O caso brasileiro

É importante notar que, no Brasil, a presença de fontes renováveis na matriz energética é proporcionalmente maior que no mundo como um todo. Também o etanol e o biocombustível têm sido identificados como uma vantagem, além do potencial hidroelétrico, eólico e solar. Pesquisas devem ser conduzidas em todo o país para definição de aspectos específicos. Uma vez que não há estudos anteriores, não é possível verificar qualquer mudança ou evolução na noção da população sobre energia nuclear.

A estratégia a ser adotada pelo país deve ser organizar e analisar qualitativa e quantitativamente os dados disponíveis, tentando comparar com resultados de estudos realizados em outros países (SLOVIC, 2000; SJÖBERG, 2005). Posteriormente, os indicadores de risco, considerando que a percepção do público e a de vários agentes deve ser identificada, junto com indicadores ambientais, geológicos e econômicos, para o processo de tomada de decisão levando em conta o local escolhido para a instalação do repositório.

Duas questões são primordiais com relação à percepção de risco: aspectos técnicos e psicológicos; nenhum deles pode ser considerado isoladamente. Os aspectos técnicos são

marcados pelo critério científico. A experiência de países que já iniciaram o processo de construção mostra que a participação do público é fundamental, para que a sua percepção seja levada em conta na escolha do local. O processo de comunicação deve ser abrangente e mantido atualizado. É importante que sejam estabelecidos critérios para medir o grau de satisfação em cada etapa e determinar a melhor maneira de se atingir os objetivos propostos.

Países com altos índices de renda, educação escolar, índice de desenvolvimento humano (IDH), dentre outros fatores, são aqueles considerados os melhores exemplos, com projetos bem sucedidos. Entretanto, eles apresentam condições diferentes das do Brasil. A diferença de formação das populações deve ser considerada. Por exemplo, Na França a revolução na educação foi feita no período de Napoleão, enquanto que no Brasil ela ainda está em andamento. Por isso, muito cuidado deve ser tomado ao se replicar modelos estrangeiros.

Exemplos de projetos malsucedidos são os que se basearam prioritariamente nos aspectos técnicos e adiaram a participação da população. Transparência, acesso à informação e canais de discussão disponíveis facilitam a aceitação do projeto, como ocorre na Suécia, Finlândia e Hungria. Outros exemplos de projetos em andamento em vários países fortalecem a confiança da população na qualidade do trabalho e na seriedade dos órgãos envolvidos. A idéia de independência e a abertura a avaliações técnicas externas aumentou a credibilidade dos empreendimentos junto à população.

A principal questão no Brasil é ter aceitação da energia nuclear para geração de energia elétrica num país com tantas outras possibilidades de fontes de energia renováveis. Em países sem outras opções para a geração de energia esses argumentos não são utilizados. A longevidade de uma planta, que deve durar por cinco séculos, é o mesmo tempo da descoberta do país pelos portugueses.

Recomendações

A necessidade da instalação de um repositório e seu gerenciamento deve ser explicada de modo a mostrar que as atividades envolvendo materiais nucleares em outras áreas são responsáveis pela melhoria da qualidade de vida, bem como da geração nucleoeletrônica. A área nuclear deve passar por uma espécie de revolução para se tornar capaz de falar aos interlocutores

não especialistas. Ultrapassar esta fronteira é o primeiro passo para iniciar um processo participativo, mais democrático e que permita que a indústria nuclear ocupe o seu devido lugar em vista dos desafios do mundo moderno.

A definição das etapas de implantação do Programa de Comunicação e Interação com a Sociedade é um processo bastante sensível e a proposta deste trabalho está sumarizada na Tabela 1, a seguir.

TABELA 1. Etapas do programa de aceitação pública de um depósito intermediário para combustíveis usados e para um repositório de rejeitos de média e baixa atividade.

ATIVIDADE	DESCRIÇÃO	JUSTIFICATIVA
Percepção de Risco	É a identificação de como a população local percebe o risco da instalação de um repositório na região.	A aceitação é influenciada pela distribuição dos riscos e prejuízos. Porém, é necessário saber com os residentes percebem a instalação de um repositório na região selecionada.
Observatório da Mídia*	É o monitoramento contínuo das notícias que chegam à região onde será instalado o repositório, incluindo as diferentes mídias.	Na fase de implantação do projeto é necessária uma grande agilidade na neutralização de possíveis campanhas difamatórias e/ou alarmistas. Nesses casos, a velocidade da resposta é fundamental para mitigar o efeito de ações deletérias.
Identificação do Perfil Sócio/Econômico/Cultural dos Residentes	É a identificação do perfil sócio/econômico/cultural dos residentes. Uma pesquisa que possibilite conhecer quais são as expectativas dos residentes, de tal forma que seja possível encaminhar propostas que satisfaçam suas demandas. Essas propostas, se realizadas antecipadamente atuam como incentivo e não como compensação.	Uma das maiores dificuldades no estabelecimento dos incentivos é criar uma linha direta com a população sem ficar refém de lideranças políticas com interesses próprios. Conhecer os anseios da população possibilita fazer propostas que atendam as expectativas e que não sejam necessariamente mais onerosas. As propostas podem ser apresentadas, ou sugeridas, nas audiências públicas, aumentando suas possibilidades de êxito. Porém, para obter essa vantagem competitiva é necessário conhecer muito bem o residente.

* Aqui definida de acordo com o Dicionário UNESP do Português Contemporâneo: mídia é o conjunto dos meios de comunicação.

Referências

ADGER, W.N. Vulnerability. **Global Environmental Change**. Amsterdam, v.16, p. 268-281, 2006.

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 43-59, 2006.

AQUINO, A. R.; VIEIRA, M. M. F. **Ciência e Comunicação** – notas de aula. Disciplina ministrada na Escola de Comunicações e Artes da USP, 2007.

BANKOFF, G. Vulnerability as a measure of change society. **International Journal of Mass Emergencies and Disasters**, Bryan – USA, v. 21, n. 2, p. 5-30, 2003.

BEZDEK, R. H.; WENDLING, R. M. The impacts of nuclear facilities on property values and other factors in the surrounding communities. **International Journal of Nuclear Governance, Economy and Ecology**, Bryan - USA, v. 1, n. 1, p. 122-144, 2006.

BIRKMANN, J. Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. **Environmental Hazards**, Beijing, v. 7, n. 1, p. 20-31, 2007.

CHILVERS, J.; BURGESS, J.; MURLIS, J. **Managing radioactive waste safely participatory methods workshop report**. Londres, v.1, 2003.

COVELLO, V. T. et al. (Ed.). **Environmental impact assessment, technology assessment and risk analysis: contributions from the psychological and decision sciences**. Berlin: Springer-Verlag, 1985.

DEPARTAMENTO DO MEIO AMBIENTE, ALIMENTOS E ASSUNTOS RURAIS – DEFRA; Departamento de Negócios, Empresas e Reforma Regulatória – BERR –. **Managing Radioactive Waste Safely: A Framework for Implementing Geological Disposal**. Disponível em: <<http://www.official-documents.gov.uk/document/cm73/7386/7386.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2010.

DIACONU, S. Public acceptance in radioactive waste management. In: **FOREN 2008 – WORLD ENERGY COUNCIL REGIONAL ENERGY FORUM**, Romania. 2008.

DROTTZ-SJÖBERG, B.; SJÖBERG, L. Risk perception and worries after the Chernobyl accident. **Journal of Environmental Psychology**, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 135-149, 1990.

FAGGIONATO, S. **Percepção ambiental**. Material de Apoio: textos. São Carlos (SP):[s.n.], 2002. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt4.html>. Acesso em: 10 nov. 2008.

DUTTON, L. M. C. et al. The comparison of alternative waste management strategies for long-lives radioactive wastes. **Technical report EUR 21021**. Belgium: European Communities, 2004.

EUROBAROMETER. **Attitudes towards radioactive waste**. Disponível em: <http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_297_en.pdf>. Acesso em: 19 out. 2010.

GARRICK, B. J. **The analysis, communication and perception of risk**. New York: Spring, 1991.

HANSSON, S. O. Dimension of risk. **Risk analysis**, New York, v. 9, n. 1, p. 107-112, 1989.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. Radiation and society: comprehending radiation risk. **Proceedings of an International Conference on Radiation and Society**, Viena: The Agency, 1994.

KOLLURU, R.; BARTELL, S.; PITBLADO, R.; STRICOFF, S. **Risk assesment and management handbook**. New York: McGraw-Hill, 1996.

LINDELL, B. The risk philosophy of radiation protection. **Radiation Protection Dosimetry**, Oxford, v. 68, p. 157-163, 1996.

ESRU-University College London. **Managing Radioactive Waste Safely/ Participatory Methods - Workshop Report: Final Report**. London: University College London, v.1, 2003.

MARCONI, M; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração e interpretação de dados. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RNC e de Curitiba. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, vol. 10, p. 139-148, 2004.

MICHAELIS: Moderno dicionário da língua portuguesa. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1998.

MONMONIER, M. **Cartographies of danger**: mapping hazards in America. Chicago: University of Chicago Press, 1997.

NATIONAL SAFETY COUNCIL (NSC). **Regulating risk**: the science and politics of risk. Washington,D.C.: International Life Science Institute, 1993.

NIELSEN, T. H. Risks – in technology, society and the mind. **Radiation protection dosimetry**, Oxford, v. 68, p. 181-184.1996.

NYLAND, L. G. Risk perception in Brazil and Sweden. **Risk Research Reports**, Report 15. Stockholm: Center for Risk Research, 1993.

GUERRA, A. J. T. (org.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

PETERSON, A. Environmental ethics and the social construction of nature. **Environmental Ethics**, Denton, v. 21, n. 4, p. 339-357, 1999.

PETTERSON, J. Perception vs. reality of radiological impact: the Goiania model. **Nuclear News**, Illinois, v. 31, n. 14, p. 84-90, 1988.

PFISTER, C.; BRÁZDIL, R., Social vulnerability to climate in the “Little Ice Age”: an example from Central Europe in the early 1770s. **Climate of the Past**, v. 2, p. 115-129, 2006.

PIDGEON, N. F.; LORENZONI, I.; POORTINGA, W. Climate change or nuclear power—No thanks! A quantitative study of public perceptions and risk framing in Britain, **Global Environmental Change**, Reino Unido, v. 18, p. 69-85, 2008.

AQUINO, A. R.; BUENO, L. O.; VIEIRA, M.M.F.; ALMEIDA, I.P.S. **Percepção e gestão de risco em instalação de repositório de rejeitos nucleares**, 2011, p. 174.

SJÖBERG, L. The perceived risk of terrorism. **Risk Management: An International Journal**, [S.l.], v. 7, n.1, p. 43-61. 2005

SLOVIC, P. Facts and fears: understanding perceived risk. In: SLOVIC, P. The perception of risk. London: Earthscan, p. 137-153. 2000.

SLOVIC, P. Perception of risk from radiation. **Radiation Protection Dosimetry**, Oxford, v. 68, p. 165-180, 1996.

VARI, A. public perceptions about equity & fairness: siting low-level radioactive waste disposal facilities in the U.S. and Hungary. **Risk: Health, Safety & Environment**, [S.l.], v. 7, p. 181-196, 1996.

VUORINEN, A. Regulators role in development of Finnish nuclear waste disposal program. **Progress in Nuclear Energy**, Yokohama, v. 50, p. 674-679, 2008.

WILLIAMSON, J; WEYMAN, A. **Review of the public perception of risk, and stakeholder engagement**. Technical Report HSL/2005/16. Reino Unido: Health & Safety Laboratory, 2005.

WISE/NIRS. Nuclear monitor on June 5, 2002. Disponível em:<
<http://www10.antenna.nl/wise/index.html?http://www10.antenna.nl/wise/569/5409.html>> Acesso: 19 out. 2010.

Sobre os autores:

¹Afonso Rodrigues de Aquino
Contato: araquino@ipen.br

²Lilian de Oliveira Bueno
Contato: lbueno@ipen.br

³Martha Marques Ferreira Vieira
Contato: mmvieira@ipen.br

^{1,2,3} Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) / Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), São Paulo (SP), Brasil.

⁴Ivan Pedro Salati de Almeida
Contato: ivsalati@cnen.gov.br

⁴Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN/SEDE, Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

DESASTRES AMBIENTAIS CAUSADOS POR ACIDENTES NUCLEARES: SUBSÍDIOS À GESTÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS

Gerson Antônio Santarine¹
Adriano Bressane²

Introdução

A manutenção de condições ambientais salubres, mediante o equilíbrio de condicionantes ecológicos, sociais e econômicos, é de fundamental importância não apenas para a sustentabilidade do desenvolvimento, mas para a própria subsistência humana.

Desastres ambientais precisam prevenidos e, quando acontecem, corrigidos imediatamente sob a pena de comprometer o referido equilíbrio, expondo a potenciais riscos à segurança das pessoas e suas propriedades, saúde pública e dos ecossistemas, ao desenvolvimento urbano e aos bens imobiliários. (SANCHEZ, 1998).

Neste cenário, considera-se que os desastres ambientais provocados por acidentes nucleares estão entre as mais graves formas de degradação de áreas por eles contaminadas, não raro, representando causa certa dos referidos riscos, que podem perdurar por décadas ou séculos, razão pela qual este capítulo dedica-se a discussão de subsídios técnicos para uma melhor compreensão fenomenológica e sua subsequente gestão.

Desenvolvimento do Tema

Fundamentação sucinta conceitual aplicada à compreensão do fenômeno nuclear

Embora não represente grande desafio o convencimento quanto aos nefastos impactos desencadeados por acidentes nucleares/radiológicos, algumas considerações introdutórias visando embasar sua compreensão fenomenológica são de fundamental importância, como apresentadas a seguir.

Uma explicação satisfatória da estrutura fundamental da composição da matéria sempre

foi sonho antigo de químicos e físicos. Somente na atualidade o desenvolvimento da Física Nuclear possibilitou uma descrição pormenorizada dos núcleos atômicos com seus estoques fantásticos de energia, ainda que alguns detalhes necessitem de complementação.

Este novo ramo da Física possibilitou avanços sem precedentes ao desenvolvimento da Sociedade Humana, inicialmente com sua utilização nas armas de destruição em massa, para em seguida subsidiar a geração de energia elétrica, além do amplo espectro de potencial aplicação em outras áreas do Conhecimento.

As radiações nucleares emitidas pelas substâncias radioativas naturais foram estudadas por vários cientistas no começo do século XX com especial atenção por Ernest Rutherford. Com efeito, dois tipos de radiações de partículas carregadas denominados *alfa* (α) e *beta* (β) foram descobertos inicialmente além de um terceiro tipo, *gama* (γ), caracterizado por não possuir carga elétrica nem massa de repouso caracterizando-se por um comportamento ondulatório com propriedades idênticas a de uma onda eletromagnética. Mais tarde outras partículas portadoras massa, mas desprovidas de carga elétrica, também foram descobertas. Nesta classe destacam-se os nêutrons.

As partículas alfa, constituídas por dois prótons e dois nêutrons, possuem pequeno poder de penetração conseguindo atingir, por exemplo, apenas superficialmente a pele humana sendo, portanto, facilmente barradas por uma folha de papel. Entretanto, a ingestão ou inalação de radionuclídeos emissores de partículas alfa conduzem a severas conseqüências ao ser vivo, uma vez que tais partículas produzem alta densidade de ionização, pois, sua deposição de energia por unidade de comprimento no tecido vivo é enorme.

Partículas betas constituídas de carga e massa idênticas a dos elétrons/pósitrons têm maior poder de penetração, mas produzem menor densidade de ionização, apesar de possuírem alcance maior que o correspondente a uma partícula alfa de mesma energia.

Um núcleo atômico instável pode decair a outro de maior estabilidade liberando energia na forma de ondas eletromagnéticas ionizantes, anteriormente referidas como radiação gama. Por sua vez, elétrons rápidos ao colidirem com certos materiais têm parte de sua energia, ou toda ela, convertida em fótons de raios X. Os raios gama e raios X têm a mesma natureza eletromagnética, porém diferem quanto à sua origem. Raios gama provêm diretamente do núcleo

atômico, enquanto os raios X têm sua origem fora do núcleo.

No processo de interação entre matéria e fótons de raios X, ou gama, podem ser criados pares de partículas simétricas (elétrons e pósitrons) que ionizam os átomos do meio (com quebras de ligações químicas) em que se encontram. Nesse contexto, os principais mecanismos de interação de radiações eletromagnéticas com a matéria são o Efeito Fotoelétrico, Efeito Compton e a Produção de Pares. No efeito fotoelétrico o fóton incidente é totalmente absorvido com transferência total de sua energia a um elétron orbital das camadas mais internas do átomo considerado.

No efeito Compton um fóton de raios X ou gama tem sua direção de incidência espalhada por um elétron das órbitas mais internas dos átomos transferindo parte de sua energia a este elétron. Neste processo o fóton não é totalmente absorvido e ao se espalhar com energia menor que o incidente ainda continua interagindo com outros elétrons orbitais de átomos vizinhos.

A produção de Pares (elétron-positron) ocorre quando a energia do fóton incidente possui energia maior que a energia equivalente correspondente a soma das massas de repouso destas partículas. Neste processo o pósitron criado (que tem extrema instabilidade na presença de matéria ordinária) ao colidir com um elétron, aniquilam-se mutuamente gerando dois fótons de radiação gama diametralmente opostos, com grande energia. A energia do fóton incidente de X ou gama e número atômico efetivo do meio de interação determinam a probabilidade de ocorrência de um destes tipos de interação.

Os fótons de raios X ou gama podem perder toda, ou quase toda, energia em uma única interação e a distância que percorrem antes de interagir não pode ser prevista. Estas radiações possuem alto poder de penetração quanto maior for a energia podendo atravessar toda extensão do corpo humano. Contudo, materiais de alta densidade como o chumbo, concreto, aço ou ferro podem ser usados para blindagem.

Em outra classe de radiações nucleares encontram-se os nêutrons, partículas dotadas de massas próximas a dos prótons, mas sem carga elétrica manifestante. Tais partículas não ionizam o meio diretamente transferindo sua energia para outras partículas que, por sua vez, podem ionizar ou provocar uma reação nuclear ativando de um isótopo estável tornando-o radioativo ou ainda produzindo-se uma fissão nuclear. Neste último caso o núcleo fissionado se parte em dois

núcleos mais leves (geralmente radioativos) com liberação de grande quantidade de energia além de novos nêutrons. Os nêutrons que geralmente tem poder de penetração bastante grande podem ser blindados com materiais ricos em hidrogênio, tais como parafina ou água.

É fato incontestável que as mencionadas radiações nucleares provocam danos nos seres vivos expostos a elas. Qualquer uso que se possa fazer de suas aplicações precisa ser feito de forma criteriosa com conhecimento de proteção radiológica e responsabilidade. Entretanto, nos primórdios da era nuclear poucos eram os conhecimentos dos efeitos nocivos imediatos e quase nada sobre os efeitos tardios das radiações sobre os seres vivos. Pesquisadores precursores tiveram queimaduras de pele e muitos morreram precocemente de disfunções sangüíneas ou algum tipo de câncer.

A literatura reporta inúmeros casos de doenças, amputações e mortes de pessoas envolvidas com as pesquisas deste fenômeno. Como ilustração pode-se citar o registro de 41 mortes entre 1917 e 1924 entre cerca de 800 operárias que trabalhavam em indústrias de relógios de Nova Jersey pintando mostradores e ponteiros de relógios com uma solução contendo radio que os tornavam luminescentes. No referido caso, ao afinarem o pincel nos lábios ingeriam todos os dias pequenas quantidades de radio. Até 1950 constatou-se 41 mortes entre essas operárias devido à destruição dos ossos, câncer dos ossos e anemia aplásica.

Dentre os inúmeros e assustadores fatos narrados na história do emprego das radiações nucleares constata-se de que na década de 1920, o elemento químico radio-226 foi utilizado indiscriminadamente para tratamento dos mais variados tipos de doenças, tais como, artrite, gota, ciática, nevralgia lumbago e sífilis, entre outras, até que, em 1929 o conselho de Farmácia e Química da Associação Médica Americana recomendou que soluções de radio e radônio não podiam ser aceitas como agentes terapêuticos por absoluta falta de evidências clínicas claras. Atualmente a utilização de radioisótopos para fins médicos de diagnóstico é realizada com extremo cuidado e em doses mínimas para se minimizar os indesejáveis efeitos colaterais.

Todo o processo de decaimento das radiações nucleares é analisado de acordo com as leis da probabilidade. Trata-se de um processo aleatório não sendo possível prever qual átomo de uma amostra vai emitir radiação num dado instante. Entretanto para um grande número de átomos pode-se associar um tempo definido no qual, metade dos átomos terão se desintegrado.

Atividade de uma amostra radioativa consiste no número de desintegrações de seus átomos na unidade de tempo. A atividade de uma fonte diminui para a metade do seu valor anterior após cada tempo de meia vida física. Este tipo de decaimento é denominado de decaimento exponencial. Para uma dada massa de um elemento radioativo somente o tempo ou uma reação nuclear (nem sempre possível) concorrem para a diminuição da atividade desta amostra. Em outras palavras, não se pode fazer absolutamente nada a não ser esperar para que a atividade da amostra apresente um valor aceitável do ponto de vista radio-biológico. Neste contexto situa-se o insolúvel problema dos rejeitos radioativos gerados pelas usinas nucleares. Alguns radioisótopos produzidos necessitam de armazenamento em condições de extrema segurança por milhares de anos.

A destarte, o grande incremento das atividades nucleares deve-se à descoberta da fissão nuclear no final da década de 1930, assinalando o começo de uma nova era. Com efeito, a quebra de núcleos atômicos pesados induzidos por nêutrons conjuntamente com a liberação de outros nêutrons emitidos nestas reações podem, em determinadas condições, provocar novas fissões de outros núcleos, produzindo-se, por sua vez uma reação em cadeia com desprendimento de enormes quantidades de energia.

Dispositivos que se utilizam de reações nucleares em cadeia não controlados foram produzidos pelas grandes potências, culminando com um imenso estoque bélico. Por outro lado o desenvolvimento de tecnologias para controle destas reações possibilitou a construção de grande número de reatores nucleares destinados à geração núcleo-elétrica e afins, atualmente em operação no mundo. A desconfiança relacionada ao emprego desta tecnologia é que durante o funcionamento de um reator nuclear são produzidos isótopos radioativos perigosos, alguns com tempos de meia-vida bastante longos, podendo chegar a dezenas de milhares de anos, o que torna a questão relacionada ao armazenamento e destino a ser dada a eles de fundamental importância para o meio ambiente.

Meio, impacto e desastre ambiental: conceitos, correlações e parâmetros fundamentais ao diagnóstico e prognóstico de acidentes nucleares

A partir dos fundamentos teóricos aplicados a abordagem dos fenômenos nucleares, denota-se oportuno estabelecer alguns outros referenciais para melhor compreensão das

consequências de acidentes correlatos, sobretudo quanto aos conceitos relativos a meio ambiente, impacto ambiental e desastre ambiental, apresentados a seguir.

Seja na área urbana ou rural, a qualidade de vida e a disponibilidade de recursos naturais podem ser degradadas em decorrência de diversas ações capazes de provocar alterações adversas sobre as características do meio ambiente, o qual pode ser definido como o: “[...] conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.” (BRASIL, 2002, p. 3).

Quando tais alterações resultam de empreendimentos e atividades antrópicas, estas são denominadas *impactos ambientais* (TAUK; GOBBI; FOWLER, 1996), por sua vez definidos como:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) as atividades sociais e econômicas; c) a biota; d) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e) a qualidade dos recursos ambientais. (BRASIL, 1986, p.1).

De modo geral essas alterações podem ser tanto benéficas (impactos positivos) quanto adversas (impactos negativos) (SANCHEZ, 2006), contudo, quanto se trata de acidentes nucleares, não raro, os efeitos são catastróficos e considerados uma entre as mais graves formas de desastre ambiental, que segundo o *Glossário de Defesa Civil, Estudo de Risco e Medicina de Desastres*, pode ser definido como:

Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. Os desastres são quantificados, em função dos danos e prejuízos, em termos de intensidade, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de magnitude. (BRASIL, 1998, p. 52).

Em função de uma série de fatores a serem considerados como parâmetros, os impactos podem ser classificados para fins de análise do problema e o consequente estudo de soluções aplicáveis, como resumido no quadro a seguir (Quadro 01).

Quadro 01. Parâmetros de previsão e classificação de impactos ambientais

FATORES	EFEITOS
Incidência	Físico-química, Biótica, Antrópica
Desencadeamento	Imediato (Im), Retardado (Ret)
Temporalidade	Permanente (Pe), Temporário (Te)
Duração (anos)	Curto Prazo (<10), Médio Prazo (1-50), Longo Prazo (>50)
Extensão	Pontual (Po), Linear (Lin), Espacial (E), Regional (R), Global (G)
Reversibilidade	Reversível (Rev), Irreversível (Ir)
Magnitude	Pequena (Pq), Média (Me), Grande (Gr)
Importância	Desprezível (De), Fraca (Fr), Moderada (Mo), Forte (Fo)
Sentido	Positivo (+), Negativo (-)
Origem	Direta (Dir), Indireta (Ind)
Sinergia	Presente (Pr), Ausente (Aus)
Acumulação	Linear (Lin), Quadrática (Quad), Exponencial (Exp)
Ônus/Benefícios	Socializados (Soc), Privatizados (Pri)

Fonte: elaborado pelos autores a partir de Rohde (2002).

Considerando-se tais referenciais teórico-conceituais, bem como os referidos parâmetros de classificação apresentados, na sequência são discutidos os principais impactos ambientais provocados por acidentes nucleares e radiológicos, visando-se identificar e caracterizá-los para posteriormente estudar as diretrizes e procedimentos aplicáveis ao controle preventivo, diagnóstico e remediação de áreas contaminadas.

Acidentes nucleares e radiológicos: tipologias, fontes, fatores de perturbação

Em complemento aos referenciais teóricos envolvidos, deve-se considerar a distinção entre *acidentes radiológicos* e *acidentes nucleares* como oportuna a delimitação da abordagem a que se propõe, conforme apresentado a seguir segundo definições do Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN). (BRASIL, 2010a).

No primeiro caso, relativo aos acidentes radiológicos, tem-se como principal característica

danos gerados pela exposição às substâncias radioativas, ou radionuclídeos, seja pelo manuseio inadequado e/ou descarte de materiais radioativos ou contaminados, como, por exemplo, radiofármacos ou fontes radioativas utilizados na medicina nuclear.

No escopo nacional brasileiro, entre os acidentes radiológicos com maior repercussão, destaca-se o ocorrido na zona central de Goiânia, estado de Goiás (GO), no ano de 1987, em consequência da destinação inadequada de equipamento radioterápico hospitalar do Instituto Goiano de Radioterapia, desativado em 1985 (BRASIL, 2010b). Após o equipamento (modelo Cesapam F-) ser negligentemente abandonado no interior das instalações desativadas, coletado e desmontado indevidamente como sucata para fins de reciclagem, a substância radioativa nele contida afetou a saúde de centenas de pessoas que tiveram contato direto e indireto com resíduos de cloreto de cério, que totalizava 12,96 gramas do radioisótopo 137, com brilho azulado na ausência de luz e emissão radioativa de 50,9 Terabecquerels. (IAEA, 1988).

No segundo caso, relativo aos acidentes nucleares, trata-se daqueles causados pela inadequada operação ou defeitos nos reatores nos quais ocorrem reações de fissão com a consequente fusão parcial do núcleo como foi o caso de *Three Miles Island* nos Estados Unidos.

Contudo, entre os maiores acidentes nucleares já registrados no mundo está o ocorrido em Chernobyl, na Ucrânia em 1986, durante testes de desempenho em um reator de fissão nuclear operado com urânio-235 com moderador a grafite. Naquele acidente ficou caracterizada a imperícia e imprudência dos operadores que desligaram propositadamente o sistema automático de segurança para se evitar que o reator parasse indesejavelmente, o que os levou a perder o controle da situação quando a temperatura se elevou rapidamente provocando uma explosão do núcleo com seu subsequente derretimento por falta de refrigeração tendo como consequência a liberação de enormes quantidades de isótopos radioativos (BRASIL, 2010b) que contaminou 75% da Europa, afetando milhões de pessoas, 600 mil diretamente, das quais quatro mil tiveram morte imediata anunciada. (DUPUY, 2007).

Considerando-se que ambas as referidas tipologias de acidentes possuem expressiva probabilidade de causar significativos impactos ambientais, este capítulo discutirá de forma integrada como objeto de estudo, doravante referenciando-se apenas como acidentes nucleares os casos aqui caracterizados, cuja definição jurídica está adiante discutida, no contexto da legislação aplicável.

Dentre as principais fontes de acidentes nucleares (ou radiológicos) devem ser destacadas: falha operacional de equipamentos; funcionamento de equipamentos danificados; transporte de substâncias radioativas; e descarte inadequado de substâncias radioativas. Em consequência destes acidentes, diversos poluentes, em forma de matéria/energia, são gerados e propagados para o ambiente, exercendo pressão sobre as características do meio e provocando alterações adversas, os quais podem ser definidos como fatores de perturbação (FERRI, 1976), cujas fontes podem corresponder ao local onde foi gerada a perturbação ou onde funciona ou funcionou uma atividade potencialmente perturbadora. (SÃO PAULO, 2001).

Como resultado pode ocorrer a degradação de áreas sob ação de fontes e fatores de poluição e/ou contaminação que, na literatura são observados tanto como sinônimos, quanto com distinções. Neste texto, propõe-se considerar como poluição a resultante de alterações adversas de características ambientais e, a contaminação como um entre seus casos particulares, no qual estas atingem concentrações capazes de afetar a saúde humana (SÃO PAULO, 2001), como é o caso de alterações provocadas por acidentes nucleares.

Efeitos biológicos desencadeados por acidentes nucleares

Desde sua origem sobre o planeta, os organismos têm recebido radiações nucleares ambientais de várias espécies, contudo os efeitos biológicos decorrentes constituem-se em um dos problemas de maior complexidade na Biologia. Ressalta-se que os efeitos das radiações ionizantes não devem ser considerados como a soma de efeitos separados sobre células biológicas, os quais podem ser benéficos ou prejudiciais, e dependem da natureza da radiação, sua dose, energia radiada e tempo de exposição, da susceptibilidade e idade do organismo exposto, além do tipo de tecido afetado e da fase de reprodução celular.

O tipo da radiação é outro fator determinante nos efeitos produzidos por elas, os quais também variam se a referida radiação é externa ao organismo ou se as substâncias radioativas são ingeridas ou inaladas. O mecanismo de ação biológica das radiações nos tecidos vivos é na atualidade um dos temas em que se realizam os maiores esforços para sua compreensão. Em geral, podem-se dividir os efeitos biológicos das radiações em dois grupos principais: (1) efeitos somáticos, ou em curto prazo, produzidos sobre o ser exposto a doses de radiações ionizantes; e (2) efeitos genéticos, que poderão induzir mutações em gerações futuras.

Os efeitos somáticos podem variar desde simples queimaduras ou interrupção de certas funções fisiológicas até conseqüências graves como desenvolvimento de leucemia, catarata, encurtamento da vida e redução da fertilidade, dentre outros, cujo dano em cada organismo depende não somente da dose e natureza da radiação, mas também varia de acordo com cada espécie.

É notável observar a possibilidade de recuperação de tecidos para doses abaixo de determinado valor, mas, na medida em que este aumenta, ou doses menores acumulam-se ao longo do tempo, a capacidade de recuperação do organismo diminui consideravelmente. A exposição às radiações em níveis relativamente baixos, mas constante durante anos, pode induzir a neoplasias ou outras doenças crônicas. As radiações nucleares ao produzirem ionizações nas diferentes organelas das células acabam por gerar radicais livres bastante reativos com perdas ou alterações de certas estruturas críticas, o que leva a um aumento da concentração de produtos que podem alterar o metabolismo celular, podendo causar a morte da célula.

Quanto aos efeitos genéticos, existem fortes evidências experimentais de que as alterações correlatas sejam diretamente proporcionais à dose de radiação, ainda que muito pequena, cujas alterações manifestam na descendência de uma espécie ou indivíduos. Estas podem ser letais, mas, quando induzidas apropriadamente, podem configurar-se como benéficas, tal como ocorre na agricultura.

A gravidade dos efeitos genéticos nos seres humanos ainda são motivos de controvérsias e investigações, mas em geral, é atribuída principalmente àqueles casos em que os órgãos reprodutores de um indivíduo foram expostos a radiação, nos quais se supõe que os cromossomos das células reprodutoras podem ser alterados devido a interação com a radiação.

Diagnóstico ambiental de acidentes nucleares: parâmetros de avaliação

Embora não seja consolidado um método específico que estruture o processo de avaliação de um desastre ambiental, propõe-se e destacam-se duas de suas importantes operações, a identificação e a previsão de impactos deles decorrentes, descritas por Sanchez (2006).

A primeira, a identificação de impactos, diz respeito ao (re)conhecimento de alterações, em potencial, de características ambientais decorrentes de fator(es) de perturbação, como aqueles desencadeados por um acidente nuclear, por exemplo. Para isso, são conhecidas e difundidas técnicas como a *Adhoc* e a *Delphi* (TOMMASI, 1993), que proporcionam um *check list* elaborado mediante *brainstorming* e notório saber de especialistas sobre o fator de perturbação bem como sobre as características ambientais do meio onde o mesmo está atuando. No segundo caso, a previsão de impactos se aplica a classificação destes previamente identificados e, para tanto, adotam-se os parâmetros antes apresentados (Quadro 01) a partir de Rohde (2002) e técnicas de suporte.

Entre tais técnicas de suporte mais difundidas, está a de Leopold (LEOPOLD et al., 1971), a qual proporciona a previsão de impactos ambientais pelo estudo de possíveis relações entre fatores de perturbação e a aspectos que compõem as características do meio através de uma matriz de interações. Portanto, para se avaliar os principais impactos em potencial desencadeados a partir de acidentes nucleares, foram empregados as referidas técnicas, *AdHoc* e *Leopold*, as quais proporcionaram os resultados apresentados nos quadros a seguir, referentes a identificação de impactos (Quadro 02) e a sua previsão (Quadro 03), respectivamente.

O próximo quadro (Quadro 02) traz duas colunas, sendo a primeira composta pelas possíveis alterações provocadas por acidentes nucleares, considerando-se que estes podem variar significativamente, tanto em consequência das características dos fatores de perturbação quanto do ambiente sobre o qual esta exercendo pressão e, em sua segunda coluna encontram-se os índices de identificação empregados para preenchimento do quadro adiante (Quadro 03).

Quadro 02: Identificação dos principais impactos ambientais em potencial desencadeados por acidentes nucleares

Alterações em Potencial nas Características de Aspectos Ambientais	Id.*
Danos à saúde, a segurança e o bem-estar da população	1
Danos à atividades sociais e econômicas	2
Danos à biota (fauna e flora)	3
Danos à condições estéticas e paisagísticas	4
Danos a qualidade de recursos naturais	5
Danos a quantidade de recursos naturais	6
* Identificador	

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Brasil (1986).

Para previsão dos impactos adiante apresentada, constata-se oportunas algumas considerações em relação aos parâmetros antes introduzidos, como discutido a seguir.

Incidência, desencadeamento e temporalidade de acidentes nucleares

Para fins de análise da incidência de impactos decorrentes de um desastre ambiental, recomenda-se que o meio ambiente seja avaliado em seus componentes físico-químico, biótico ou antrópico (SANTOS, 2004), embora seja cediço que esta abordagem possua suas limitações para fins de estudo da sinergia e acumulação, visto que, devido a sua natureza, os impactos ambientais de acidentes nucleares, não raro, incidem sobre todos estes componentes.

Por sua vez, para discutir o desencadeamento e temporalidade de impactos desencadeados por acidentes nucleares, considerar-se-á que um desastre ambiental pode, conforme sua evolução, ser classificado conforme se segue. (BRASIL, 1998):

1. **Desastres Súbitos ou de Evolução Aguda:** caracterizados pela subitaneidade e velocidade com que o processo evolui e, normalmente, pela violência dos eventos adversos causadores dos mesmos;
2. **Desastres Graduais de Evolução Crônica:** ao contrário dos súbitos, caracterizam-se por serem insidiosos e por evoluírem através de etapas de agravamento progressivo; e

3. **Desastres por Somação de Efeitos Parciais:** caracterizam-se pela somação, ou efeito sinérgico e acumulativo, de numerosos fatores de perturbação, cujos danos, quando somados ao término de um determinado período, definem um desastre de expressiva magnitude e importância.

Portanto, no caso específico de acidentes nucleares, o desencadeamento e temporalidade destes impactos podem ocorrer, em diferentes proporções conforme cada caso, tanto de forma imediata quanto retardada em uma escala temporal iniciada com a ocorrência dos fatores de perturbação derivados do acidente. Como exemplo, pode-se citar as perturbações derivadas do decaimento ou desintegração radioativa, que variam ao longo do tempo devido às transformações nucleares, provocando tanto efeitos imediatos quanto retardados.

Duração, extensão e reversibilidade de acidentes nucleares

A duração de um impacto ambiental faz referência a uma escala temporal que determina o período ou prazo no qual a perturbação exerce efeito de alteração sobre as características ambientais. No caso de acidentes nucleares, esta duração pode variar significativamente por causa do tempo de meia vida dos agentes radioativos envolvidos, pois esta determina o decaimento nuclear e, conseqüentemente, o período no qual este estará exercendo pressão sobre o meio, seus componentes e inter-relações.

Já a extensão do impacto refere-se à escala espacial, ou geográfica, que determina a área afetada, podendo ser: (1) pontual quando for restrita a abrangência de uma fonte pontual; (2) linear quando for restrita a abrangência de uma fonte linear; (3) espacial quando supera os limites da abrangência de fontes pontual ou linear; (4) regional quando estes limites definem duas ou mais localidades e, (5) global quando atingem áreas ilimitadas; sendo, no caso dos impactos de acidentes nucleares, mais comuns as extensões espaciais e regionais. Neste sentido, cabe ao perito definir o que considerará como localidade, sendo recomendado adotar a bacia hidrográfica de abrangência municipal como unidade geoespacial, ou seja, considerar espacial quando restringir-se aos limites municipais.

Por sua vez, a reversibilidade destes impactos determina a possibilidade de restauração das características ambientais as suas condições originais, isto é, anteriores as perturbações que os provocaram.

Sentido, magnitude e importância de acidentes nucleares

Em geral, o sentido dos impactos ambientais provocados por acidentes nucleares são adversos, ou seja, provocam alterações consideradas negativas sobre as características ambientais. Considerando-se a importância de um impacto, ou seja, sua intensidade ou significância (SANCHEZ, 2006), o Sistema Nacional de Defesa Civil (BRASIL, 1998) define que a intensidade de um desastre ambiental é determinada pela interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado que, por sua vez, define a importância que o mesmo representa no local de sua ocorrência, classificada em quatro níveis:

Nível I - desastres de pequena intensidade caracterizados por danos pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos e, por tais motivos, são mais facilmente suportáveis e superáveis pelas comunidades afetadas;

Nível II - desastres de média intensidade caracterizados por danos de alguma intensidade e os prejuízos que embora não sejam vultosos, são importantes, porém são suportáveis e superáveis por comunidades bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis;

Nível III - desastres de grande intensidade caracterizados por danos severos e os prejuízos vultosos, mas suportáveis e superáveis por comunidades bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis; e

Nível IV - Os desastres caracterizados neste item são de muito grande intensidade, caracterizados por danos muito importantes e os prejuízos muito vultosos e consideráveis, não sendo superáveis nem suportáveis pelas comunidades, mesmo quando bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis, a menos que recebam ajuda de fora da área afetada.

Origem, acumulação e sinergia de acidentes nucleares

Diferentemente dos impactos ambientais, de obrigatória origem antrópica (BRASIL, 1986), conforme a Política Nacional de Defesa Civil (BRASIL, 2007), os desastres ambientais podem ser classificados segundo a ação que lhes deu origem como:

Desastres Naturais: desencadeados por fenômenos e desequilíbrios da natureza e produzidos por fatores de origem externa que atuam independentemente da ação humana;

Desastres Humanos: provocados por ações ou omissões antrópicas, tendo o ser humano como agente e autor, normalmente em consequência de ações desajustadas geradoras de desequilíbrios socioeconômicos e políticos; e

Desastres Mistos: quando ações ou omissões humanas contribuem para intensificar, complicar e/ou agravar desastres naturais, caracterizando-se, também, por intercorrências de fenômenos adversos naturais que atuam sobre condições ambientais degradadas pelo homem.

Assim, os desastres ambientais causados por acidentes nucleares enquadram-se no conjunto de desastres considerados de origem humana ou mista, logo, estes são considerados impactos ambientais, direta ou indiretamente derivados de fatores de perturbação correlatos.

Como discutido anteriormente o efeito sinérgico, quando presente, decorre da interação somatória das alterações combinadas originadas por diferentes fatores de perturbação, enquanto que a acumulação decorre da somatória dada por funções linear, quadrática ou exponencial, de efeitos residuais sobre o ambiente. É importante salientar que a classificação deste e outros parâmetros de previsão de impactos ambientais decorrentes de acidentes nucleares podem variar significativamente de caso para caso, de acordo com as características dos fatores de perturbação e das condições ambientais prévias dos locais onde estão atuando.

Assim, o quadro a seguir (Quadro 03) visa proporcionar uma ferramenta referência para auxiliar o diagnóstico em campo considerando-se peculiaridades e especialidades inerentes a cada cenário.

Quadro 03. Previsão dos principais impactos ambientais em potencial desencadeados por acidentes nucleares

Aspectos ambientais		Alterações	Desencadeam/	Frequência	Duração	Extensão	Reversibilidade	Magnitude	Importância	Sentido	Origem	Sinergia	Acumulação	Ônus/benefício
Incidência Físico-química	Recursos minerais													
	Materiais de construção													
	Pedologia													
	Geomorfologia													
	Radioatividade de fundo													
	Superficial													
	Subterrânea													
Incidência Biótica	Flora Terrestre													
	Flora Aquática													
	Fauna Aérea (pássaros)													
	Fauna Terrestre (répteis e mamíferos)													
	Fauna Aquática (peixes, anfíbios)													
	Invertebrados													
Incidência Antrópica	Espaços abertos e selvagens													
	Área do empreendimento													
	Zona agropastoril													
	Zona residencial													
	Zona comercial													
	Zona industrial													
	Zona de recreação													
	Estilo de vida (padrões culturais)													
	Saúde e previdência													
	Emprego													
	Densidade populacional													
	Redes de transporte													

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Brasil (2007); Rohde (2002); São Paulo (2001); USEPA (1993); Tommasi (1993); e Leopold et al. (1971).

Diretrizes legais e procedimentos técnicos aplicáveis a gestão de acidentes nucleares

Uma vez identificados e previstos os impactos ambientais em potencial de acidentes nucleares, as diretrizes legais e os procedimentos técnicos aplicáveis constituem os princípios regulares e as principais referenciais para o diagnóstico, dentre os quais estão aqueles discutidos a seguir em âmbito federal brasileiro a partir de informações obtidas junto ao banco de dados jurídicos do Senado Federal (INTERLEGIS, 2010), resumidas no quadro a seguir (Quadro 04).

Quadro 04. Principais normas federais brasileiras diretamente aplicáveis a gestão ambiental de acidentes nucleares

Normas	Principais diretrizes aplicáveis
Lei Federal n. 10.208/2001	Dispõe sobre aspectos correlatos a diretrizes e garantias relativas a depósitos de rejeitos radioativos;
Decreto Federal n. 08/1991	Promulga convenção sobre assistência em casos de acidentes nucleares ou emergências radiológicas;
Decreto Federal n. 24/1990	Dispõe sobre pronta notificação e assistência em casos de acidentes nucleares ou emergências radiológicas;
Lei Federal n. 6.453/1977	Dispõe sobre a responsabilidade civil e criminal por danos decorrentes de acidentes nucleares;

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de INTERLEGIS (2010).

Conforme o disposto nos incisos do artigo primeiro da Lei Federal n. 6.453 (BRASIL, 1977), são considerados: "acidente nuclear, o fato ou sucessão de fatos da mesma origem, que cause dano nuclear"; por sua vez definido como:

dano nuclear, o dano pessoal ou material produzido como resultado direto ou indireto das propriedades radioativas, da sua combinação com as propriedades tóxicas ou com outras características dos materiais nucleares, que se encontrem em instalação nuclear, ou dela procedentes ou a ela enviados. (BRASIL, 1997, p.1).

E, em seu artigo terceiro complementa que: “Será também considerado dano nuclear o resultante de acidente nuclear combinado com outras causas, quando não se puderem distinguir os danos não nucleares” (BRASIL, 1977, p.1). Logo, pode-se concluir que a referida norma legal não faz distinção entre acidentes nucleares e acidentes radiológicos, uma vez que ambos possuem propriedades radioativas como causa dos danos por eles provocados, razão pela qual este capítulo também os considera de forma integrada, como discutido anteriormente.

Adiante destas e outras definições, a norma determina responsabilidades civis por acidentes nucleares, ocorridos nas instalações nucleares ou por material procedente destas, ao seu operador, enquanto pessoa jurídica autorizada para tanto; sendo exonerado desta responsabilidade apenas nos casos de dano resultante diretamente de conflito armado, hostilidades, guerra civil, insurreição ou excepcional fato da natureza; sendo a pena prevista no valor correspondente a um milhão e quinhentas mil Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional.

Por sua vez, quanto a responsabilidade criminal e sanções penais decorrentes de acidentes nucleares, a mesma lei determina que constituam crimes na exploração e utilização de energia nuclear os casos resumidos no Quadro 05, a seguir:

Quadro 05. Crimes e sanções penais correlatas a acidentes nucleares

Crimes Nucleares	Reclusão
Produzir, processar, fornecer ou usar material nuclear sem a necessária autorização ou para fim diverso do permitido em lei;	4 a 10 anos
Impedir ou dificultar o funcionamento de instalação nuclear ou o transporte de material nuclear;	
Transmitir ilicitamente informações sigilosas, concernentes à energia nuclear;	4 a 8 anos
Exportar ou importar, sem a necessária licença, material nuclear, minérios nucleares e seus concentrados, minérios de interesse para a energia nuclear e minérios e concentrados que contenham elementos nucleares;	2 a 8 anos
Deixar de observar as normas de segurança ou de proteção relativas à instalação nuclear ou ao uso, transporte, posse e guarda de material nuclear, expondo a perigo a vida, a integridade física ou o patrimônio de outrem;	
Permitir o responsável pela instalação nuclear sua operação sem a necessária autorização;	2 a 6 anos
Possuir, adquirir, transferir, transportar, guardar ou trazer consigo material nuclear, sem a necessária autorização;	
Extraír, beneficiar ou comerciar ilegalmente minério nuclear;	

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de BRASIL (1997).

Uma década após a referida lei, o Decreto Federal n. 08 de 1991, tornou norma legal as disposições da *Convenção sobre Assistência no Caso de Acidente Nuclear ou Emergência Radiológica*, realizada no ano de 1986 em Viena, entre as quais ficaram definidas as condições de cooperação entre os Estados signatários e com a Agência Internacional de Energia Atômica, visando minimizar as conseqüências e para proteger a vida, a propriedade e o meio ambiente dos efeitos de emissões radiológicas.

Com relação à gestão da assistência em casos de acidentes nucleares e emergências

radiológicas, a norma determina que a direção, controle, coordenação e supervisão geral serão de responsabilidade do Estado requerente, no âmbito de seu território, a menos que seja acordado de outra maneira, cabendo à Agência Internacional a atribuição de coletar e disseminar aos Estados Partes e Estados Membros informações relativas a:

1. peritos, equipamento e materiais que poderiam ser postos a disposição no caso de acidentes nucleares ou emergências radiológicas; e
2. metodologias, técnicas e resultados disponíveis de pesquisas relativas à atuação em resposta a acidentes nucleares ou emergências radiológicas.

Entre outras atribuições a referida agência, destaca-se a de assistir um Estado Parte ou Estado Membro, quando solicitada:

1. a preparação de planos de emergência no caso de acidentes nucleares e emergências radiológicas e de legislação apropriada;
2. o desenvolvimento de programas de treinamento de pessoal apropriados para enfrentar acidentes nucleares e emergências radiológicas;
3. a transmissão de pedidos de assistência e informação relevante no caso de acidente nuclear ou emergência radiológica;
4. o desenvolvimento de programas, procedimentos e parâmetros apropriados de monitoramento de radiação; e
5. a condução de investigações sobre a factibilidade de estabelecer sistemas apropriados de monitoramento de radiação.

Mais uma década adiante, a Lei Federal n. 10.208 (BRASIL, 2001) vem dispor sobre a seleção de locais, a construção, o licenciamento, a operação, a fiscalização, os custos, a indenização, a responsabilidade civil e as garantias referentes a depósitos de rejeitos radioativos. Nesse cenário, constata-se expressivo avanço na gestão ambiental de acidentes nucleares, visto que o licenciamento ambiental, a que se refere tal norma federal, é considerado com um dos principais instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, como aponta Fink, Alonso Jr. e Dawalibi (2000, p.1): “[...] dentre os pilares da Política Ambiental está o licenciamento ambiental. Inútil para uns, moroso para outros, porém [...] ainda é o instrumento mais capaz de compor o conflito que se convencionou denominar desenvolvimento sustentável”.

Com esse propósito a lei estabelece que, observando critérios, procedimentos e normas especialmente estabelecidos pela CNEN, nos casos de acidentes radiológicos ou nucleares: “excepcionalmente, poderão ser construídos depósitos provisórios, que serão desativados, com a

transferência total dos rejeitos para depósito intermediário ou depósito final”. (BRASIL, 2001).

Para tanto, a seleção de locais para depósitos iniciais e intermediários deve obedecer aos critérios e normas estabelecidos pela CNEN para a localização das atividades produtoras de rejeitos radioativos e, por sua vez, aqueles destinados para depósitos finais deverão ser declarados de utilidade pública e desapropriados pela União, quando já não forem de sua propriedade, ficando proibido o depósito de rejeitos de quaisquer naturezas nas ilhas oceânicas, na plataforma continental e nas águas territoriais brasileiras. Quanto à construção dos referidos depósitos iniciais e intermediários, fica determinado que os projetos, a execuções e suas instalações são de responsabilidade da CNEN ou do titular da autorização por ela outorgada, bem como para a operação da instalação onde são gerados os rejeitos.

Da mesma forma, a responsabilidade pelo licenciamento e a fiscalização de depósitos iniciais, intermediários e finais também fica atribuída à CNEN no que respeita especialmente aos aspectos referentes ao transporte, manuseio e armazenamento de rejeitos radioativos e à segurança e proteção radiológica das instalações, sem prejuízo da licença ambiental e das demais licenças legalmente exigíveis. Contudo, a administração e operação dos depósitos iniciais constituem obrigações do titular da autorização para operar a atividade geradora dos rejeitos, cabendo a CNEN a administração e a operação apenas dos depósitos intermediários e finais, embora esta possa delegar serviços, mantida a sua responsabilidade integral. Por fim, a remoção de rejeitos de depósitos iniciais para depósitos intermediários ou de depósitos iniciais para depósitos finais, mediante autorização prévia da CNEN, também é da responsabilidade do titular da autorização para operação da instalação geradora dos rejeitos, mas a remoção de rejeitos dos depósitos intermediários para os depósitos finais fica atribuída à segunda.

Em consonância ao disposto na Lei Federal n. 6.453 de 1977, a Lei Federal n. 10.208 de 2001 (BRASIL, 1977; 2001) atribui a responsabilidade civil por danos radiológicos pessoais, patrimoniais e ambientais causados por rejeitos radioativos em depósitos iniciais, bem como pelo transporte de destes para os depósitos intermediários, independente de culpa ou dolo, ao titular da autorização para operação daquela instalação e a CNEN por aqueles decorrentes de depósitos intermediários e finais, bem como do transporte de rejeitos dos depósitos intermediários para os depósitos finais.

Apresentadas as principais normas e diretrizes legais aplicáveis a gestão de acidentes

nucleares, a seguir são discutidas medidas de controle e descontaminação de áreas impactadas por estes.

Síntese de aspectos processuais aplicáveis ao gerenciamento de áreas impactadas por acidentes nucleares: etapas e operações fundamentais

Como primeira recomendação, definimos que o gerenciamento de áreas contaminadas por acidentes nucleares deve consistir na execução de um conjunto de medidas sistematizadas visando minimizar os desastres ambientais deles decorrentes e, para tanto, devem ser pré-estruturados procedimentos aplicáveis ao seu diagnóstico, prognóstico, planejamento (formulação do plano de descontaminação), execução e monitoramento que, para melhor compreensão dos propósitos da abordagem aqui apresentada, complementarmente definimos como:

1. **Diagnóstico:** avaliação do cenário situacional, ou seja, das condições presentes da área contaminada;
2. **Prognóstico:** projeção de cenário desejável, ou seja, definição das condições futuras para a área contaminada, bem como a identificação de soluções aplicáveis para tanto;
3. **Planejamento:** formulação de um plano de ação contemplando as medidas de descontaminação, abrangendo a apresentação, aprovação e encaminhamento;
4. **Execução e monitoramento:** implantação do plano de ação e avaliação periódica para acompanhamento e avaliação da eficiência e eficácia das soluções propostas e executadas, visando identificar e programar reajustes que se mostrarem necessários.

Logo, estas são as principais etapas do processo de gerenciamento de áreas contaminadas por acidentes nucleares aqui propostas, cujas operações fundamentais são discutidas no desfecho desse capítulo, como apresentado na seqüência. Para tanto, foram consideradas as diretrizes do *Manual de gerenciamento de áreas contaminadas*, cujas proposições são adotadas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2001).

Após o registro de ocorrência de um acidente nuclear ou radiológico, a próxima operação da etapa de diagnóstico consiste na identificação de áreas afetadas por acidente nuclear, seguida de avaliação preliminar e investigação confirmatória. A identificação de áreas potencialmente afetadas por um acidente nuclear deve levar em consideração as suas características particulares,

bem como de sua localidade e região no entorno, para definição do raio de abrangência no qual serão realizadas avaliações preliminares e investigações confirmatórias.

A avaliação preliminar tem por objetivo identificar e registrar indicadores de uma possível contaminação, através de informações obtidas através de dados sobre o acidente e o local de sua ocorrência, resultando em um modelo conceitual que abrangerá em uma síntese destas informações, tal como a localização do acidente, sua forma de propagação, a identificação e a previsão dos impactos potenciais sobre a mesma.

O modelo conceitual deverá indicar se a área em estudo deve ser classificada como: (1) área isenta de contaminação, aquela cuja avaliação preliminar permite constatar a ausência de impactos diretos e indiretos decorrentes do acidente nuclear; (2) área potencialmente contaminada, aquela na qual os efeitos do acidente nuclear provocaram alterações ambientais; e (3) área contaminada, aquela cujos efeitos do acidente nuclear provocaram alterações adversas em concentrações que prejudicam a saúde humana.

As áreas potencialmente afetadas deverão passar por avaliações complementares, tal como análises biofísicas e químicas *ex post-facto in situ* e em laboratório, denominadas investigações confirmatórias sobre a suspeita de contaminação. Quando confirmada a suspeita de contaminação, as investigações confirmatórias deverão ser detalhadas, abrangendo tipos e concentração dos contaminantes presentes, ao nível necessário para definição das melhores alternativas, legalmente permissíveis e tecnicamente eficientes, de remediação a serem identificadas na etapa seguinte.

Diagnosticada a condição do cenário atual, a próxima etapa consiste na projeção do cenário futuro desejado e na definição de medidas necessárias para alcançá-lo. Nesta etapa, o prognóstico ambiental visa definir diretrizes à elaboração do plano de ação para restaurar a área degradada a sua condição original ou recuperá-la, tornando-a apta à um uso futuro, estabelecendo, para tanto, medidas de remediação e/ou isolamento, total ou parcial, com restrições de ocupação do solo.

Portanto, as medidas que compõem os planos de ação podem ser divididas basicamente em dois tipos: medidas de contenção ou isolamento da contaminação e medidas para o tratamento dos meios contaminados, visando à eliminação ou redução dos níveis de

contaminação a níveis aceitáveis ou previamente definidos (SÃO PAULO, 2001). Em geral, há três abordagens amplamente utilizadas no planejamento da remediação em uma área contaminada (USEPA, 1993):

- mudança do uso definido da área para minimizar o risco;
- remoção ou destruição dos contaminantes para a eliminação do risco;
- redução da concentração dos contaminantes ou contenção desses para eliminar ou minimizar risco.

A destarte, soluções pré-selecionadas devem ser simuladas visando-se avaliar sua eficiência em proporcionar o cenário futuro desejado, entre as quais devem ser consideradas técnicas de controle e remediação por neutralização, eliminação ou remoção de substâncias radiológicas; limpeza, remoção ou anulação de fatores de perturbação nuclear; absorção ou destruição, bem como o isolamento da área (BRASIL, 1988). Seleccionadas as soluções consideradas satisfatórias, passamos à etapa de planejamento.

Na etapa de planejamento os planos de ação são elaborados, de forma integrada ou complementar, e devem conter uma síntese das informações que caracterizam o acidente nuclear e a área contaminada, a sistematização das medidas propostas, abrangendo detalhado de implantação e operação do sistema de remediação, contendo procedimentos, cronogramas detalhados.

Nos referidos planos ainda devem ser contemplada a sistematização da etapa posterior, de monitoramento, para avaliação da eficiência das medidas, com os pontos de coleta de dados definidos, parâmetros a ser analisados, frequência de amostragem e os limites ou padrões definidos como objetivos a serem atingidos pela remediação para interpretação dos resultados, metas de desempenho, bem como, a indicação dos responsáveis para sua execução das soluções pré-selecionadas.

Entretanto, anteriormente a sua execução, tais planos quais devem ser encaminhados aos órgãos de controle ambiental e gerenciamento ou execução para serem aprovados ou ajustados em atendimento de exigências condicionadas em termos de referência para tanto, sobretudo, para verificar se estas são legalmente permissíveis, avaliar a qualidade dos trabalhos técnicos realizados, assim como a opinião de outras partes interessadas, como a população local, os responsáveis pela execução da remediação e, dessa forma autorizá-los ou não.

Durante a etapa de execução, com a implantação das medidas previstas nos planos de ação aprovados, o desempenho das soluções deve ser periodicamente avaliado mediante um monitoramento de indicadores, para que, quando necessários, reajustes possam ser executados até que a remediação da área esteja concluída. Tais etapas e operações estão representadas, a seguir, em um fluxograma simplificado para o processo de gerenciamento de áreas contaminadas por acidentes nucleares, proposto neste capítulo (Figura 01).

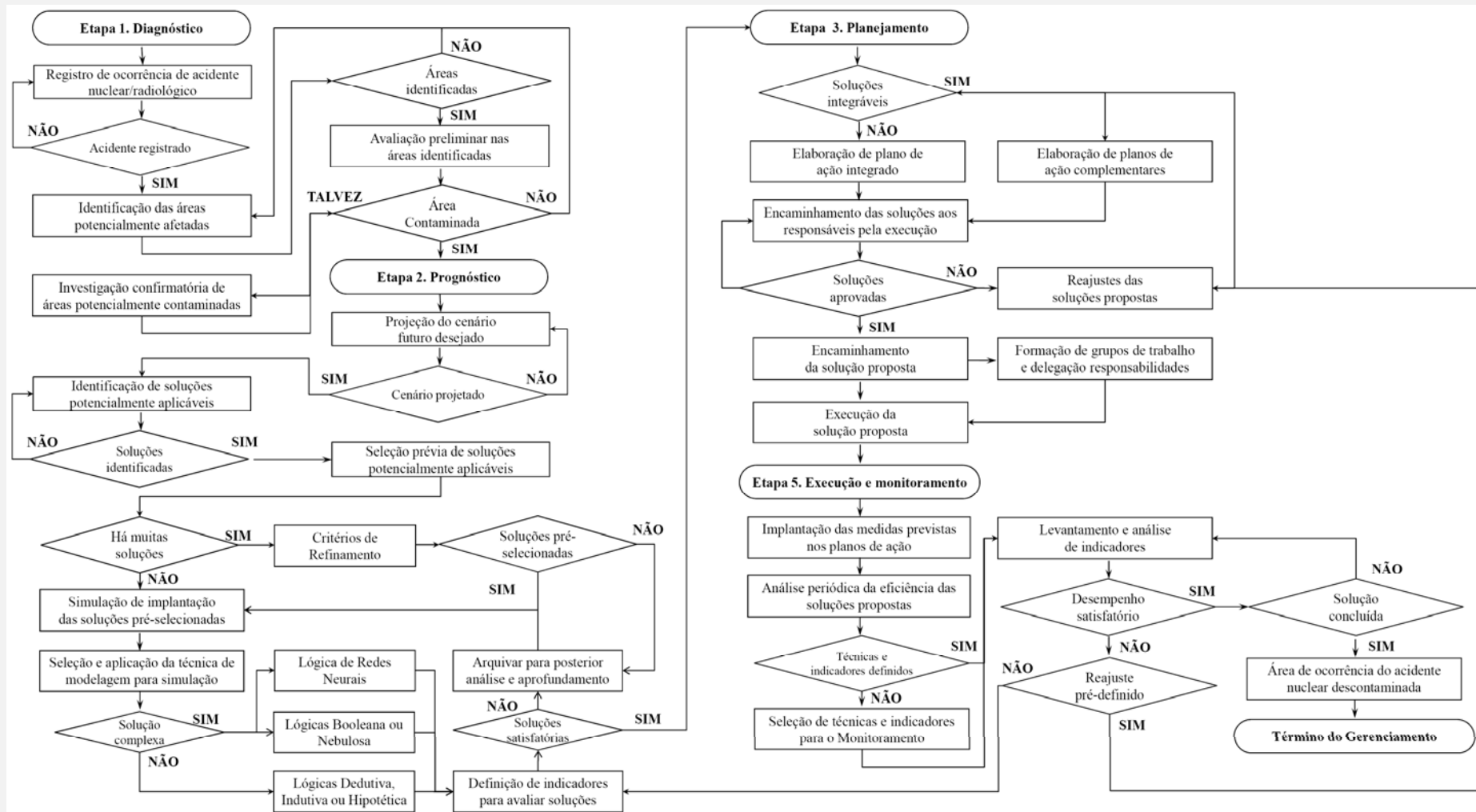


Figura 01. Fluxograma simplificado das principais etapas e operações propostas para o processo de gerenciamento de áreas contaminadas. Fonte: Elaborada pelos autores a partir de São Paulo (2001).

Considerações Finais

Reconhecida a gravidade dos desastres ambientais decorrentes de acidentes nucleares, não se pode olvidar que as medidas preventivas representam a melhor alternativa para a proteção da qualidade ambiental, saúde, segurança e bem-estar das populações. Contudo, visando mitigar os impactos desencadeados por tais acidentes, torna-se fundamental a estruturação e sistematização de medidas corretivas para o gerenciamento da recuperação de áreas contaminadas, tal como abordado neste capítulo.

Para tanto, os resultados apresentados visaram proporcionar diretrizes técnicas como subsídios as principais etapas do referido gerenciamento, entre as quais foram discutidas aquelas aplicáveis a previsão de impactos ambientais, diagnóstico, prognóstico de cenários, identificação e proposição de soluções e monitoramento. Com esse propósito, foram abrangidos aspectos teórico-conceituais fundamentais a compreensão do fenômeno e a sua caracterização, métodos, técnicas, diretrizes legais e procedimentos técnicos aplicáveis ao gerenciamento de áreas contaminadas por acidentes nucleares.

Considerando-se a existência destes e outros subsídios disponíveis na literatura técnica para o controle de desastres ambientais, resta considerar que, como já apontava Albert Schweitzer (1875 - 1965), filósofo contemporâneo do século XIX, “se o mundo tornou-se um lugar perigoso, foi porque os homens aprenderam a dominar a natureza antes de se dominarem a si mesmos”. (SCHWEITZER apud APASCS, 2010).

Referências

ASSOCIAÇÃO PROTETORA DE ANIMAIS DE SÃO CAETANO DO SUL – APASCS. **Citação de Albert Schweitzer**. Disponível em: <<http://www.apascs.org.br/citacoes.php>>. Acesso em: 29 abr. 2010.

BRASIL. **Política Nacional de Defesa Civil**. 2007. Disponível em: <<http://www.defesacivil.gov.br/publicacoes/publicacoes/pndc.asp>>. Acesso em: 18 fev. 2010.

BRASIL. **Lei Federal nº. 10.208**. 2001. Disponível em: <<http://www.leidireto.com.br/lei-10308.html>>. Acesso em: 18 fev. 2010.

BRASIL. **Decreto Federal nº. 08**. 1991. Disponível em: <<http://www2.mre.gov.br/dai/assistacidentenuclear.htm>>. Acesso em: 13 out. 2010.

BRASIL. **Lei Federal 6.453**. 1977. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/leis/L6453.htm>>. Acesso em: 18 fev. 2010.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Glossário de defesa civil, estudo de riscos e medicina de desastres**. 5.ed rev. ampl. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, 1998.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN. **Dispõe material informativo correlato a temática nuclear**. Disponível em: <<http://portalnuclear.cnen.gov.br/conteudo/outrosPontos.asp>>. Acesso em: 18 fev. 2010a.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN. **Apostila educativa: radioatividade**. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/radio.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2010b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução Conama nº. 306**. 2002. Apresenta glossário ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30602.html>>. Acesso em: 18 fev. 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução Conama nº. 237**. 1997. Dispõe sobre licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 18 fev. 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução Conama nº. 001**. 1986. Dispõe sobre Estudo de Impacto Ambiental. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em 18 fev. 2010.

DUPUY, J. P. A catástrofe de Chernobyl 20 anos depois. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.12, n.59, p. 243-252, jan-abr, 2007

FERRI, M. G. **Ecologia e poluição**. São Paulo: Melhoramentos, 1976.

FINK, D. R.; ALONSO JÚNIOR, H.; DAWALIBI, M. **Aspecto jurídico do licenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2000.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. **The radiological accident in Goiania**. Vienna: IAEA, 1988. 157p.

INTERLEGIS. Comunidade Virtual do Poder Legislativo do Senado Federal. **Disponibiliza banco de dados de normas legais**. Disponível em: <<http://www.interlegis.gov.br/>>. Acesso em: 20 fev. 2010.

LEOPOLD, L.B.; CLARKE, F.S.; HANSHAW, B. **A procedure for evaluating environmental impact**. Washington: U. S. Geological Survey, 1971.

ROHDE, G. M. Estudos de impacto ambiental: a situação brasileira. In: VERDUM, R., MEDEIROS, R. M. V. **RIMA – Relatório de Impacto Ambiental**. Porto Alegre: UFRGS, 2002, p. 41-65.

SÀNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SÀNCHEZ, L. E. **A desativação de empreendimentos industriais: um estudo sobre o passivo ambiental.** 1998. 178fls. Tese (Livre-Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 1998.

SANTOS, F. S. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas.** 2001. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas_contaminadas/manual.asp>. Acesso: 18 fev. 2010.

TAUK, S. M.; GOBBI, N.; FOWLER, H. G. **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar.** Rio Claro: Unesp, 1996.

TOMMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental.** São Paulo: CETESB, 1993.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. **Subsurface characterization and monitoring techniques – solids and ground water.** Washington: Office of Research and Development, 1993.

Sobre os autores:

¹ Gerson Antônio Santarine

Docente do Depto. de Física do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Rio Claro (SP), Brasil.

Contato: santarin@rc.unesp.br

² Adriano Bressane

Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus de São Carlos (SP), Brasil.

Contato: ab_engamb@yahoo.com.br

APELL: A PREPARAÇÃO DA COMUNIDADE PARA EMERGÊNCIAS AMBIENTAIS

Antônio Carlos Rossin¹

Icaro Aronovich da Cunha²

Raquel Dalledone Siqueira da Cunha³

Introdução

Na década de 1980, muitos acidentes naturais e tecnológicos provocaram uma preocupação mundial e trouxeram à tona o assunto da segurança e preparação das populações para enfrentarem situações de emergências. Os eventos mais significativos incluíram o terremoto que abalou a cidade do México em 1985, os deslizamentos de terra no Equador em 1987, e a liberação dos vapores asfixiantes em um lago na República dos Camarões naquele mesmo ano. Entretanto, a preocupação mais sentida foi com referência aos acidentes tecnológicos causados pela atividade industrial com sérios danos ao meio ambiente e perdas de vidas e da propriedade. São exemplos, os acontecidos na liberação de dioxina em Seveso, Itália, em 1976; a explosão de propano na cidade do México, em 1984; a liberação de isocianato de metila em Bhopal, na Índia, em 1984; e o incêndio em uma indústria química e descarga de produtos químicos nas águas do rio Reno, na Europa, em 1986.

Em 1986, após a ocorrência de vários acidentes tecnológicos, o Dr. Mostafa K. Tolha, Diretor Executivo do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), sugeriu uma série de medidas para auxiliar os governos, especialmente de países em desenvolvimento, a reduzir as ocorrências e os efeitos danosos dos acidentes tecnológicos e das situações de emergências criadas. Uma das primeiras medidas foi a instituição de um programa capaz de propiciar aos governos, em cooperação com as indústrias, um trabalho de identificação de riscos potenciais em suas comunidades e preparar medidas para o atendimento e controle de situações de emergências, que pudessem ameaçar a saúde pública, a segurança e o meio ambiente.

Para desenvolver este programa e como resultado de um encontro de especialistas realizado em Nairóbi promovido pelo PNUMA, em junho de 1987, somado à iniciativa já em andamento de outras organizações internacionais, foi preparado, pelo Escritório do PNUMA para Indústria e Meio Ambiente (IEO), um *Manual de Alerta e Preparação de Comunidades para Emergências Locais*. Este Manual resumia e orientava a implantação de um Programa, com o

mesmo nome do Manual e conhecido pela sigla de APELL, que vem do inglês *Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level*. Este Programa foi divulgado mundialmente através de uma reunião em Paris, nos dias 12 a 14 de dezembro de 1988, quando foi apresentado o Manual publicado pelo PNUMA (1988). Durante o encontro foram comentados alguns estudos de casos da implantação do Programa em vários países, foram propostas futuras ações para a implantação do APELL e citados alguns programas em execução, em nível mundial, que têm relação com o APELL.

O principal objetivo do APELL é o de prevenir os acidentes tecnológicos e minimizar seus impactos quando de sua ocorrência. Ele provê assistência aos que decidem e ao pessoal técnico nos governos e indústrias, no sentido de aumentar a preocupação das comunidades e torná-las conhecedoras das instalações existentes com potenciais riscos. Também atua na definição de políticas e planos de prevenção em preparação e implantados, com objetivo de reduzir os riscos e de minimizar os impactos, caso algum acidente ocorra.

No sentido de implementar este programa foram definidos, pelo IEO, os seguintes objetivos:

1. Introduzir e promover o processo APELL em um ou mais países em cada uma das cinco regiões do PNUMA;
2. Criar uma rede com outras organizações para promover o processo APELL e integrá-lo com outras atividades relacionadas;
3. Identificar fontes e necessidade de recursos e construir uma massa crítica para a expansão do Processo APELL; e,
4. Avaliar periodicamente o progresso do Programa APELL.

Dando acompanhamento à implantação do Programa na América Latina, foi realizado no México, promovido pelo PNUMA e com apoio da Organização Pan Americana da Saúde e da Comunidade Européia, o *Seminário/Workshop Regional do APELL para os Países da America Latina e do Caribe*, no período de 23 a 27 de julho de 1990. O objetivo deste evento foi o de oferecer aos governantes, industriais e outras organizações na região da América Latina e do Caribe, os elementos necessários para definirem políticas no campo dos acidentes tecnológicos e promoverem atividades de resposta ao atendimento a situações de emergências, através do Processo APELL. Além disso, o Seminário deu também oportunidades aos participantes de trocarem experiências na área de atenção a emergências. No final do Seminário foi apresentado

o trabalho desenvolvido pelos participantes e que consistiu em recomendações para a implementação do APELL na América Latina e Caribe.

Quatro eventos foram importantes para a introdução deste programa no Brasil. Em Abril de 1989 foi constituído o grupo denominado Plano de Ações de Segurança (PAS) que iniciou os estudos para a implantação do APELL em Cubatão-SP, com a sigla PAS/APELL. Este grupo foi construído inicialmente por representantes da Petrobrás/Refinaria Presidente Bernardes (RPBC), Estireno, *Union Carbide*, Carbocloro, Ultrafertil e Associação Brasileira da Indústria Química e Produtos Derivados (ABIQUIM), sendo complementado, posteriormente, por representantes da Comunidade, da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), da Prefeitura Municipal de Cubatão, da Câmara dos Vereadores de Cubatão e de Entidades Ambientalistas da região. Em 2 de outubro de 1989, sob a liderança do Grupo PAS/APELL, foi realizado um simulado em Cubatão, utilizando as técnicas proposta no Manual e foi considerado como o lançamento simbólico do Processo APELL em Cubatão. Nos dias 5 e 6 de Novembro de 1990 foi realizada, em São Paulo, a Conferência sobre Materiais Perigosos, promovida pela CETESB, ABIQUIM, Associação Brasileira de Alumínio (ABAL) e a *Partners of America – Comitê Illinois/São Paulo*, dentro de um programa que tinha como objetivo o de apoiar o Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo para desenvolver um sistema operacional efetivo e seguro para gerenciar acidentes com materiais perigosos. Nesta conferência foi incluída uma seção sobre o APELL. Neste mesmo ano foi publicada a primeira edição do Manual do APELL em língua portuguesa, pela ABIQUIM. Deve-se mencionar que este Manual, na sua versão original em Inglês, também foi traduzido para o francês, espanhol, italiano, russo, chinês e árabe.

Finalmente de 3 a 5 de Dezembro de 1990 foi realizado o encontro do grupo assessor sênior do APELL em que foram apresentadas os informes do andamento da implantação do APELL nos distintos países, a cooperação com outras organizações na prevenção e atendimento a emergências tecnológicas e uma agenda de seguimento das ações.

O porquê do APELL

É bastante conhecido que todo acidente ocasiona impactos ao meio ambiente, sendo impossível de se prever ou efetivamente prevenir todas as causas de acidentes naturais. Já em relação aos acidentes tecnológicos, apesar de muitos defenderem a idéia de que todos os

acidentes tecnológicos poderão ser prevenidos, sempre será aceita a idéia de que devem ser preparados planos de contingência no caso de ocorrerem acidentes desta natureza. Assim, fica clara a necessidade de se minimizar os riscos dos acidentes tecnológicos e de se preparar para o atendimento a situações de emergências quando e onde elas ocorrerem, no sentido de minimizar seus impactos. A primeira ação deve ser obtida através de programas de análise de riscos e da implantação de ações preventivas. Em um segundo momento, o atendimento a emergências requer planos de contingências que buscarão a minimização dos danos e é nesta etapa que se aplica o APELL.

Enquanto os acidentes tecnológicos nas indústrias, em sua maioria, podem ser controlados dentro dos seus limites, existem casos onde o impacto se estende fora destes, atingindo as cercanias das indústrias, muitas vezes ocupadas por moradias e assim afetando a vida das pessoas, suas propriedades e a estrutura social. Sabe-se que a extensão deste impacto negativo depende em parte das atitudes tomadas pelos primeiros atendentes da emergência, tanto dentro da área industrial como na comunidade afetada. O atendimento adequado e imediato em tais casos exige ações bem coordenadas das instituições, tanto da indústria como das autoridades públicas e da população em geral. Isto poderá ser atingido se a comunidade, como um todo, estiver conscientizada dos possíveis riscos e preparada para enfrentar as situações adversas criadas pelo acidente.

O APELL é um processo de ação de cooperação local, no sentido de intensificar a conscientização e o preparo para situações de emergências na comunidade. As autoridades locais, os líderes comunitários, dirigentes industriais e outros indivíduos ou entidades interessadas são de suma importância nesta preparação. Também é fundamental a participação de governos estaduais e federais nestas ações, pois estes podem estabelecer metas em suas áreas de ação e medidas reguladoras, além de proporcionar o suporte técnico e de recursos à comunidade local. O apoio da alta direção da indústria é essencial, pois possibilitará um clima favorável de cooperação, tornando mais efetivo o trabalho dos Bombeiros, da Polícia, dos Comitês de Defesa Civil nos vários níveis administrativos e dos serviços de voluntários.

Apesar do APELL ter sido desenvolvido para apoiar ações de atenção a emergências em indústrias químicas, os riscos associados a qualquer atividade comercial ou industrial com potencialidade para incêndio, explosão, derramamento ou liberação de materiais perigosos ou

mesmo os desastres naturais, exigem o planejamento antecipado de ações preventivas e de minimização de danos e o processo APELL pode ser aplicado.

De acordo com o Manual do APELL o processo envolve dois aspectos básicos: 1) criar e/ou aumentar a conscientização da comunidade quanto aos possíveis perigos existentes na fabricação, manuseio e utilização de materiais perigosos e quanto às medidas tomadas pelas autoridades e industriais no sentido de proteger a comunidade local; 2) desenvolver, com base em informações e em cooperação com a comunidade local, planos de atendimento para situações de emergência que possam ameaçar a segurança da coletividade.

Portanto, o processo se divide em duas partes: 1) fornecimento de informações para a comunidade tornando-a consciente do problema; e 2) elaboração de um plano para a proteção desta comunidade, que é o Plano de Atendimento a situações de emergências.

Estruturação de planos de preparação da comunidade para emergências ambientais dentro da metodologia APELL: diretrizes e dificuldades recorrentes

Contar com um plano de alerta e preparação da comunidade para emergências ambientais tecnológicas é fundamental para instalações onde se dá a manipulação e o armazenamento de substâncias perigosas. Essa demanda se amplifica hoje, em vários casos, diante de cenários em que as possibilidades de eventos acidentais são redesenhadas, associadas a enchentes e escorregamentos de proporções catastróficas, cujas probabilidades podem multiplicar-se em função de novos padrões de chuvas concentradas, face às progressivas mudanças de clima.

Como se percebe do histórico de desenvolvimento e criação do plano APELL, a orientação dessa metodologia surge da compreensão da eficácia limitada de esquemas de emergência focados apenas na preparação de instituições, empresariais e/ou governamentais. Os grupos humanos expostos aos perigos sem informação e treinamento são altamente vulneráveis, não apenas às consequências diretas de acidentes, mas ao pânico e aos riscos ligados às reações desordenadas ditadas pelo medo coletivo.

A compreensão desse fato leva a um princípio orientador do APELL: reconhecer o direito e a necessidade de saber da comunidade local sobre instalações perigosas, seus perigos e os esquemas de segurança correspondentes. As empresas têm a responsabilidade de promover a

segurança ambiental, e fornecer informações às autoridades locais. Ambas, empresas e autoridades têm responsabilidades no desenvolvimento de planos de atendimento a emergências, em que o sucesso das operações depende do preparo e da participação do público.

Orientando-se o gerenciamento dos riscos pela equação básica: $R = F \times C$, o risco como produto da probabilidade de ocorrer um acidente (frequência, F) multiplicada pela consequência (C), as medidas se orientam para reduzir probabilidades por meio de medidas preventivas; e para reduzir as consequências, caso, ainda assim, um acidente ocorra. Se o cenário de consequências inclua vítimas fora das instalações da empresa, nas vizinhanças, é fundamental que se disponha de um plano de emergência externo, cuja implantação não se completa sem um esquema de cooperação com as autoridades locais e com o próprio público.

Voltado a tais casos, o APELL tem como objetivos centrais:

1. informar a comunidade sobre os perigos ligados às instalações cujas operações envolvem possibilidades de acidentes, e sobre as medidas tomadas pelas empresas, e pelos órgãos de governo, para gerenciar os riscos ligados a tais situações, de forma a reduzi-los;
2. desenvolver e manter planos de atendimento a emergências, organizados de acordo aos cenários acidentais conhecidos para cada situação;
3. incrementar o envolvimento da indústria na conscientização da comunidade e no planejamento das respostas a emergências;
4. envolver a comunidade local no planejamento e implementação do plano de emergência.

O APELL é um processo cooperativo, cujo desenvolvimento deve dar conta de três frentes principais de ação: organizar e manter um Grupo Coordenador, construir a conscientização da comunidade, e desenvolver o adequado preparo para as emergências.

Nos primeiros passos do *grupo coordenador*, não é fácil atrair lideranças da comunidade. Isso não deve ser razão para que se desista disso, já que sem a cooperação de tais lideranças dificilmente se chegará a uma etapa em que o plano de ação esteja enraizado na percepção da comunidade, questão que será melhor discutida mais adiante.

Pretender que todas as pessoas de um bairro adiram a esquemas de treinamento para ensaiar uma evacuação total da área, diante de uma situação de emergência, é, antes de tudo, um

desafio à conquista da confiança na coordenação do plano. A própria obtenção de informações essenciais para a organização do plano de emergência, sobre peculiaridades do funcionamento do bairro, seus esquemas de trânsito, possíveis rotas de fuga, dependem da cooperação dos moradores. Para tanto, contar com os diferentes tipos de lideranças (clubes, igrejas, associações de moradores, pais e mestres, etc.) será essencial, já que nem sempre as pessoas confiam no governo ou nas empresas.

De outro lado, sendo mais fácil no início mobilizar os representantes das instituições, isso não significa necessariamente um caminho tranquilo para construir a cooperação futura com esses segmentos. Há um desafio inicial importante, justamente passar a proposta do APELL, cujo cerne está no fornecimento da informação, de forma bem organizada e franca, para o público. Isso não faz parte do repertório usual de equipes de empresas ou de governos. As equipes de Defesa Civil, quando já existem, têm a cultura técnica dos planos de emergência executados pelos especialistas, e podem ter alguma dificuldade na lide com os grupos de leigos.

A etapa de *desenvolvimento da conscientização da população* é um convite à criatividade e à busca de conhecimentos sobre metodologias participativas. Palestras em escolas e associações, gincanas, apresentação de vídeos ou peças de teatro, muitas podem ser as estratégias de comunicação com o público, que serão bastante facilitadas se o grupo coordenador contar com apoio especializado em comunicação de riscos.

O *desenvolvimento do plano de emergência* é outra peça obviamente estratégica, já que é para conhecer e participar nesse plano que se espera conquistar e atrair a comunidade.

Conhecer a pior hipótese de acidente; delimitar o raio de abrangência do cenário de conseqüências; estabelecer o tempo de que se disporá a partir do momento em que um possível acidente evolua para a necessidade preventiva da evacuação da população; definir como será dado o alarme; estabelecer os pontos de encontro para onde os moradores deverão se dirigir; os abrigos para onde deverão ser transferidos; estruturar as equipes de isolamento, monitoramento, combate à emergência, saúde, cadastramento, socorro, etc. A consistência do plano de emergência, que aparecerá nos treinamentos, será essencial para que a comunidade participe, levando a sério as tarefas e respeitando a iniciativa.

A fundação do processo APELL demanda uma hábil estratégia de convencimento por parte dos agentes promotores. Embora as instituições reajam positivamente a uma iniciativa que promoverá maior segurança ambiental, surgem obstáculos ligados a alguns aspectos recorrentes na realidade brasileira.

A abertura de informações sobre os riscos traz temor aos dirigentes de empresas e de agências governamentais, um temor que se agrava com a dificuldade de lidar com o desafio complexo que é organizar um processo competente de comunicação dos riscos.

A estruturação de um grupo coordenador multi-institucional, incluindo grupos da comunidade, sai do padrão mais corriqueiro do uso do *comando*, e implica no estabelecimento de *coordenação* horizontal. O desafio da construção da cooperação, tomando-se as decisões por consenso, pode trazer novos tipos de dificuldades.

O horizonte da abertura da informação sobre o gerenciamento dos riscos abre a perspectiva de novas demandas de participação do público nos processos decisórios da política ambiental, já que os níveis de riscos são controlados por meio dos processos de licenciamento. Mais uma vez, esse passo democratizador ganha ares de um novo desafio para os gestores.

Nesse trabalho, dedicamos maior atenção ao exame das dificuldades de estruturar um bom trabalho de comunicação dos riscos, pois encerra diferentes dimensões da complexa tarefa de construir relações de confiança e cooperação ao mesmo tempo em que se informa o público sobre a convivência com perigos que talvez estivessem inadvertidos para muitos.

Orientações da comunicação de riscos

Comunicação de riscos é o processo de comunicar sobre riscos à saúde, ao meio ambiente natural e urbano e à segurança da população. No caso de uma instalação perigosa, vários procedimentos de segurança são exigidos para que seja autorizado o seu funcionamento. No entanto, em caso de acidentes que especialistas buscam evitar, mas admitem que possam acontecer, a população que reside no entorno e os trabalhadores da instalação podem ficar expostos a produtos que causem danos. Quanto mais informações e conhecimentos tiverem essas pessoas, mais provavelmente elas saberão se proteger. (SANTOS, 1990).

A conscientização depende da informação e a comunicação de riscos é a base para a preparação das respostas a acidentes. A população depende da comunicação para saber os tipos de acidentes que podem ocorrer numa instalação perigosa, suas conseqüências e que atitudes tomar no caso de uma emergência. A comunicação prévia estabelece parâmetros para o caso de uma emergência. A comunicação no momento da crise orienta a população sobre as medidas a serem tomadas para sua proteção. (DE MARCHI, 2002; SANTOS, 1990).

Comunicar riscos é uma via de mão dupla, envolve escuta ativa, não só o discurso. Para existir e ser eficaz, ela envolve cooperação e ações conjuntas. Se o comunicador se coloca como sujeito da ação e encara o público como objeto dessa ação, determinando o que ele deve saber e como deve proceder, a comunicação de riscos não acontece. (SANTOS, 1990).

A falta de informação, o despreparo da população que vive no entorno de uma instalação industrial, é também um fator que aumenta o risco de acidentes e piora as condições de atendimento em casos de tragédias. Saber o que acontece e ter o poder de participar das decisões é, para Sevá (1985), uma maneira da população manter o controle de suas vidas.

A comunicação de riscos é um recurso para divulgar informações constantes em um Estudo de Análise de Riscos para o público leigo, mas seu objetivo não é explicar os fatos usando uma linguagem simples e não-alarmante. A comunicação de riscos visa fornecer informações suficientes para que as pessoas compreendam os aspectos técnicos dos riscos a que estão expostas e possam decidir sobre esses riscos. (SANTOS, 1990).

Essa comunicação não está focada apenas na mensagem, ela envolve estar atento aos valores, atitudes, opiniões e temores do público a quem se destina. Por isso, ser ativo e ter compromisso com o diálogo são pontos importantes para quem vai realizar essa tarefa. (SANTOS e FOLWARKOW, 1991). Para Sandman (1997, p. iii): “Aprender a ouvir melhor é muito mais central para a comunicação dos riscos que aprender a explicar melhor”.

O público ao qual a comunicação de riscos se dirige pode ser homogêneo, mas na maioria das vezes é heterogêneo, podendo ser um grupo com enorme variedade de tipos de pessoas, com preocupações e demandas diferenciadas. (SANDMAN, 1997).

O propósito da comunicação de riscos também pode ser diversificado, como seu público. Em determinadas situações é preciso alertar o público apático, motivá-lo à ação. Em outras, é preciso acalmar o público alarmado, informando e buscando a construção de um consenso, mostrando a ele que não há razão para preocupação. (SANDMAN, 1997; SANTOS, 1990).

O papel da percepção de risco

A busca de alertar a população ou acalmá-la sobre um risco, leva ao entendimento de que a percepção dos riscos nem sempre é compartilhada por especialistas e público leigo, e a tentativa de mudar a percepção do público sem procurar entender o que esse considera importante torna inúteis os esforços de comunicação dos riscos. (SANTOS, 1990; SANDMAN, 1997; SLOVIC, 2004).

Diferentemente dos especialistas, que são tecnologicamente sofisticados e empregam a avaliação dos riscos para determinar o perigo, a maioria da população usa apenas sua intuição. É uma percepção imprecisa. São julgamentos feitos com o que conhecem ou já ouviram falar sobre riscos, influenciados pela memória de eventos passados e da imaginação de eventos futuros. São experiências vindas através da mídia, que noticia toda sorte de contratempos e ameaças que ocorrem no planeta. (SLOVIC, 2004).

Numa controvérsia sobre risco, os especialistas têm a tendência de querer explicar que o perigo é pequeno, sem reconhecer que é necessário entender o porquê da revolta e sem tomar providências para reduzi-la. O problema é agravado pelo fato da revolta – justificável – normalmente ser considerada uma visão descabida do perigo. (SANDMAN, 1997).

Os especialistas avaliam um risco de acordo com o número de pessoas que podem morrer ou ficar doentes em decorrência de um evento. As pessoas que estão expostas ao risco consideram um espectro mais amplo de fatores, não apenas baseado nos dados técnicos, mas definidos por seus valores, conhecimentos e preocupações. (HANCE; CHESS; SANDMAN, 1990).

Para melhor explicar a razão pela qual o risco que assusta o público é considerado irrisório pelos especialistas, Peter Sandman criou a equação onde risco é o resultado da soma de perigo, numa concepção sua muito particular, e revolta:

$$\text{Risco} = \text{Perigo} + \text{Revolta}$$

Como já citado, o conceito correto de *Risco* é a probabilidade de ocorrer um evento multiplicado pela magnitude de suas conseqüências. No entanto, como o público e os especialistas entendem o risco de maneiras diferentes, Sandman transferiu, em sua equação, esse conceito para *Perigo*, e chamou de *Revolta* tudo aquilo com o qual o público se preocupa e os especialistas desprezam. (SANDMAN, 1997).

Normalmente, o público percebe de forma ‘incorreta’ o perigo tanto quanto os especialistas percebem de forma ‘incorreta’ a revolta. Na verdade, o erro está na pouca importância que o público dá ao perigo e os especialistas dão à revolta. Na comunicação de riscos, se não houver um enfoque correto a respeito do que o público percebe como risco, ela será ineficaz. Inevitavelmente, o desprezo pelas preocupações do público terá uma influência negativa no processo de comunicação. (SANTOS, 1990; SANDMAN, 1997).

A experiência de São Sebastião

Em São Sebastião, município situado no litoral norte de São Paulo, está instalado o Terminal Marítimo Almirante Barroso (TEBAR), da Petrobrás, o maior terminal de petróleo da América do Sul. Cercado por áreas residenciais e comerciais, tendo a Serra do Mar aos fundos, o TEBAR foi, ao longo dos anos, desde que entrou em operação em 1969, responsável por diversos desastres ambientais na região. Em 15 anos, de 1974 a 1999, foram contabilizados 220 acidentes ambientais em decorrência das atividades do terminal. (POFFO, 2000).

Dois desses acidentes causaram pânico na população que, sem orientação adequada, procedeu de modo a piorar as conseqüências dos acidentes. O primeiro foi em 20 de abril de 1977, com o navio petroleiro Cairu. O rompimento de um cabo de amarra levou à colisão do navio com o píer sul do Terminal Marítimo Almirante Barroso, causando o vazamento e o incêndio de óleo no

mar. Um tripulante morreu, pois, assustado se jogou no mar. A população, também com medo, tentou fugir para o Vale do Paraíba. A falta de informação sobre como proceder e o receio de que o fogo se espalhasse fez com que os moradores dirigissem na contramão e por cima das calçadas, passando próximo ao local do incêndio. Foi um verdadeiro caos. (FOLHA DE SÃO PAULO, 1977).

Em 4 de junho de 1984, o vazamento de óleo cru de um tanque do TEBAR atingiu o Córrego do Outeiro, que nasce na Serra do Mar, corta o terminal e atravessa a cidade. No trajeto, passa ao lado de uma creche municipal, de uma escola, de um posto de combustível, de moradias e do único hospital público da cidade. O óleo pegou fogo, levantando labaredas de até 20 metros de altura. Mais uma vez, a população foi tomada pelo pânico e, mais uma vez procedeu de forma desorganizada. O acidente resultou em uma pessoa com queimaduras graves, mas o medo da população fez com que uma parturiente fugisse do hospital com seu bebê recém-nascido; uma senhora, com a perna engessada pulou um muro de dois metros de altura, centenas de pessoas foram hospitalizadas com crises nervosas. (NERY, 1984).

Um plano de emergência que envolvesse a população se mostrou necessário. Em 1992, houve a primeira proposta da prefeitura para a Petrobrás. Em 1999, o trabalho teve início com a discussão do Plano de Ação de Emergência para efeitos externos ao Terminal. A implementação do Processo APELL em São Sebastião foi resultado do trabalho conjunto da Prefeitura Municipal, Petrobrás e comunidade, com a colaboração e a participação de vários departamentos da prefeitura, Defesa Civil Estadual, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), Movimento de Preservação de São Sebastião (MOPRESS). (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a).

O Plano de Alerta e Preparação de Comunidades para Emergências Locais (APELL), elaborado pelo Departamento de Meio Ambiente e Indústria do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) foi escolhido como metodologia para a conscientização da comunidade que residia, trabalhava ou transitava no entorno da Petrobrás. Isso porque essa metodologia baseia-se na democratização do acesso às informações, garantindo à comunidade o direito de participação nas decisões sobre prevenção dos riscos e sobre os planos de emergência. (ABIQUIM, 1990).

A elaboração do processo para São Sebastião contou com a participação de funcionários da Petrobrás; funcionários de diversas secretarias e órgãos municipais como Educação, Saúde,

Meio Ambiente, Defesa Civil e Departamento de Tráfego; Polícia Militar; Corpo de Bombeiros; ambientalistas e num segundo momento, a mídia local. (CUNHA, 2008).

Os moradores das áreas consideradas de risco tiveram acesso às informações sobre o terminal, no início, através de palestras ministradas em escolas e associações de bairro por representantes da Defesa Civil Municipal e do engenheiro Artur Carlos de Vasconcelos Neto, da Gerência de Segurança, Saúde e Meio Ambiente da Petrobrás. As informações passadas eram duas: “do risco em si do terminal, mas também das providências que estavam sendo tomadas”. (CUNHA, 2008).

Para o desenvolvimento do Plano de Ação de Emergência local, foi delimitada a área considerada de risco, que foi identificada e dividida em cinco setores; cada um desses setores recebeu um número, um ponto de encontro específico para os moradores e trabalhadores da respectiva área, e um abrigo designado. (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a).

Ponto de encontro, como o próprio nome diz, é o local pré-determinado pelo Plano de Ação de Emergência para onde as pessoas que se encontram na área de risco devem se locomover para que possam ser transportadas para um abrigo (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a). *Abrigo*, no caso do plano de ação de emergência, é o local fora da área de risco onde pessoas removidas de suas residências possam permanecer até o restabelecimento da segurança na área atingida. Esses locais devem possibilitar o alojamento separado de homens e mulheres, possuir área para refeitório, ter higiene e segurança. No Processo APELL implementado em 2000, a responsabilidade pelo suprimento de alimentação e necessidades materiais, manutenção e cadastro das pessoas nos abrigos era do Departamento de Educação, da Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Social, da Secretaria de Esportes e Cultura e do Fundo social de Solidariedade. (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a).

Naquele momento, as áreas de risco atingiam, predominantemente, zonas residenciais. Em uma dessas áreas, designada Vila Amélia I, estava a sede da delegacia de polícia que fazia papel de cadeia pública, duas escolas privadas, cinco escolas públicas e várias residências de veranistas, realidades que criaram um desafio. O número de turistas que vêm para essa área durante a temporada de férias é desconhecido e fazer com que tomassem conhecimento do APELL era bastante complexo ou quase impossível. (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a).

No ano 2006, a cadeia pública foi desativada. Rodoviária, órgãos de administração pública, escolas públicas e privadas, uma faculdade, residências fixas e de veranistas, e estabelecimentos comerciais continuam na área delimitada como sendo de risco, mas a Defesa Civil, segundo seu coordenador, em 2008, não possui um estudo sobre tipo e quantidade de estabelecimentos comerciais e de ensino, número de moradores, nem quantas pessoas transitam pela área diariamente. (CUNHA, 2008).

A área de risco acompanha os limites da instalação da Petrobrás que é composta por três glebas. Essas glebas fazem vizinhança com parte do centro da cidade e mais três bairros ou parte deles. O bairro do Porto Grande, ao norte, apesar de possuir um pequeno comércio, escolas pública e privada, e posto de combustível, é predominantemente residencial. O bairro da Vila Amélia fica no centro das três áreas terrestres do terminal. A região tem também muitas residências, escolas públicas e particulares, posto de combustível, rodoviária e delegacia de polícia. (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a).

A Vila Amélia, em pesquisa realizada nos meses de outubro e novembro de 2000, apareceu como o bairro mais populoso, com maior número de escolas, maior concentração de idosos (mais de 60 anos) e de deficientes físicos. É também a área com maior população flutuante. No ano 2000, 6148 pessoas residentes em outros locais, entre estudantes e trabalhadores, circulavam pela região durante o dia. Esse número representava quase o dobro da população fixa. Esse é um bairro de grande extensão, razão pela qual, para efeito de procedimentos de emergência, foi dividido em duas áreas, Vila Amélia I e II (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a).

A região do centro da cidade, conhecida como Vila Galvão, que fica em frente ao terminal, tem ocupação mista – residências, comércio, órgãos de administração pública e posto de combustível. O bairro da Topolândia, ao sul, é um bairro popular e tem parte das construções em região de encosta. É um bairro predominantemente residencial, mas com presença de comércio e escolas públicas. (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a).

O terminal faz limite também com a Serra do Mar. A encosta da Serra nessa região é, em sua maioria, área de preservação ambiental. A área próxima ao bairro da Topolândia possui vegetação rasteira, onde fica uma subestação da Companhia de Energia de São Paulo (CESP). Por

esse lado saem os oleodutos para Cubatão e para o planalto. (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a).

Toda essa região considerada de risco tem população bastante heterogênea no que diz respeito a fatores sócio-econômicos e culturais. Situação única, no que diz respeito às outras instalações da Petrobrás, que, fazem vizinhança com comunidades que possuem perfil sócio-econômico e cultural mais homogêneo. (CUNHA, 2008).

No ano 2000 foi realizado o primeiro treinamento de emergência com a comunidade local envolvendo todos os setores da área de risco em um mesmo momento. Entre a finalização do Plano de Ação de Emergência local e o dia da simulação de um grande acidente, muita coisa aconteceu. Uma rádio local, a Rádio Morada do Sol, foi convidada a participar da preparação da comunidade. Uma cartilha sobre como agir em situação de emergência, preparada pelo grupo de comunicação do Plano APELL foi editada e distribuída para todos os moradores e estudantes da área considerada de risco. Funcionários da Petrobrás e integrantes da Defesa Civil fizeram palestras nas escolas falando sobre as possibilidades de acidentes, suas conseqüências e da necessidade de se conhecer o plano de emergência. As palestras serviram para uma primeira aproximação da empresa com a comunidade. (CUNHA, 2008).

O processo todo aconteceu da seguinte maneira: através da cartilha, os moradores tomaram conhecimento da delimitação da área de risco e puderam identificar em qual setor sua residência estava inserida e qual seria seu ponto de encontro. Com essas informações, saberiam também para qual abrigo seriam levados, em caso de acidente. Assim, caso houvesse necessidade, cada morador já saberia de antemão para onde deveria se dirigir. Para pessoas com dificuldade de locomoção ou qualquer outro problema de saúde, previamente cadastradas, a defesa civil municipal seria responsável por providenciar a retirada. (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a).

Uma vez no ponto de encontro, um transporte providenciado pela prefeitura levaria essas pessoas para o abrigo. Para encontrar moradores, trabalhadores e estudantes do setor bastaria se dirigir para o abrigo, evitando assim uma busca desordenada pela cidade. (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a).

As equipes envolvidas na elaboração do Plano APELL tiveram a preocupação em elaborar textos objetivos e claros sobre os riscos e atitudes em caso de emergência. A cartilha instruída como agir em caso de emergência, quais os riscos que o terminal representa para a população, como saber o que está acontecendo e que procedimentos tomar no caso de um acidente; qual é o alarme dado quando o acidente representa uma ameaça externa; além de orientações como manter os documentos da família numa única pasta para poder carregá-la na necessidade de abandonar a residência. (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a).

É importante ressaltar que, uma vez dado o alarme de acidente, a orientação passada para a população é que ligue o rádio para saber qual a área pode ser afetada e deve ser evacuada. Os procedimentos de emergência dependem da localização do evento no terminal. O alarme não significa, necessariamente, um aviso de que toda a população da área de risco deva se encaminhar para o ponto de encontro, para que de lá possa ser transferida para um abrigo. (SÃO SEBASTIÃO, S/D).

Para fazer com que a população memorizasse essa cartilha, foi criada a gincana Dia do Alerta entre os moradores das áreas consideradas de risco. Durante uma semana, no período de 21 a 28 de setembro de 2000, as equipes puderam preparar suas tarefas, todas elas com a finalidade de memorização sobre os procedimentos corretos em caso de emergência. Entre os desafios da gincana estava levar o maior número de moradores ao ponto de encontro do bairro dentro de um tempo pré-estabelecido. As tarefas, realizadas em cada comunidade, foram acompanhadas por uma comissão julgadora. O momento final do evento aconteceu no ginásio esportivo municipal José de Souza Gringo, com apresentações de peças de teatro, jogral e banda da prefeitura. (CUNHA, 2004; ALENCAR, 2000a; CUNHA, 2008).

O exercício simulado do Dia do Alerta contou com a participação de todas as instituições como se fosse um acidente real. A proposta era checar o preparo e a eficiência das equipes envolvidas. Um organograma foi montado com atribuições de responsabilidades para cada participante, além de uma agenda com todos os contatos dos envolvidos na coordenação, nas ações para controle da situação de emergência, no contato com a imprensa, na remoção da população, no transporte para os abrigos, no fornecimento de alimentos e roupas, no resgate das vítimas, no atendimento médico e no suprimento de recursos específicos. (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a).

As instituições participantes colaboraram com a elaboração do plano, sugerindo ações em suas áreas de atuação e recebendo informações sobre o procedimento global. Atuaram no simulado Prefeitura Municipal de São Sebastião, Comissão Municipal de Defesa Civil, Dutos e Terminais do Centro-Oeste e São Paulo (DCTS), CETESB, Polícia Civil do Estado de São Paulo, Polícia Militar do Estado de São Paulo, Corpo de Bombeiros – 11 GI BB de São Sebastião, Hospital das Clínicas da Irmandade da Santa Casa Coração de Jesus, Associação dos Voluntários da Defesa Civil (AVDEC), Auto Viação São Sebastião, Desenvolvimento Rodoviário S.A. (DERSA), Empresa Bandeirante de Energia (EBE), Telefônica, SABESP, Federação de Amigos do Centro e da Costa Norte (FACENORTE), Federação Pró-Costa Atlântica, Sindicato dos Petroleiros do Estado de São Paulo (SINDIPETRO), Jornal Imprensa Livre, Rádio Morada do Sol (FM), Rádio Antena 1 (FM) e Rádio Oceânica (AM). (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000a).

A gincana teve grande participação da comunidade. No entanto, uma pesquisa contratada pela Prefeitura Municipal e pela Petrobrás, realizada ao longo de dois meses após o simulado, demonstrou que a maioria da população das áreas de risco ainda estava despreparada para uma situação de emergência provocada por um acidente na empresa e que, para essas pessoas o medo da presença do terminal petrolífero no centro da cidade era igual ao medo da violência. Outro resultado surpreendente da pesquisa foi a reação dos moradores da Vila Amélia. Eles, que sofreram o impacto mais forte do acidente ocorrido no córrego do Outeiro, em 1984, foram os que mostraram mais desinteresse em relação à segurança. (ALENCAR, 2000b).

Em resposta à divulgação dessa pesquisa pela imprensa, um morador da Vila Galvão, Antônio Domingos Ramos, foi à sede do jornal Imprensa Livre e mostrou o troféu conquistado pela participação na Gincana do Dia do Alerta. Ele atribuiu o resultado da pesquisa ao desinteresse da comunidade. (COSTA, 2000).

Para tornar permanentes os exercícios de alerta e preparação para acidentes ambientais, visando a constante conscientização da população que vive em área de risco, o prefeito municipal assinou o Decreto Municipal 2409/2000 (PREF. MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO, 2000b), instituindo o Dia do Alerta, todo terceiro sábado do mês de outubro.

Análise crítica sobre as estratégias de comunicação de riscos empregadas no APELL de São Sebastião

A implementação do Plano APELL São Sebastião teve pontos fortes e fracos. Como uma primeira experiência, analisando seu resultado, chega-se a conclusão que em termos de gerenciamento de riscos foi um grande avanço. Todos os passos do processo foram registrados, o Grupo Coordenador elaborou um Manual APELL São Sebastião para que os procedimentos realizados e informações levantadas não se perdessem com o final de um governo. A empresa doou computadores para a Defesa Civil para que os dados da comunidade fossem cadastrados e constantemente atualizados, como um plano de emergência exige. O Dia do Alerta estipulava, ao menos, um grande exercício simulado ao ano.

O ponto fraco mais significativo foi o fato do Grupo Coordenador não ter realizado uma avaliação sobre os erros e acertos da implantação do APELL. Seria preciso avaliar o processo e fazer adequações, se necessárias, para a plena eficácia do plano de emergência.

Analisando sob a óptica da teoria da comunicação de riscos, a execução do plano de emergência deixou a desejar em vários tópicos. A comunicação de risco não menciona a participação da comunidade na elaboração de um plano de emergência, mas evidencia que, uma vez determinadas as metas e os objetivos da comunicação, é preciso conhecer o público ao qual se direcionará as mensagens. A literatura de comunicação de riscos ressalta a importância desse ponto para que ela seja estabelecida.

Para conhecer esse público é preciso fazer uma pesquisa sobre seus temores e preocupações. Em São Sebastião, a Defesa Civil fez um levantamento sobre os habitantes dos diversos setores, além de mapear os estabelecimentos de ensino, comerciais e órgãos governamentais instalados na área. Com essa pesquisa foi possível saber, naquele momento, as residências onde deveria ter uma intervenção de agentes da Defesa Civil para transportar pessoas doentes, idosas ou com dificuldades de locomoção, audição ou visão. Mas o levantamento não procurou saber os medos e as preocupações da comunidade, nem a maneira como essa comunidade se informava.

A teoria da comunicação de riscos prevê também o teste das mensagens elaboradas e a seleção dos canais mais apropriados para atingir o público alvo. De alguma maneira, a equipe

responsável por colocar em prática o Plano APELL naquela cidade do litoral norte cumpriu essas duas exigências.

Através dos diversos exercícios simulados e da gincana, foi possível verificar que a mensagem passada tinha compreensão correta por parte da população. E os canais utilizados – rádio local, palestras e a cartilha – eram os que estavam disponíveis e ao alcance da equipe e se mostraram apropriados.

A falha nos procedimentos do grupo coordenador, que também estava responsável pela área de comunicação, foi não fazer uma avaliação do programa depois da realização da gincana. No entanto, é preciso lembrar que a gincana aconteceu em meados de outubro de 2000, e a gestão do governo municipal que havia levado adiante a proposta de implantar e executar um plano de emergência que contasse com a participação da comunidade encerrou-se no dia 31 de dezembro daquele ano.

A necessidade de composição entre Poder Público, empresa e comunidade para a existência do Plano APELL cria dificuldade quando muda a administração pública. Seria necessário que o gerenciamento de riscos fosse da comunidade para que o processo não sofresse interrupções.

A experiência do APELL São Sebastião é vista no meio especializado como uma referência em relação aos resultados obtidos quanto à mobilização da comunidade. Mesmo em países desenvolvidos, é especialmente difícil construir boas estratégias para gerar interesse e participação dos moradores, comerciantes e outros segmentos da população das áreas vizinhas a instalações perigosas. Combinam-se nesse trabalho objetivos diversos, como acalmar o público e ao mesmo tempo envolvê-lo em treinamentos para eventos que talvez nunca ocorram. Daí o reconhecimento da relevância de uma experiência que nos seus melhores momentos conseguiu trazer a participação de milhares de pessoas.

Nessa discussão final, buscamos realizar um cruzamento analítico entre os conceitos da literatura de comunicação de riscos e os passos concretos que foram dados no APELL São Sebastião. Dessa forma, são construídos subsídios para que experiências futuras de preparação de respostas a acidentes possam aprender com essa reflexão e avançar mais, obtendo resultados mais enraizados na consciência e na participação do público. Isso é tanto mais relevante quanto

se conhece as demandas por tais tipos de planos em uma realidade como a brasileira, em que são numerosas situações de fato a administrar, caracterizadas pela vizinhança próxima entre instalações perigosas e coletividades mantidas na ignorância sobre o risco a que estão submetidas.

O tema comporta novas explorações futuras, complementares e de aprofundamento, e aqui podem ser adiantadas algumas demandas e oportunidades nesse sentido. Pesquisas futuras podem buscar o entendimento de referências culturais dos diferentes grupos da população brasileira e como isso se traduz nas percepções do risco ambiental. Como se pode visualizar melhor na revisão da literatura, a questão das diferenças de percepção está na origem de sérias dificuldades no processo de comunicação. Abre-se um campo de conhecimento que combine contribuições de distintas especialidades, como a antropologia e a psicologia.

É importante aprofundar as análises sobre estratégias de cooperação para a prevenção de emergências ambientais. Na reconstrução da história do APELL em São Sebastião, torna-se evidente a existência de fatores de grande importância para a implantação e manutenção dos esquemas de defesa civil, tais como o combate à descontinuidade político-administrativa que gera o abandono de programas de conscientização e treinamento coletivo para enfrentar momentos de crise.

Igualmente importante é aprofundar as discussões sobre o papel da imprensa em relação ao alerta e conscientização da população. É desafiador entrar em sintonia com os órgãos da imprensa para que estes desenvolvam um papel de levar ao público a informação sobre o desenvolvimento de políticas em que é importante acompanhar e participar. Por vezes, esse papel esbarra na orientação básica que de forma simplificada pode ser traduzida no jargão “*good news, bad news*” – ou, “*boas notícias, más notícias*”. Não é notícia interessante, nessa ótica, informar que uma ação positiva está sendo empreendida pelo governo e as empresas, de forma a promover a adesão da comunidade.

Em certas regiões do país, aproveitar esses aprendizados e implantar processos cooperativos de preparação para emergências, como parte de políticas de gerenciamento dos riscos, é algo fundamental para reduzir a vulnerabilidade de certos grupos humanos. A rejeição experimentada por atividades econômicas que protagonizam catástrofes amplificadas pelo despreparo para dar respostas coletivas adequadas deve ser um alerta para governos e empresas.

Um negócio que ameaça os vizinhos provoca uma reação radical de defesa, por sua vez uma ameaça à continuidade daquela atividade econômica. Sem preparação dos diferentes segmentos sociais, o risco ambiental pode evoluir como um risco econômico e social.

Referências

ALENCAR, N. A gincana. **Imprensa Livre**, p. 3, 17 de outubro 2000.

ALENCAR, N. Pesquisa revela despreparo da comunidade sobre Plano APELL. **Imprensa Livre**, primeira página, 18 de novembro 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA E DE PRODUTOS DERIVADOS – ABIQUIM. **Manual APELL: alerta e preparação de comunidades para emergências locais**. São Paulo: ABIQUIM, 1990.

COSTA, L. Municípios x APELL. **Imprensa Livre**, Curtas, p. 2, 21 de novembro 2000.

CUNHA, I. Desafios para o gerenciamento de riscos ambientais na Baixada Santista. In: PERDICARIS, A. A. M.(org.). **Temas de saúde coletiva: desafios e perspectivas**. Santos: Editora Universitária Leopoldianum, 2004, p. 55-79.

CUNHA, R.D.S. **Avaliação da estratégia da comunicação de riscos ambientais na preparação do público para acidentes de grande porte: estudo de caso do Plano APELL em São Sebastião, SP**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação, Administração e Comunicação), Universidade São Marcos, 2008.

DE MARCHI, B. Comunicação e Informação de Riscos: a experiência da Comunidade Européia com os Grandes Acidentes Industriais. In: PORTO, M.F.S.; FREITAS, C.M. **Problemas Ambientais e Vulnerabilidade: abordagens integradoras para o campo da Saúde Pública**. Rio de Janeiro: CESTEH/ENSP/FIOCRUZ, 2002, p. 40-56.

FOLHA DE S. PAULO. A longa noite de pânico no porto. 21 de abril 1977.
Disponível em: <http://almanaque.folha.uol.com/cotidiano_21abr1977.htm>. Acesso em: 8 julho 2007.

HANCE, B.J.; CHESS, C.; SANDMAN, P.M. **Industry risk communication manual: improving dialogue with communities**. Boca Raton, FL: Lewis Publishers, 1990.

NERY, F. Protesto em São Sebastião. **Jornal da Tarde**, 6 de junho 1984, p. 26.

NERY, F. Fogo e pânico em São Sebastião. **Jornal da Tarde**, 6 de junho 1984, p. 13.

POFFO, I.R.F. **Vazamentos de óleo no litoral norte de São Paulo: análise histórica (1974 a 1999)**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental). Universidade de São Paulo, 2000.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO. Comissão Municipal de Defesa Civil. **Manual APELL São Sebastião**. São Sebastião, 2000a.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO SEBASTIÃO. **Decreto Municipal 2409/2000**. São Sebastião, 27 de junho de 2000b.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **United Nation Publication**, nº E88.III.D.3, Paris, 1988.

SANDMAN, P.M. **Responding to community outrage**: strategies for effective risk communication. 4. ed. Fairfax, VA: American Industrial Hygiene Association, 1997.

SANTOS, S.L. Developing a risk communication strategy. **Journal AWWA**, Denver, CO, november 1990, p. 45-49.

SANTOS, S.L.; FOLWARKOW, S. Are you at risk? **Petroleum Today**, Cairo, v. 2, n. 1, 1991

SEVÁ, O. Tragédias Industriais, uma questão política. **Lua Nova – Cultura e Política**, São Paulo, v. 2, n 1, p. 42-45, abril-junho/1985.

SLOVIC, P. Perception of risk. In: SLOVIC, P. **The perception of risk**. 4. ed. London: Earthscan Publications, 2004, p. 220-231.

SÃO SEBASTIÃO. Comissão Municipal de Defesa Civil. **Cartilha São Sebastião Alerta**. Como agir na emergência. São Sebastião, editado pela prefeitura municipal, s/d.

Sobre os autores:

¹Antônio Carlos Rossin

Professor Doutor do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Contato: acrossin@usp.br

²Icaro Aronovich da Cunha

Professor Doutor do Mestrado em Gestão de Negócios da Universidade Católica de Santos.

Contato: icarocunha@unisantos.br

³Raquel Dalledone Siqueira da Cunha

Pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Gestão na Costa, Portos e Sustentabilidade (GPGA) da Universidade Católica de Santos.

Contato: raqueldalledonesiqueira@gmail.com

MUDANÇAS AMBIENTAIS NA INTERFACE FLORESTA-CIDADE E RISCOS ASSOCIADOS: UMA ANÁLISE A PARTIR DOS SISTEMAS DISSIPATIVOS

Adriano Severo Figueiró¹

Disse Kublai Kan: - É tudo inútil, se o último porto só pode ser a cidade infernal, que está lá no fundo e que nos suga num vórtice cada vez mais estreito.
E responde Marco Pólo: - O inferno dos vivos não é algo que será; se existe, é aquele que já está aqui, o inferno no qual vivemos todos os dias, que formamos estando juntos. Existem duas maneiras de não sofrer. A primeira é fácil para a maioria das pessoas: aceitar o inferno e tornar-se parte deste até o ponto de deixar de percebê-lo. A segunda é arriscada e exige atenção e aprendizagem contínuas: tentar saber reconhecer quem e o quê, no meio do inferno, não é inferno, e preservá-lo e abrir espaço. (CALVINO, 1991).

Por mais de um século, a “monocultura da eficiência capitalista” (SOUSA SANTOS, 2002) tem se aperfeiçoado na implementação de uma lógica de crescimento e organização urbana cujos resultados nos têm levado à inevitável conclusão de que tal racionalidade representa uma empresa falida diante da sociedade de risco em que estamos vivendo. (BECK, 1997).

Enquanto a crise urbana produzida pela modernidade clássica podia ser resolvida por medidas técnicas que abstraíam o contexto socioeconômico, os riscos associados à crise urbana da atual modernidade líquida (BAUMAN, 2001) alcançam dimensões muito mais amplas, com o envolvimento de aspectos socioambientais que requerem, necessariamente, uma mudança na percepção sobre o espaço construído/vivido das grandes cidades. (NAREDO, 2000).

Parte desta mudança de percepção envolve a aprendizagem e incorporação no processo de gestão, de novas abordagens oriundas da física, da química, da biologia e das ciências computacionais, que nos permitam romper com a tradição mecanicista, linear e hierarquizada dos planejamentos centralizados que historicamente têm se orientado pela busca da produtividade do sistema e pelo tratamento do risco como uma externalidade. As ciências humanas, e a Geografia em particular, precisam ampliar o diálogo com as novas possibilidades teórico-metodológicas oferecidas pelos conceitos como complexidade, auto-organização, sistemas longe do equilíbrio, estruturas dissipativas, *stigmergia* e emergência (NUSSENZVEIG, 2003; JOHNSON, 2001). Não se trata, neste caso, de reduzir os sistemas socioambientais aos conceitos da dinâmica físico-química, mas sim de procurar entendê-los a partir de uma “metáfora termodinâmica”

(DUPUY, 1990; PATON, 1996) que permita evidenciar as articulações produzidas a partir da ocupação/transformação da natureza pelos grupos humanos.

Neste sentido, problematizar o processo de gestão de riscos a partir da noção de sistemas dissipativos, aqui discutidos com base na contribuição de Ilya Prigogine e colaboradores (PRIGOGINE; STENGERS, 1997), nos oferece uma importante contribuição para repensar a idéia de sustentabilidade em áreas urbanas a partir de um novo patamar de organização espacial, em que as estruturas estejam à serviço das funcionalidades. Tal desafio envolve não apenas uma mudança profunda nos processos de gestão, como também uma necessária revisão crítica dos paradigmas que continuam a orientar os processos de formação de técnicos e gestores, por meio da seleção, produção e socialização de conhecimentos nas universidades.

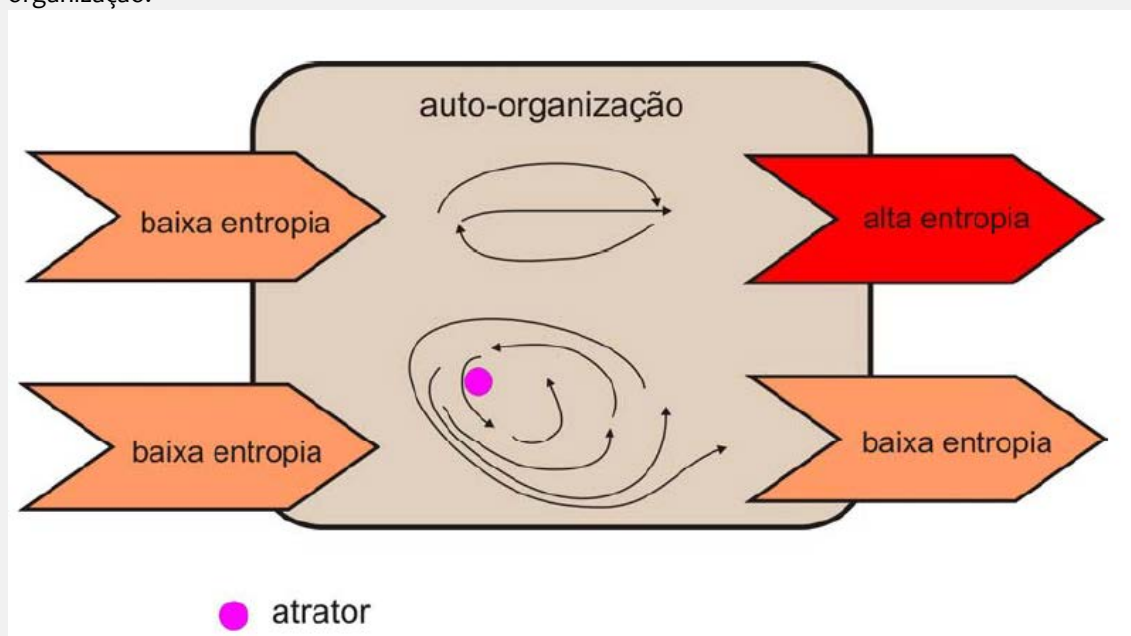
Novos pressupostos para o entendimento de sistemas longe do equilíbrio

A contribuição da "*Teoria das Estruturas Dissipativas*" desenvolvida por Prigogine (1997) na década de 1970, nos mostra como a capacidade de organização de um sistema pode se dar a partir da desordem (entropia), e não apesar dela. Em outras palavras, pode-se afirmar que os sistemas abertos (como no caso dos sistemas urbanos) são afetados por perturbações (flutuações de energia), devido aos diferentes níveis de interação com o meio.

Estes sistemas onde a energia não é conservada (sistemas dissipativos) estão permanentemente reajustando as ligações e ordens de grandezas dos subsistemas que os compõe, exigindo, para tal, a entrada de energia livre a partir de fontes externas com entropia mais baixa que a do próprio sistema. (GUEMES et al., 1998).

Este constante aporte de energia livre nos sistemas dissipativos do planeta, em especial nos sistemas socioambientais, permite que os mesmos a utilizem para o seu processo de organização interna, mantendo-se fora do equilíbrio e transferindo a entropia gerada neste processo de organização para o exterior (figura 1). Na ausência destas fontes externas com baixa energia livre, os sistemas dissipativos tendem ao estado de equilíbrio, com máxima energia interna e tendendo à homogeneidade. (BOLÓS Y CAPDEVILA, 1992).

Figura 1: Variação na dinâmica de energia livre em sistemas dissipativos, em função do padrão de auto-organização.



Fonte: Adaptado de Hofkirchner (1999).

As estruturas existentes no interior do sistema, que entram em contato com a energia ingressante, funcionam como estruturas capazes de dissipar a entropia por meio do que se denomina auto-organização (PRIGOGINE, 1997), ou seja, a “organização” da energia a partir das interações entre os componentes do sistema, produzindo mudanças na estrutura do próprio sistema. Para Silva Neto (2008, p.17), “os processos de organização dos sistemas ecológicos e sociais são, essencialmente, processos de auto-organização”.

Esses processos regulam a dissipação da energia, os estágios de mudança no sistema e a exportação de entropia. Em sistemas de alta complexidade como são os socioambientais, a presença de certas condições (materiais ou não) pode servir para atrair e organizar os processos de interação e troca de energia entre os componentes do sistema, aumentando seu nível de organização interna e reduzindo a desordem da energia exportada. A estas condições que aumentam o nível de informação termodinâmica, dá-se o nome de “atratores”.(PRIGOGINE; STENGERS, 1997).

Tal organização surge a partir da desordem e não parece ser dirigida por leis físicas conhecidas. De alguma forma a ordem surge das múltiplas interações entre as unidades

componentes em uma dinâmica sinérgica, cujas leis ainda não são perfeitamente conhecidas pela ciência. Nicolis e Prigogine (1989) definem seis principais “pré-condições” capazes de regular o processo de auto-organização:

– **Abertura Termodinâmica:** O sistema deve ser um sistema aberto, capaz de estabelecer trocas de energia e/ou matéria com o seu ambiente, de forma que não se interrompa a entrada de energia livre a partir de uma fonte exterior.

– **Comportamento Dinâmico:** Nenhum sistema conseguirá evoluir na ausência de entropia, uma vez que o estabelecimento dos processos autoorganizativos impõe a necessidade de sugerir uma determinada “ordem” à energia desorganizada que circula dentro do sistema. Em outras palavras, o comportamento dinâmico do sistema pressupõe que a mudança resulta do estabelecimento da ordem, produzida a partir da desordem da energia.

– **Interação:** Esta é uma das pré-condições mais importantes no processo de auto-organização, uma vez que os níveis de complexidade e de estabilidade do sistema estão diretamente associados ao grau de interação entre os seus componentes.

– **Dinâmica Não-Linear:** As interações entre os componentes do sistema promovem laços de *feedback* ao longo do tempo, seja dentro do mesmo nível escalar (relações heterárquicas), seja entre níveis escalares distintos (relações hierárquicas).

– **Número de Componentes:** Considerando que o processo de autoorganização recai nas conexões, interações e laços de *feedback* entre os diferentes componentes do sistema, parece evidente que quanto maior o número de componentes, maior será o número de conexões, interações e, portanto, de capacidade de resiliência do sistema como um todo.

– **Comportamento independente da natureza dos componentes:** Tendo em vista que as propriedades auto-organizativas do sistema surgem, tal como já se comentou acima, das conexões e interações produzidas pelos componentes, é de supor que componentes de diferentes naturezas possam, conforme o “arranjo” interno do sistema, estabelecer interações semelhantes que, ao final, resultem em cenários muito próximos. Tal característica desafia a construção de “modelos” socioambientais mais flexíveis, capazes de desenvolverem funcionalidades semelhantes mesmo a partir de estruturas com natureza bastante diversa.

– **Emergência:** Representa uma variação na quantidade de informação termodinâmica presente dentro do sistema e produzida a partir da intensidade das interações, capaz de impelir a estrutura à mudança. É o produto da reorganização da energia, produzindo novas estruturas, materiais e/ou simbólicas. (QUEIRÓZ, 2007).

– **Efeitos em Múltiplas Escalas:** As propriedades emergentes do sistema provêm de interações que se processam em diferentes escalas de tempo e de espaço, de forma que, especialmente nos sistemas socioambientais, devemos “ver em cada escala de representação não apenas o que se revela, senão também o que se esconde” (SOUZA SANTOS, 2005), de forma a identificar as articulações que se processam entre os diferentes níveis escalares e, com isso, contribuir para a auto-organização destes sistemas. A articulação multiescalar está no cerne da

relação que se processa entre a parte e o todo, fazendo com que Morin (1991) proponha, para compreender esta articulação, o “princípio hologramático”, superando tanto o reducionismo (que não vê mais do que as partes) quanto o holismo (que não vê mais do que o todo). Pelo princípio proposto por Morin (1991), percebe-se que não apenas a parte está inserida no todo, como o todo se faz presente em cada uma das partes, o que nos permite construir uma visão que supere o holismo desconectado da realidade (quando o todo se sobrepõe às partes, desconsiderando sua capacidade de fazer frente ao comportamento global hegemônico) e, ao mesmo tempo, sem ficar refém da visão fragmentada das partes, que desconsidera a existência de uma dinâmica e de controles hierárquicos interescares.

Considerando que são estes processos de auto-organização que respondem pela capacidade evolutiva do sistema, podemos afirmar, com alguma segurança, que a entropia encerra um princípio dialético fundamental à manutenção da estabilidade: ao mesmo tempo em que representa uma medida do grau de desordem da energia no interior sistema, ela é condição e produto do seu equilíbrio, por meio da sua capacidade de auto-regulação termodinâmica. A esta capacidade, Wiener chamou de “homeostasia” (JOHNSON, 2001), designando a capacidade dos sistemas dissipativos regularem o seu ambiente interno por meio de múltiplos ajustes controlados pelos próprios componentes deste sistema.

Quando empregamos este conceito no estudo da paisagem, percebemos que o aumento da capacidade homeostática está de alguma forma relacionado à redução da “sensibilidade” em responder às flutuações de energia sofrida por esta paisagem, uma vez que:

A sensibilidade de uma paisagem á mudança é expressa como a probabilidade de que uma determinada mudança nos controles de um sistema produzirá uma resposta sensível, reconhecível e persistente. A questão envolve dois aspectos: a propensão à mudança e a capacidade do sistema em absorver a mudança. (BRUNSDEN; THORNES, 1979, p.54)

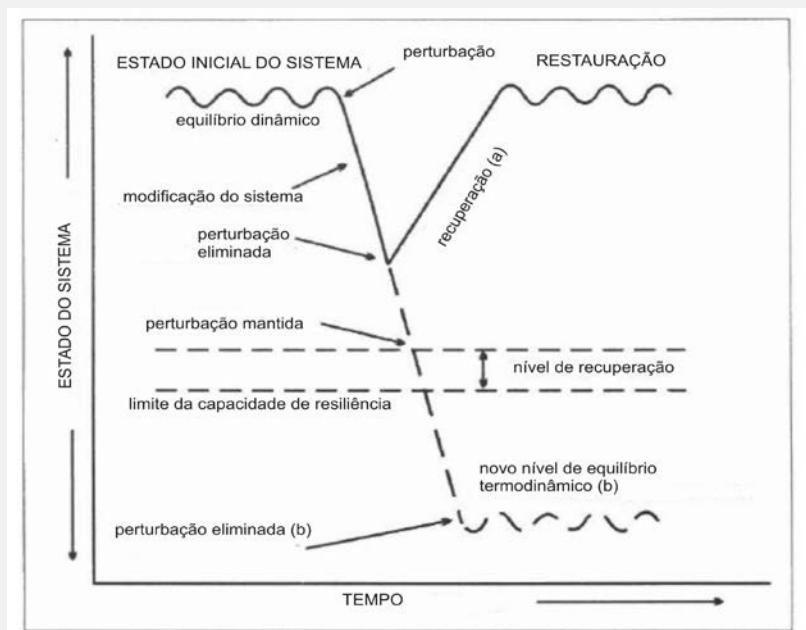
Diferentes modelos computacionais têm aparecido nas últimas décadas, buscando mapear a sensibilidade das paisagens a partir de indicadores que permitam a disposição das estruturas em resistir ou não às flutuações de energia no sistema, garantindo a manutenção da estabilidade termodinâmica ou desencadeando uma seqüência de mudanças estruturais até um novo patamar de equilíbrio.

A capacidade homeostática ou capacidade de recuperação e restauração da estrutura original do sistema submetido a certo nível de perturbação vai depender de uma série de mecanismos internos de defesa, capazes de atuar com certa eficiência antes que se rompa o

limite da capacidade de resiliência, a partir do qual o sistema busca estabelecer um novo nível de equilíbrio termodinâmico (ROMERO; JIMÉNEZ, 2002), por meio daquilo que Muñoz (1998) denomina de “passagem estrutural” (figura 2). Muñoz (1998) apresenta três possibilidades distintas de passagem estrutural:

- **Passagem Simples**, quando o sistema assume uma nova condição estrutural sem que aja possibilidade de retorno das condições originais, devido à ultrapassagem dos patamares de resiliência e à manutenção dos níveis de perturbação, como ocorre com a expansão dos sistemas socioambientais urbanos.
- **Passagem complexa**, que ocorre quando o sistema vai sofrendo uma degradação estrutural sistemática e não tão evidente, a partir de uma sucessão de perturbações de diferentes níveis. Transcorrido certo intervalo de tempo, o retorno dos sistemas com passagens estruturais complexas às condições originais também tende a ser inviável. Os processos que levam à degradação da relação solo-vegetação em vertentes florestadas, alterando o nível de funcionalidade destes sistemas tendem a compor esta passagem estrutural complexa, a qual normalmente acaba sendo sucedida por uma passagem simples, representada pela movimentação profunda de massa na vertente.
- **Passagem com inércia**. Este é o único tipo cuja mudança permanece acima do limite de resiliência do sistema, permitindo, portanto, que o mesmo retorne às condições estruturais originais tão logo o foco da perturbação desapareça. Sistemas que tenham passagem com inércia não estão ligados apenas a níveis mais superficiais de perturbação, mas, principalmente, a dinâmicas mais complexas de auto-organização, o que rebaixa em muito os patamares de recuperação homeostática. É exatamente esta a característica que nos permite afirmar que os sistemas socioambientais se afastam do comportamento determinístico-linear para se definirem em função do jogo de forças dialéticas que controla as mudanças de estado do sistema.

Figura 2: Reação de um sistema socioambiental a níveis de perturbação de diferentes intensidades



Fonte: Adaptado de Drew (1986).

Tal flexibilidade, segundo Rihani (2002) é condição indispensável ao seu processo evolutivo, uma vez que, para que os sistemas dissipativos possam evoluir, eles precisam, ao mesmo tempo, a instabilidade interna que lhe predispõe à mudança e a estabilidade (resiliência) que lhe permita absorver estas mudanças sem comprometer significativamente o seu processo de auto-organização.

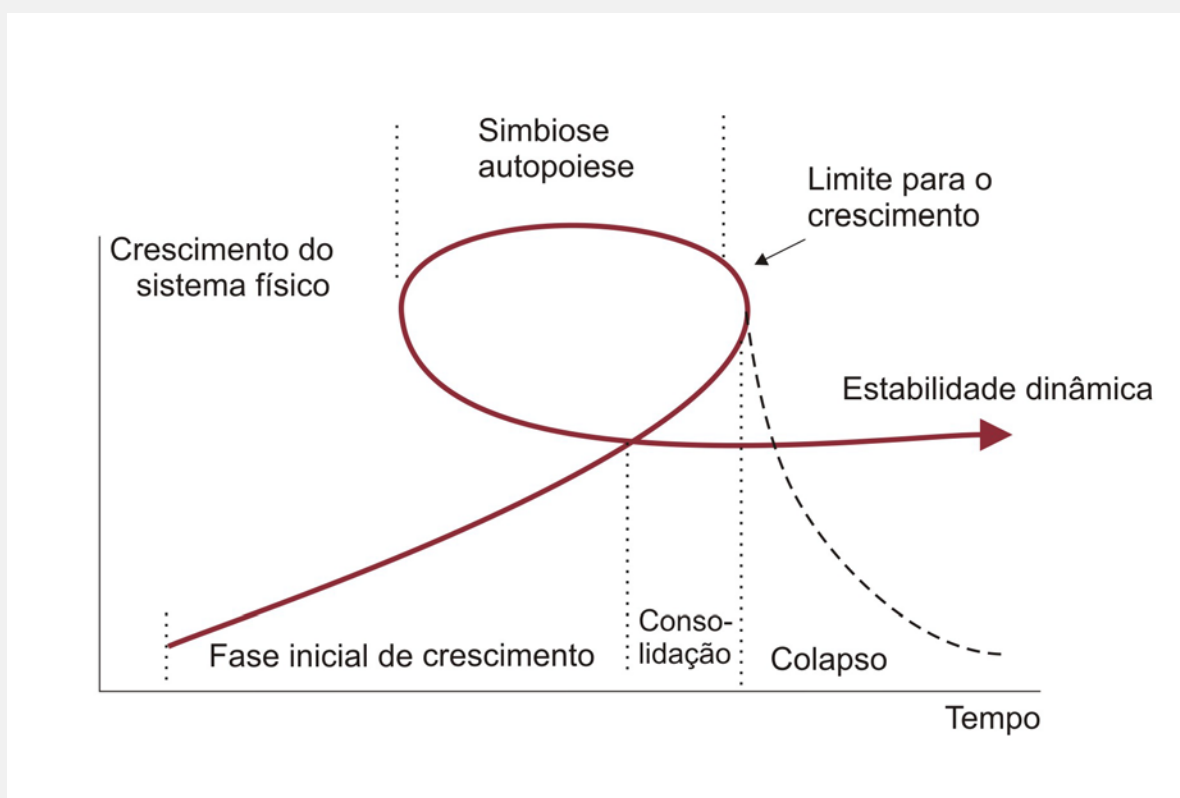
A cada nova perturbação, o sistema se depara com um “ponto de bifurcação” que antecipa a fronteira entre a manutenção da estabilidade a partir de um dado patamar (ordem por flutuação) ou a produção do caos que é gerada com a ruptura da informação termodinâmica (figura 3). Segundo Prigogine (1997), as “bifurcações” se constituem na principal característica dos sistemas complexos, uma vez que elas implicam na existência de uma indeterminação entre a estrutura e o estado do sistema.

Tais questões, como já nos referimos anteriormente, são perfeitamente aplicáveis à lógica urbana de crescimento e apropriação da natureza, já que, para Queiróz (2007), “podemos entender que os sistemas sociais sejam também eles, homeostáticos e neles a retroação desempenhe um papel importante na correcção de desequilíbrios” (p.75). Nesta mesma perspectiva, Stahel (1998) defende que “a vida se sustenta enquanto capacidade de manter a

estrutura frente à pressão e ao desgaste da entropia, da morte” (p.106). O autor defende que no contexto dos sistemas sociais, o modo capitalista de produção é insustentável frente à necessidade de busca do equilíbrio e da auto-regulação do sistema, uma vez que o ritmo de exploração dos recursos naturais está muito à frente da capacidade de renovação (homeostática) da natureza.

Uma importante contribuição ao entendimento desta capacidade de auto-regulação dos sistemas socioambientais vem do conceito de “Autopoiese” proposto por Humberto Maturana (MATURANA; VARELA, 2001). Este conceito parte da idéia de que a flexibilidade e a criatividade são princípios inerentes à informação celular de todos os seres vivos, dotando-os, desde a sua origem, da capacidade necessária para se adaptarem (*poiesis*=criação) às flutuações de energia e às mudanças dos patamares hierárquicos de organização.

Figura 3: O chamado “*looping* de sustentabilidade” define um ponto de bifurcação do sistema, cuja trajetória posterior será definida pelo jogo de forças que controlam as mudanças deste sistema.



Fonte: Adaptado de Margalef (1993).

Outra importante contribuição de Maturana para o entendimento do princípio auto-organizativo em sistemas socioambientais, sobre a qual nos debruçaremos mais adiante, refere-se à idéia de prevalência da cooperação sobre a competição. Para Maturana (2001), os componentes do sistema social, os indivíduos, operam a partir de dois domínios distintos e interconectados: um domínio representado pelo sistema interno fechado, representado pelo sistema nervoso e demais sistemas corporais, e um domínio aberto, relacional, definido pelas nossas interações, basicamente por meio da linguagem. Assim, se o que nos torna humanos é a linguagem, afirma o autor, e considerando que a linguagem não é compatível com o processo de competição, então a competição não pode ser constitutiva do ser humano, nem individual, nem socialmente falando. Em outras palavras, o autor defende que os primatas jamais teriam se humanizado em um ambiente predominantemente competitivo; pelo contrário, o que permitiu o desenvolvimento da linguagem foi o processo colaborativo. Quando projetamos esta informação do campo da filosofia para o campo da gestão socioambiental urbana, percebemos o enorme potencial que tais idéias representam para a consolidação de sistemas dissipativos auto-organizados com processos de gestão descentralizada.

Diante do que foi discutido até aqui, é possível perceber que a maior parte das mudanças estruturais desencadeadas por processos de risco em sistemas socioambientais ocorrem, especialmente, pela falta de um processo de gestão que leve em conta a complexidade da “hibridação” entre os processos sociais e a dinâmica da natureza. Nas palavras de Rodriguez (2005, p.6):

Com mais clareza se tem considerado a complexidade como uma propriedade emergente dos sistemas; como um atributo sistêmico. Neste caso, a complexidade é um enfoque se apóia na Teoria dos Sistemas, baseando-se em uma concepção dialética, partindo do princípio de que nada se define em si, senão que parte de contextos espaço-temporais, que formam processos conexos e integrados, aos quais se vinculam a matéria e o pensamento, a teoria e a prática, o corpo e a mente, a subjetividade e a objetividade.

A perda da funcionalidade e a “produção” de riscos ambientais em áreas urbanas

O sistema socioambiental urbano representa um “acúmulo de dimensões” (MONTEIRO, 2000), onde diferentes escalas de espaço e tempo precisam interagir no sentido da compreensão de uma realidade que é dinâmica e multifacetada, onde a estabilidade do sistema ambiental é comprometida por um alto grau de entropia intrínseca (PEREIRA, 2001). Tal fato gera um

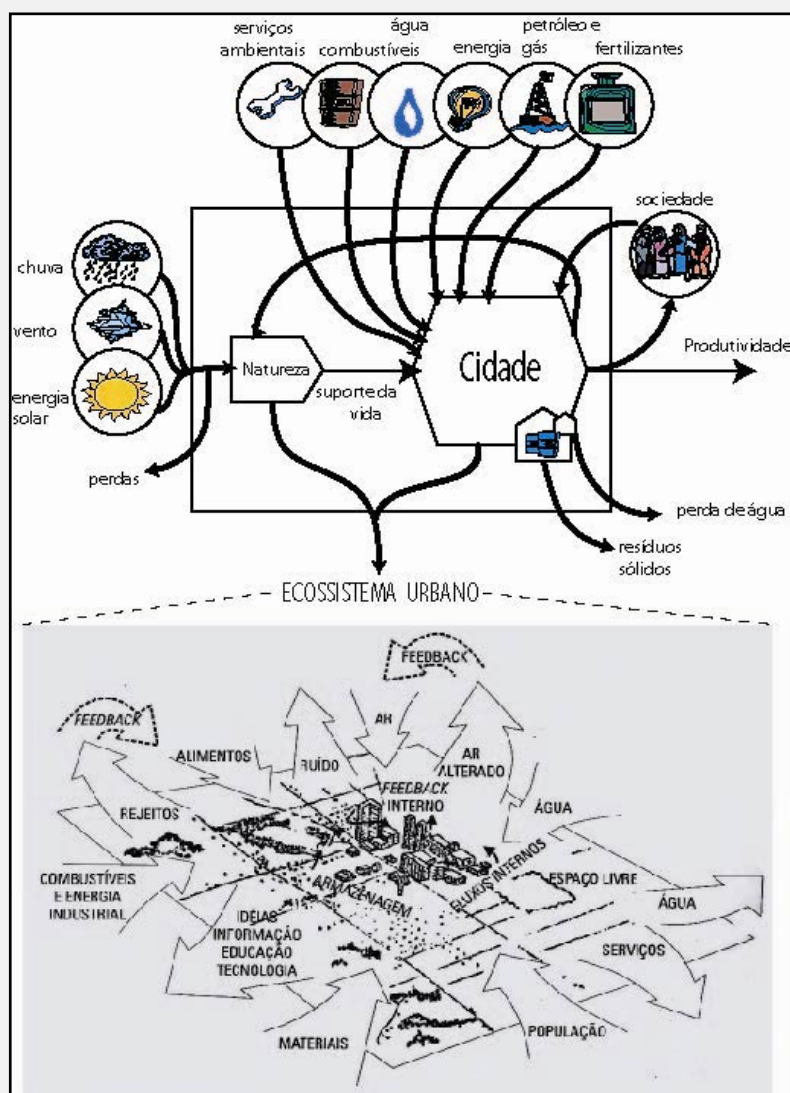
considerável aumento da sensibilidade ambiental destas áreas, como no caso dos sítios urbanos que se desenvolvem em vertentes úmidas florestadas.

Mesmo considerando as cidades como sistemas dissipativos longe do equilíbrio, não podemos esquecer que a entropia urbana tem uma natureza profundamente socioambiental, o que confere a estes sistemas um dos mais altos graus de complexidade no âmbito dos espaços apropriados pelo homem. Assim, em que pese a componente “natural” desta vulnerabilidade, o enfrentamento de questões desta natureza não pode desconsiderar a observação de Herculano et al. (2000, p.9), que afirma:

Embora esta vulnerabilidade, no sentido da exposição a riscos múltiplos, ingovernabilidade de situações críticas, rígida centralização dos sistemas produtivos, opacidade dos fatos, etc., seja uma característica essencial das sociedades industriais contemporâneas, no Brasil e em países similares ela se agrava, constituindo o fenômeno que se denominou de amplificação sociopolítica dos riscos.

Diante de tal complexidade, segundo Pickett et al. (2001), quando se combina, no estudo dos sistemas socioambientais urbanos, a abordagem do ecossistema humano e das estruturas construídas, uma das principais questões a serem avaliadas é justamente a influência dos padrões espaciais de uso do solo no controle dos fluxos de matéria e energia dentro deste sistema (figura 4).

Figura 4: Esquema de representação dos inputs e outputs presentes nos ecossistemas urbanos.



Fonte: Adaptado de Huang (1998); Huang et al. (2001) e Ribeiro (1998).

Para ilustrar o papel da sociedade na ampliação da vulnerabilidade em áreas urbanas, “produzindo” grande parte dos riscos que, em determinadas escalas de tempo tendem a desencadear desastres tidos como “naturais”, utilizaremos alguns casos já conhecidos na cidade do Rio de Janeiro. Esta cidade, seja pela grande dimensão dos processos, seja pela alta complexidade envolvida na interação com o quadro natural, nos permite ter uma visão mais clara da desorganização termodinâmica do sistema frente à ocupação do espaço.

O Rio de Janeiro entre as florestas e a entropia

Nossas preciosas matas vão desaparecendo, vítimas do fogo e do machado destruidor da ignorância e do egoísmo. Nossos montes e encostas vão-se escavando diariamente, e com o andar do tempo faltarão as chuvas

fecundantes que favoreçam a vegetação e alimentem nossas fontes e rios, sem o que o nosso belo Brasil, em menos de dois séculos, ficará reduzido aos paramos e desertos áridos da Líbia. Virá então este dia (dia terrível e fatal), em que a ultrajada natureza se ache vingada de tantos erros e crimes cometidos. (José Bonifácio de Andrada e Silva, Representação à Assembléia Constituinte e Legislativa do Império do Brasil sobre a escravidão, 1823).

A relação entre a devastação florestal e os problemas ambientais urbanos na cidade do Rio de Janeiro, já era por demais conhecida desde os tempos do Brasil Colônia, mas com a intensificação do cultivo cafeeiro e sua conseqüente degradação das terras, passou a causar sérias preocupações em determinados setores da intelectualidade da época.

Em 1858, Guilherme Capanema publicou um livro sobre a agricultura no Brasil, de onde já se observa uma correta compreensão acerca da funcionalidade hidrológica das áreas florestadas:

O corte das matas tem grande influência sobre as águas; com elas desaparecem as chuvas em parte, e mesmo estas quando caem não encontram mais um chão coberto de folhas, da camada de humo, e das fibras das raízes de árvores que impedem o seu correr na superfície de um chão compacto; ao contrário, obrigam a água a infiltrar-se no solo, assim alimentando os córregos e rios; também a sombra do arvoredo impede que os raios solares dardejem diretamente uma superfície despida, e façam evaporar a pouca água que ainda não teve tempo de penetrar a uma profundidade suficiente para subtrair-se a esta ação. (CAPANEMA apud PÁDUA, 2002, p. 209).

A preocupação do autor também se estendia às florestas de encosta, tal como ele se refere mais adiante:

Em montanhas íngremes, formadas de rochedos cobertos de tênue camada de terra, de maneira nenhuma se deve cortar o mato, porque nesses encontram-se as nascentes perto dos cimos e faltando a cobertura protetora secam as águas infalivelmente. Além disso, as fortes pancadas de chuvas lavam a pouca terra e vão entulhar os rios com bancos de areia, e as águas achando esse rápido escoamento dão causa a enchentes devastadoras. (CAPANEMA apud PÁDUA, 2002, p. 209)

Percebe-se claramente pelas transcrições acima, a percepção sistêmica que atravessa o texto de Guilherme Capanema, buscando chamar a atenção para os efeitos entrópicos advindos da mudança brusca da estrutura florestal. Desde 1565, quando se tem o registro do primeiro poço aberto por Estácio de Sá para o abastecimento da futura cidade, até a primeira metade do século XIX, a cidade do Rio de Janeiro contou com a mata atlântica para garantir a funcionalidade hidrológica do sistema de abastecimento de água. A expansão da ocupação urbana e cafeeira de

um lado, e a retração da cobertura florestal, por outro, alteraram profundamente o *feedback* do sistema hidrológico, comprometendo o sistema de abastecimento urbano e levando a cidade a uma bifurcação termodinâmica em meados do século XIX.

Ironicamente, o “*looping* da sustentabilidade” naquele momento, foi despertado pela exaustão dos solos e a conseqüente decadência da economia cafeeira nos arredores da capital, abrindo caminho para as iniciativas de recuperação e preservação das áreas de florestas na primeira metade do século XIX. Nas palavras de Abreu (1992, p.65), “(...) não se podia mais correr atrás de novos mananciais no maciço da Tijuca, se as próprias condições de existência dessas fontes não fossem garantidas”.

Segundo este mesmo autor, a seca de 1843 representou um marco decisivo para a instalação de medidas conservacionistas que visavam o restabelecimento das vazões das nascentes que iam progressivamente secando, frente ao processo de degradação promovido pelo café. Já em 1844, o governo imperial:

[...] mandou abastecer com novas plantações as matas existentes, que estão desfalcadas, e ampliá-las com outras artificiais, alternando nestas as árvores de pronto crescimento e de pouca duração, com as de grande duração e crescimento tardio, a fim de que, quando perecerem as primeiras, achem-se as segundas em estado de suprir a sua falta. (MINISTÉRIO DO IMPÉRIO apud ABREU, 1992, p.77).

Assim, entre 1862 e 1887, 95 mil mudas foram plantadas nos terrenos adquiridos pelo governo imperial, sob a coordenação do Major Archer. Estes lotes, somados às extensas áreas de lavoura abandonada, em processo de regeneração natural, deram origem a este ecossistema de floresta secundária que hoje ocupa as principais áreas montanhosas do Maciço da Tijuca.

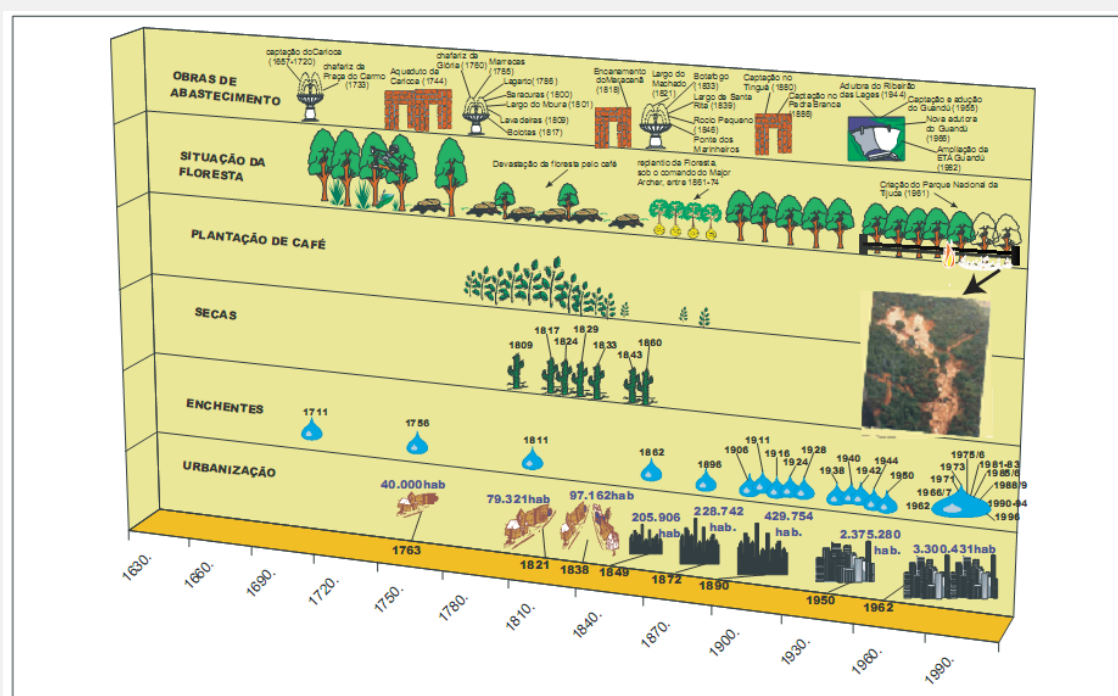
Tal iniciativa foi saudada por José de Alencar, em seu romance *Sonhos d'ouro*, publicado em 1872, ao afirmar: “o mesmo ‘homem civilizado’, que abateu os troncos gigantes para fazer carvão, agora que precisava de sombra para obter água, arroja-se a inventar uma selva, como se fosse um palácio”. (apud PÁDUA, 2002, p.225).

O resultado mais evidente desta dedicação foi o de que “[...] todas as nascentes de rios que foram cobertas com árvores verteram mais água ou permaneceram num nível mais estável”. (ARCHER apud DRUMMOND, 1997, p.226).

A “ligação” da cidade com a floresta foi parcialmente resgatada pelo retorno da funcionalidade hidrológica e das fontes locais de abastecimento, muito embora estas tenham sido progressivamente desativadas à medida que a cidade crescia. Podemos dizer, neste caso, que tal funcionalidade serviu como um “atrator estranho”, evidenciando que a sucessão de estados deste sistema dissipativo com comportamento caótico-determinista apresenta certa ordem, uma vez que os seus diferentes estados de degradação ou recuperação ficam confinados dentro de certos “ciclos-limites”, que definem trajetórias históricas mais ou menos definíveis.

Além disso, o grande crescimento da cidade do Rio de Janeiro ao longo do século XX, associado à ocupação das encostas, dá início a uma nova fase de degradação e retração florestal, tornando os desastres naturais um fenômeno recorrente do cotidiano da capital. Uma sistematização dos dados (figura 5) apresentados por Abreu (1992; 1997), Brandão (1992; 1997 e 2001) e Drummond (1997), permitem evidenciar esta questão de maneira bastante clara.

Figura 5: Sistematização dos principais marcos temporais da evolução urbana do Rio de Janeiro, presentes nos textos de Abreu (1992; 1997); Brandão (1992; 1997 e 2001) e Drummond (1997).



As áreas florestais e o seu entorno passam a ser, assim, a expressão das relações que determinam o nível de equilíbrio entre os elementos bióticos e abióticos da paisagem urbana, a partir da mediação da interferência antrópica, numa dimensão fractal que envolve diferentes

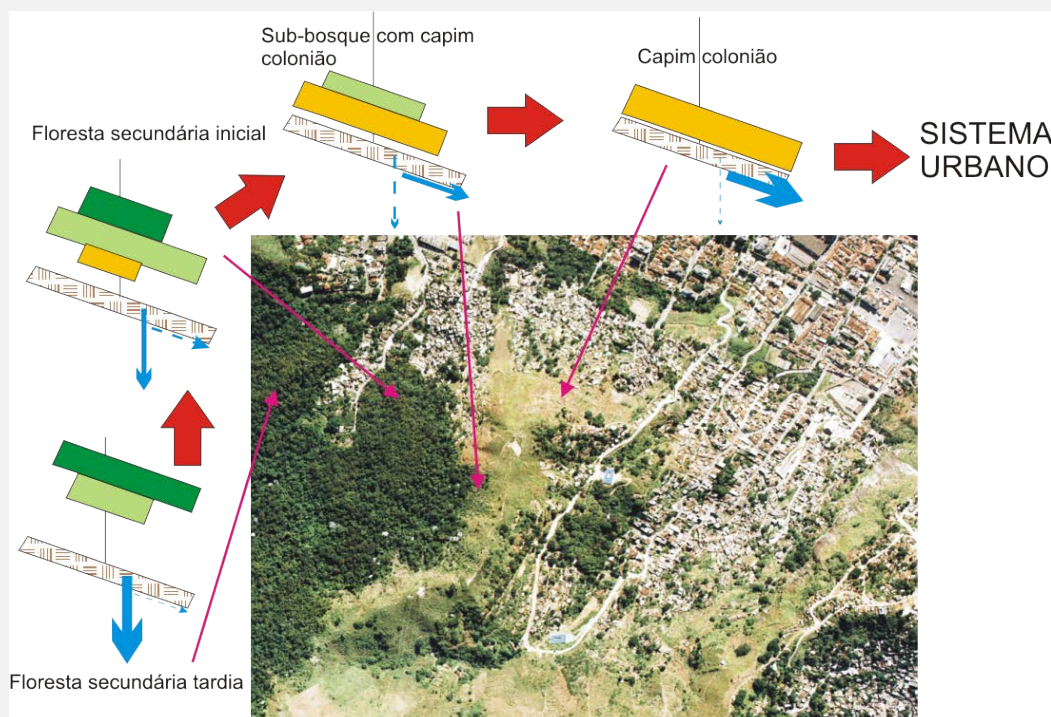
escalas de tamanho, intensidade e detalhamento. (FORMAN, 1995). Para Coelho Neto e Avelar (2007, p.60):

Enquanto as partes do sistema estiverem bem ajustadas entre si, as respostas hidrológicas e erosivas emitidas pela bacia aos diferentes impulsos de chuvas deverão manter uma certa proporcionalidade e o sistema se manterá estável. Porém, na medida em que ocorram mudanças externas ou internas do sistema de drenagem, numa tal ordem de magnitude que o sistema não consiga absorver e manter-se estável, então, ocorrerá um certo tempo de desajuste entre estes impulsos climáticos e as respostas hidrológicas da bacia.

Percebe-se pela citação acima, a importância de um dos elementos da estrutura (a vegetação) no controle da estabilidade do sistema. Segundo Amaral (1997), o maior número de escorregamentos na cidade do Rio de Janeiro ocorre em áreas onde a floresta é retirada e a encosta escavada para a instalação de favelas. Os dados apresentados por Fernandes (1998), correlacionando as áreas de favelas com as áreas de escorregamento, corroboram tal afirmação.

Não apenas no Rio de Janeiro, mas em todas as cidades que se desenvolvem à jusante de vertentes florestadas, como acontece ao longo da Serra do Mar, novas funções são agregadas ao sistema florestal, especialmente no que se refere à preservação das áreas de recarga e à manutenção da estabilidade das encostas. Todavia, esta funcionalidade tende a ser bastante alterada pelo processo de adensamento de ocupação das encostas, ao degradar a estrutura florestal em um primeiro momento e, em um segundo momento, substituí-la por áreas de capim ou áreas construídas (figura 6), configurando claramente uma “passagem estrutural complexa”, tal como definida por Muñoz (1998).

Figura 6: Esquema de pirâmides de vegetação demonstrando alguns “estágios-tipo” da passagem estrutural complexa que se dá desde a floresta secundária tardia até as áreas urbanizadas e impermeáveis em uma vertente da zona norte do Rio de Janeiro.



Estas áreas de gramíneas ficam mais vulneráveis à recorrência de fogo, o que conduz a uma progressiva degradação e morte das espécies arbóreas localizadas na transição floresta-capim, o que leva a uma perda na resistência dos solos em função do apodrecimento das raízes de ancoragem destes indivíduos, liberando os dutos anteriormente ocupados por estas raízes para a infiltração da água, promovendo um aumento da saturação do solo e aumento dos riscos de deslizamento (CORRÊA, 2004). Coelho Neto e Avelar (2007) lembram que em um evento pluviométrico intenso ocorrido em 1996, apenas 14% dos casos de deslizamento ocorreram em encostas recobertas por floresta conservada (estágio de clímax ou de sucessão secundária tardia), enquanto que 42% dos casos ocorreram em vertentes com vegetação florestal degradada e 43% sob cobertura de gramíneas.

Urbanização e variabilidade pluviométrica: laços de retroalimentação

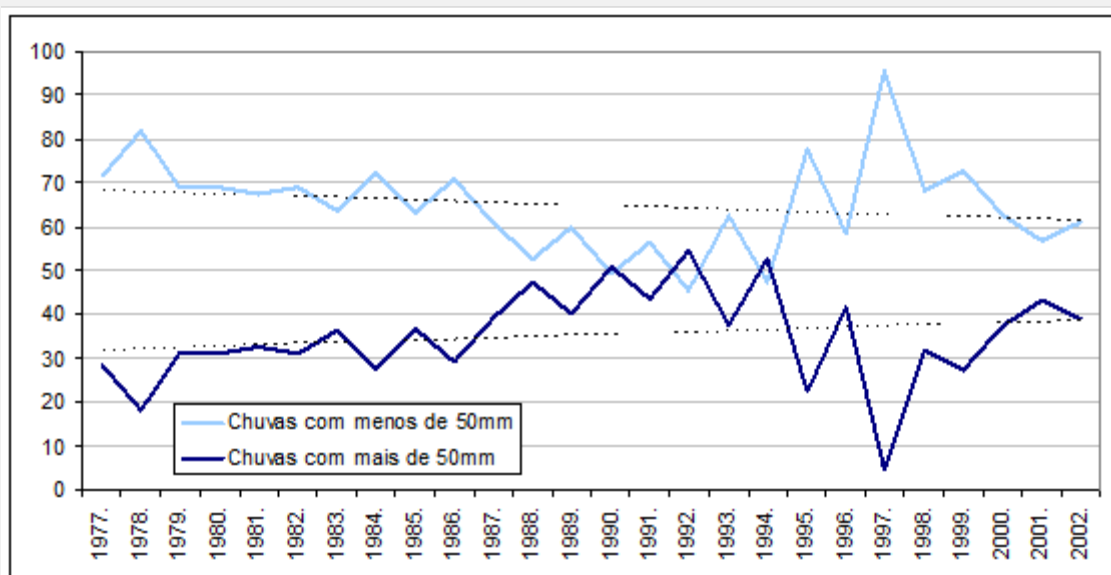
O conceito de processo pressupõe a passagem do tempo. Pode-se dizer que a essência da noção de processo é o fluxo, caracterizado por uma sucessão de estados ou de mudanças de um sistema em permanente transformação e evolução. (...) Para que ocorra um processo dentro de um sistema, deve estar presente um campo de forças de influência, de motivações ou de catalização. Esse campo de influência pode gerar mudanças funcionais e estruturais, ou seja, mudanças organizacionais. Assim, o processo de evolução pode ser caracterizado pela seqüência de estados de equilíbrio e de desequilíbrio, pela sucessão de organizações diferentes ao longo da transformação do sistema, devido à ação de agentes internos e externos ao sistema. (BRESCIANI apud GONDOLO, 1999).

Diferentemente das regiões pouco urbanizadas, onde o decréscimo das precipitações anuais pode estar associado à redução da evapotranspiração decorrente da perda de extensas áreas florestais nas últimas décadas* (CAVALIER; VARGAS, 2002), nas grandes áreas urbanas há uma expectativa de grande parte da literatura, de que uma acelerada expansão urbano-industrial esteja associada a um aumento nos níveis de precipitação local (DREW, 1986). Isso devido ao aumento dos núcleos de condensação e da turbulência eólica gerada no atrito com as edificações (GOLDREICH, 1985). Todavia, resultados encontrados tanto para as regiões tropicais (FIGUEIRÓ, 2005; ÂNGELO, 2003; WALSH, 1996) quanto para regiões extratropicais (DE LUÍS et al., 2001) parecem apontar em direção oposta.

Para o caso do Rio de Janeiro, A hipótese preliminar é de que os eventos de precipitação fraca a moderada (responsáveis pelo maior volume precipitado anualmente), produzidos pela dinâmica atmosférica local, estão sofrendo uma redução gradual (figura 7), em função do aumento dos eventos de alta magnitude, desencadeados por modificações na circulação regional. Tal fato reforça ainda mais a idéia de que as variabilidades pluviométricas locais estão refletindo mudanças da dinâmica atmosférica regional ou global. (LINDNER, 1997).

Essa tendência à redução das chuvas pode representar, de certa maneira, um estresse adicional aos sistemas já ameaçados, uma vez que, segundo Nobre (1992, p.01): “(...) devido ao aumento da temperatura, poderia haver aumento da demanda evaporativa e redução da água disponível no solo até mesmo em áreas que experimentassem aumento das chuvas (...)”.

Figura 7: Gráfico da participação percentual das chuvas fracas a moderadas (<50mm) e das chuvas mais intensas (>50mm), com respectivas linhas de tendência, no total pluviométrico registrado pela Estação Capela Mayrink, no Maciço da Tijuca, entre 1977 e 2002.



Mesmo que aceitemos a hipótese mais lógica da ciclicidade das tendências pluviométricas, é preciso entender, de um lado, que em sistemas longe do equilíbrio, tais flutuações não apresentam um ciclo limite definido, nunca repetindo exatamente o mesmo estado; de outro lado, mesmo que as linhas de tendência das próximas décadas voltem a apontar um retorno das chuvas de baixa intensidade, o desajuste hidrológico atual do sistema (seja no que se refere ao abastecimento dos mananciais, seja na manutenção do geoeossistema florestal) apresenta algumas faces de recuperação muito lenta ou até mesmo irreversível, dada a transposição dos limites de resiliência deste sistema, que o quadro atual projeta.

Assim, para além dos problemas de degradação que o geoeossistema florestal já apresenta em decorrência da intensa dinâmica de efeito de borda, as variabilidades pluviométricas da área indicam uma tendência de modificação futura dos processos fisiológicos das plantas, por decorrência dos ajustes de fotossíntese e evapotranspiração aos novos limiares hidrológicos do sistema.

Às mudanças fisiológicas, deverão se associar, no futuro, caso já não o tenham feito, mudanças na composição das espécies, decorrentes de uma seleção interespecífica às condições de menor umidade, o quê, em outras palavras, poderia significar, em médio prazo, um aumento na presença de espécies caducifólias, em detrimento da redução e/ou desaparecimento de muitas espécies tipicamente ombrófilas.

Em que pese o fato de que tais transformações poderiam, eventualmente, contar com uma melhoria da eficiência do uso da água pelas plantas, a hipótese mais provável é que aumente cada vez mais a perda de água pelo sistema (figura 8), determinando níveis crescentes de degradação ao sistema da paisagem, não apenas da porção florestada (que tenderá a apresentar modificações profundas), como também da porção edificada (que terá que conviver com muito maior assiduidade com os desastres naturais de falta de água, enchentes e escorregamentos).

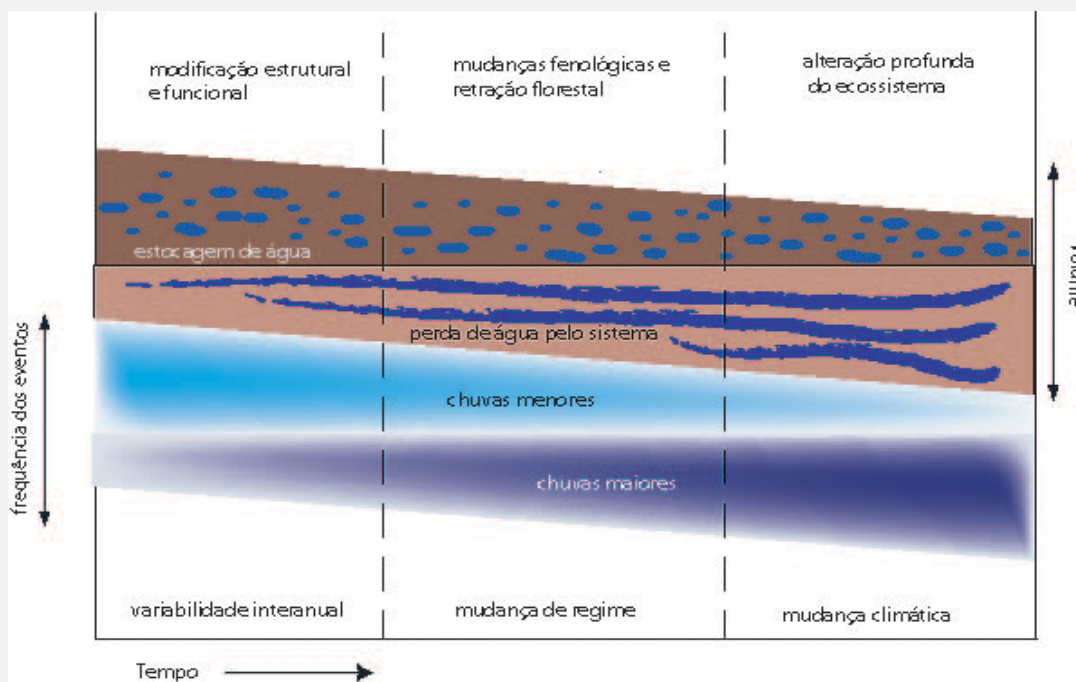
Em função do que se apresentou até aqui, é possível perceber que as chuvas e as florestas representam elementos interatuantes da paisagem, ou seja, ao mesmo tempo em que as características da precipitação condicionam características estruturais e funcionais da vegetação (em função do volume, frequência e intensidade das precipitações e do aporte de nutrientes), a vegetação também regula importantes aspectos da precipitação (seja pelo controle da liberação de umidade na evapotranspiração, seja pela ação na regulação da temperatura da atmosfera). Para Bonan (2002), esse processo dá origem ao conceito de “*coevolução do clima e da vida*”, onde “a atividade biológica é regulada pelo clima e, por sua vez, através da ciclagem de energia, água e elementos químicos, regula o clima” (p.11).

Esta visão é também compartilhada por Nobre (1992, p.10), ao afirmar:

(...) Pensava-se que os mecanismos responsáveis pelas altas e quase contínuas taxas de precipitação (...) eram ligados à circulação geral da atmosfera e não dependiam da vegetação. Esta visão tem sido modificada nos últimos 15 anos, à medida que experimentos com modelos complexos da atmosfera têm demonstrado que a presença ou ausência de vegetação pode influenciar o clima regional. Uma implicação desses resultados é que o clima atual e a vegetação coexistem num equilíbrio dinâmico que pode ser alterado por perturbações em qualquer dos dois componentes.

Entendida dentro desse contexto, a água da chuva pode ser considerada tanto um recurso, quanto um fator de distúrbio para os ecossistemas, uma vez que uma mudança no regime das chuvas que acarrete uma má distribuição, associada aos impactos sócio-econômicos sobre as áreas de floresta, pode gerar grandes efeitos sinérgicos de degradação estrutural e funcional. Tal afirmação é corroborada por Klar (1984), ao defender que todos os organismos são altamente integrados na sua fisiologia e metabolismo, sendo que os efeitos principais decorrentes do déficit de água são capazes de produzir efeitos secundários e terciários ao longo do sistema.

Figura 8: Síntese das principais tendências na relação entre cobertura florestal e funcionalidade hidrológica evidenciadas na interface do sistema floresta-cidade no Rio de Janeiro.



Fonte: Figueiró (2005).

A organização urbana diante de uma bifurcação: possibilidades auto-organizativas para o século XXI

To every complex problem, there is a simple solution. And it is wrong.
(H.L. Mencken)

Em diversas áreas do conhecimento se tem notícia do uso experimental de perturbações episódicas para a correção da trajetória de sistemas caóticos, como relatam Weeks e Burgess (1997). É certo que tais controles são melhor compreendidos (e, certamente, mais eficazes) em sistemas com altíssima capacidade homeostática, como é o caso do cérebro humano. Todavia, para sistemas socioambientais longe do equilíbrio, talvez não seja inoportuno pensarmos em quais são as lições possíveis para comunidades como a do Rio de Janeiro após os eventos pluviométricos extremos de 2010, que repetiram padrões já vistos anteriormente em outros momentos como o de 1996, e tantos outros antes deles. Para além da quantidade de mortos e de prejuízos materiais, poderia haver algum *feedback* positivo nesta perturbação, capaz de

intensificar os processos socioambientais de auto-organização, ampliando a capacidade de resiliência destes sistemas?

Acreditamos que sim, e pretendemos sucintamente explorar uma parte da resposta a partir de dois marcos referenciais que julgamos importantes: um conceito – “inteligência de enxames” –, e uma ferramenta de auto-organização – a Agenda 21 Local.

A inteligência de enxames, ou *swarm intelligence*, nasceu das ciências da computação e da biologia, buscando compreender o comportamento coletivo de sistemas auto-organizados, flexíveis, dinâmicos e com gestão descentralizada (FRANKLIN, s.d.). Baseada no princípio de que os indivíduos são capazes de perceber e modificar localmente seu ambiente com base no comportamento dos demais indivíduos com quem interagem, esta teoria prevê a possibilidade de emergência de padrões funcionais globais mesmo na ausência de um controle centralizado ou de um “modelo” global pré-definido.

Se considerarmos a noção termodinâmica de desenvolvimento como um processo evolutivo desencadeado pelas interações locais entre os componentes do sistema, cuja trajetória não pode ser prevista *a priori*, então somos obrigados a reconhecer que a inteligência de enxames nos oferece uma contribuição teórica fundamental para pensarmos o desenvolvimento e a sustentabilidade como propriedades sistêmicas capazes de permitir que as sociedades se adaptem e evoluam com mais qualidade e estabilidade.

Para Millonas (1994), cinco características são fundamentais para que uma comunidade seja capaz de desenvolver esta forma de inteligência coletiva, fazendo frente aos processos de perturbação mais intensa: proximidade entre os agentes, busca da qualidade no comportamento, diversidade, estabilidade e capacidade de adaptação. Segundo Queiróz (2007, p.69), “essas trocas de informação constituem uma forma particular de comunicação indireta conhecida como ‘*stigmergia*’, em que um indivíduo desencadeia um estímulo em outros que, por sua vez, geram novos estímulos, e assim por diante (...)”.

Resultando dos processos iterativos, a *stigmergia* é um fenômeno já bastante conhecido em animais sociais, como as colônias de formigas, os bandos de pássaros, os cardumes de peixes e outros. O princípio básico é que na ausência de um comando hierarquizado, cada indivíduo passa a agir e ser influenciado a partir da vizinhança, desenhando um mapa coletivo de

comportamento que, na maior parte das vezes, se revela extremamente eficaz, mesmo que não seja percebido individualmente. (GORDON, 2002).

Em uma linguagem termodinâmica, poderíamos falar da emergência de uma ordem a partir do caos, sem que ocorram estruturas hierarquizadas de decisão e organização. Estamos acostumados a vivenciar tais condições em trânsitos engarrafados ou em aglomerações humanas, onde determinados comportamentos criativos tendem a ser seguidos por outros. Subjacente a este comportamento, afirma Queiróz (2007, p. 69) esta idéia de que “[..] o grupo é mais inteligente de que os indivíduos que o compõe *per si*, por que encontra sempre a melhor solução para um determinado problema”. Para Maturana (1996), esta inteligência provém da cultura e da convivência entre os indivíduos:

Uma cultura é uma rede de conversações que definem um modo de viver, um modo de estar orientado no existir, tanto no âmbito humano quanto no não humano, e envolve um modo de atuar, um modo de emocionar e um modo de crescer no atuar e no emocionar. Cresce-se numa cultura vivendo nela como um tipo particular de ser humano na rede de conversações que a define. Por isso, os membros de uma cultura vivem a rede de conversações que a constituem, sem esforço, como um substrato natural e espontâneo, como algo dado para alguém apenas em virtude do seu modo de ser, independente dos sistemas sociais e não sociais a que possa pertencer. (MATURANA 1996, p.96)

É de se perguntar por que os sistemas socioambientais resistem em implementar tais idéias na solução dos seus problemas reais, e a resposta parece bastante clara: tal perspectiva é incompatível com a lógica capitalista globalizada de organização do espaço urbano. Se partirmos do princípio que a sustentabilidade representa um processo “capaz de criar, testar e manter capacidade adaptativa” (HOLLING, 2000), então parece evidente a necessidade de se romper com processos centralizados de planejamento que, na sua maior parte, buscam implementar adequações tecnológicas para a melhoria da produtividade do sistema, independente das características, da história, dos desejos e da inteligência coletiva que pode emergir deste sistema. Neste sentido, os processos de descentralização não apenas são mais coerentes com estes elementos, mas, sobretudo, são mais democráticos e alinhados com os princípios de equidade que devem dar o suporte aos processos de mudança. Aqui, novamente é Maturana (MATURANA; VERDEN-ZÖOLLER, 1993) que define a democracia como um espaço de convivência “que somente pode existir através das ações propositivas que lhe dão origem, como uma co-inspiração em uma comunidade humana”. (p.62).

A inexistência de um planejamento centralizado não elimina, todavia, a necessidade de processos organizativos, uma vez que a capacidade de inteligência coletiva requer mais do que conectividade, ela exige também organização. É isso que torna as estruturas emergentes maiores do que “a soma das partes”. É exatamente aqui que entra em cena o último elemento que pretendemos discutir neste capítulo, as Agendas 21 Locais (A21L).

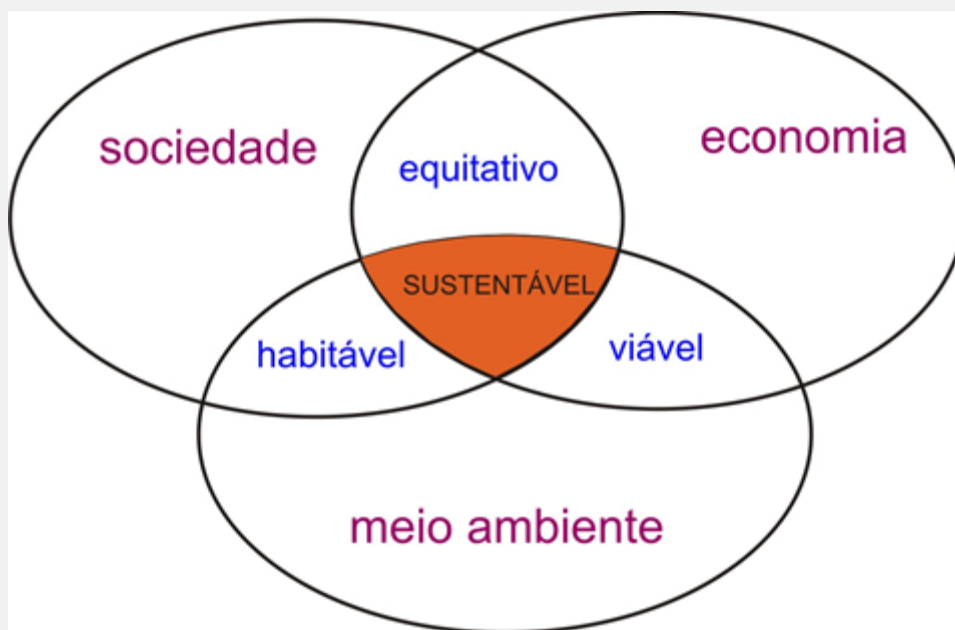
Desenvolvida a partir da Eco 92, a idéia das A21L parte do princípio de que a busca da superação dos conflitos e a promoção da sustentabilidade (figura 9), passa pela “(...) abertura da ação técnica e política ao envolvimento popular e ao reforço de redes de cooperação, procurando a construção partilhada de uma visão para o desenvolvimento, e levar à prática projetos que o poderão concretizar”. (QUEIRÓZ, 2007, p. 73).

Obviamente que muitas das condições enfrentadas pelas comunidades locais referem-se a lógicas definidas a partir de outros níveis de decisão, o que limita ou, ao menos, constrange a capacidade das comunidades em estabelecerem estratégias locais de enfrentamento do problema. Ainda assim, do ponto de vista da resiliência, tais paradoxos podem também representar oportunidades de superação. Está cada vez mais claro que sobreviverão melhor às crises os mais criativos, os que tenham capacidade de inovação, intuição para adaptar-se e utilizar a seu favor inclusive os fatos que não lhes são, a princípio, favoráveis.

Neste caso, ser criativo deve significar, essencialmente, “não aplicar soluções velhas a problemas novos” (NOVO, 2006), tendo a capacidade de vislumbrar cenários futuros, antevendo tendências, assumindo riscos... Tudo isso orientado para a sustentabilidade do próprio sistema local, em meio às tensões globais. Dentro deste contexto, Silva Neto (2008, p. 28) chama a atenção para o fato de que:

(...) não se pode considerar o Estado como um “deus ex-machina” capaz de organizar a sociedade a partir de um ponto de vista externo à mesma. Ao contrário, o Estado também tem que ser considerado como uma dentre várias instituições importantes para a promoção do desenvolvimento sustentável.

Figura 9: Diagrama do desenvolvimento sustentável, demonstrando a necessidade de integração das esferas do econômico, do ambiental e do social.



Fonte: Adaptado de Hernández del Águila (2003).

O importante para que o desenvolvimento local seja sustentável, é a capacidade do sistema para aprender e adaptar-se, para desempenhar estas funções criativas e inovadoras que hoje em dia resultam imprescindíveis quando se estabelece o planejamento e a gestão com altas doses de incerteza e risco. Um sistema local será tanto mais resiliente quanto menos rígidas forem suas estruturas; quanto mais descentralizados e flexíveis forem os mecanismos de tomada de decisão; quanto mais densa for a trama do tecido social e mais vivas estejam as “redes de convivência” para dar respostas rápidas e imaginativas a eventuais situações de risco. (NOVO, 2006).

As A21L se transformam em eficazes instrumentos “glocais” de gestão socioambiental e de promoção do desenvolvimento, uma vez que buscam adaptar o sistema local aos controles e determinações de escalas hierárquicas superiores (tanto de ordem física, quanto de ordem política ou econômica) sem, no entanto, abandonar as especificidades ambientais, históricas e culturais de cada local. Diante disso, Queiróz (2007, p.73) nos lembra:

Tal como um sistema orgânico, o sistema social onde se inserem as A21L, se alimenta de energia que, neste caso, corresponde à diversidade dos agentes da rede, à sua conectividade, interdependência e comunicação (...). A diversidade é

a matéria prima para as idéias inovadoras, valores, interesses e conhecimento. A conectividade oferece robustez ao sistema. A interdependência é a fonte energética que junta e sustenta os agentes no sistema (...). O diálogo assemelha-se ao código genético, que confere a coerência da estrutura onde os agentes processam a sua diversidade e interdependência.

A linguagem e o diálogo nas A21L substituem os feromônios das formigas na produção de uma inteligência humana coletiva, sem comando de topo e refletindo a capacidade local para a auto-organização. O processo é, portanto, participativo e dialógico, características capazes de alterar trajetórias e estimular a formação de redes de colaboração. A trajetória coletiva passa a ser desenhada por um conjunto de decisões simples, protagonizadas por múltiplos agentes, desde os níveis mais elementares, aos mais complexos.

Assim, por mais redundante que seja esta afirmação, é preciso continuar repetindo que não há fórmulas ideais para compatibilizar a floresta, a cidade e a qualidade de vida em uma sociedade tão desigualmente “aparelhada”. Existem sim, múltiplas possibilidades (de diferentes níveis tecnológicos e econômicos) cada qual com seus respectivos resultados e conseqüências. Nunca foi tão verdadeiro neste caso, o diálogo de Alice com o gato, no brilhante livro escrito por Lewis Carrol:

- Podes dizer-me, por favor, que caminho devo seguir para sair daqui?
- Isso depende muito de para onde queres ir – respondeu o gato.
- Preocupa-me pouco aonde ir – disse Alice.
- Nesse caso, pouco importa o caminho que sigas – replicou o gato.

Diante disso, só nos resta um velho provérbio Guarani para nos trazer de volta ao caminho da sustentabilidade: “Se não sabes bem aonde vais, regressa, para que saibas ao menos de onde vens”.

Notas

*Para Nepstad et al. (2002), em grandes áreas florestadas, a substituição das florestas por campos reduz significativamente a superfície foliar durante os meses mais secos, diminuindo a transferência de água para a atmosfera e, conseqüentemente, reduzindo a participação das chuvas convectivas no balanço hidrológico local (BOSCH; HEWLETT, 1982). Estudos de modelagem atmosférica na região amazônica realizados por Nobre (1992) demonstram que, para uma célula de 2,8° de longitude por 1,8° de latitude, a substituição de floresta por pastagens, resultaria em um aquecimento médio de 1 a 3°C à superfície, e numa redução de 400 a 800 mm de chuva por ano.

Referências

- ABREU, M.A. A cidade e os temporais: uma relação antiga, In: ROSA, L.P.; LACERDA, W. (Orgs.). **Tormentas cariocas**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1997, p. 15-20.
- ABREU, M.A. A cidade, a montanha e a floresta, In: ABREU, M.A. (Ed.). **Natureza e sociedade no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: PMRJ, 1992, p. 54-103.
- AMARAL, C. Encostas I: o conhecimento recuperado, In: ROSA, L.P.; LACERDA, W. (Orgs.). **Tormentas cariocas**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1997, p. 39-44.
- ÂNGELO, J.R. Precipitação em áreas urbanas: o caso de Juiz de Fora-MG, **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, N° especial, p. 1-8, novembro 2003.
- BAUMAN, Z. **Modernidade líquida**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.
- BECK, U. A reinvenção da política: rumo a uma teoria da modernização reflexiva, In: GIDDENS, A.; BECK, U.; LASH, S. (Orgs.). **Modernização reflexiva**. São Paulo: UNESP, 1997.
- BOLÓS Y CAPDEVILA, M. El geosistema, modelo teórico del paisaje, In: BOLÓS Y CAPDEVILA, M. (Org.). **Manual de ciencia del paisaje: teoría, métodos y aplicaciones**. Barcelona: Masson, 1992, p. 31-46.
- BONAN, G.B. **Ecological climatology. Concepts and applications**. Cambridge: Cambridge Press, 2002.
- BOSCH, J.M.; HEWLETT, J.D. A review of catchments experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evaporation. **Journal of Hydrology**, Neederland, n. 55, p. 3-23, 1982.
- BRANDÃO, A.M.P.M. As alterações climáticas na área metropolitana do Rio de Janeiro: uma provável influência do crescimento urbano, In: ABREU, M.A. (Org.). **Natureza e sociedade no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: PMRJ, 1992, p. 143-200.
- BRANDÃO, A.M.P.M. As chuvas e a ação humana: uma infeliz coincidência, In: ROSA, L.P.; LACERDA, W. (Orgs.). **Tormentas cariocas**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1997, p. 21-38.
- BRANDÃO, A.M.P.M. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro, In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, p. 47-109.
- BRUNSDEN, D.; THORNES, J.B. Landscape Sensitivity and Change, **Transactions of the Institute of British Geographers**, London, n. 4, p. 463-484, 1979.
- CALVINO, I. **As cidades invisíveis**. São Paulo: Companhia das Letras, 1991.
- CAVALIER, J.; VARGAS, G. Procesos hidrológicos, In: GUARIGUATA, M.R.; KATTAN, G.H. (Orgs.). **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: LUR, 2002, p. 145-166.

COELHO NETO, A.L.; AVELAR, A.S. O uso da terra e a dinâmica hidrológica, In: SANTOS, R.F. (Org.). **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007, p. 59-74.

CORRÊA, R.S. **Efeitos dos incêndios florestais na zona de enraizamento em encostas íngreme: vertente norte. Maciço da Tijuca, RJ.** 2004. 124f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

DE LUÍS, M.; GARCÍA-CANO, M.F.; CORTINA, J.; RAVENTÓS, J.; GONZÁLEZ-HIDALGO, J.C.; SÁNCHEZ, J.R. Climatic trends, disturbances and short-term vegetation dynamics in a Mediterranean scrubland. **Forest Ecology and management**, Melbourne, n. 147, p. 25-37, 2001.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente.** São Paulo: Difel, 1986.

DRUMMOND, J.A. **Devastação e preservação ambiental no Rio de Janeiro.** Niterói: EdUFF, 1997.

DUPUY, J.P. **Ordres et desordres. Enquête sur un nouveaux paradigme** Paris: Seuil, 1990.

FERNANDES, M.C. **Geoecologia do Maciço da Tijuca-RJ: uma abordagem geo-hidroecológica.** 1998. 134f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

FIGUEIRÓ, A.S. **Mudanças ambientais na interface floresta-cidade e propagação do efeito de borda no Maciço da Tijuca- Rio de Janeiro- RJ.** 2005. 400f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

FORMAN, R.T.T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions.** Cambridge: Cambridge Press, 1995.

FRANKLIN, S. **Coordination without communication.** Institute for Intelligent Systems and Department of Mathematical Sciences- University of Memphis, s.d. Disponível em <<http://www.msci.memphis.edu/~franklin/coord.html>>. Acesso em: 17 de maio de 2010.

GOLDREICH, Y. The structure of the ground-level heat island in a Central Business District. **Journal of Climate and Applied Meteorology**, Washington, n. 24, p. 1237-1244, 1985.

GONDOLO, G.C.F. **Desafios de um sistema complexo à gestão ambiental. Bacia do Guarapiranga, região metropolitana de São Paulo.** São Paulo: FAPESP/ Annablume, 1999.

GORDON, D. **Formigas em ação. Como se organiza uma sociedade de insetos.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

GUEMES, J.; FIOLEAIS, C.; FIOLEAIS, M. **Fundamentos de termodinâmica do equilíbrio.** Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1998.

HERCULANO, S.; PORTO, M.F.S.; FREITAS, C.M. (Orgs.). **Qualidade de vida e riscos ambientais.** Niterói: EdUFF, 2000.

HERNÁNDEZ DEL ÁGUILA, R. (Coord.). **La Agenda 21 Local de Granada. Pensar y participar en la construcción de una ciudad más sostenible.** Granada: Ayuntamiento de Granada, 2003.

FIGUEIRÓ, A. S. **Mudanças ambientais na interface floresta-cidade e riscos associados: uma análise a partir dos sistemas dissipativos,** 2011, p. 252.

HOFKIRCHNER, W. Towards a Unified Theory of Information, In: CONGRÈS INTERNATIONAL DE CYBERNÉTIQUE, 15º., 1998, Namur. Namur: **Actes Poceeding**. Association Internationale de Cybernetique, 1999. p. 352-359.

HOLLING, C.S. Theories for sustainable futures. **Conservation Ecology**, Wolfville, v. 4, n. 2, 2000.

HUANG, S-L. Urban ecosystems, energetic hierarchies, and ecological economics of Taipei Metropolis. **Journal of Environmental Management**, Berkeley, n. 52, p. 39-51, 1998.

HUANG, S-L.; LAI, H-Y.; LEE, C-L. Energy hierarchy and urban landscape system. **Landscape and Urban Planning**, Evanstone, n. 53, p. 145-161, 2001.

JOHNSON, S. **Emergence. The connected lives of ants, brains, cities, and software**. New York: Scribner, 2001.

KLAR, A.E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984.

LINDNER, M. ET AL. Regional impacts of climatic change on forests in the state of Brandenburg, Germany. **Agricultural and Forest Meteorology**, New Haven, n. 84, p. 123-135, 1997.

MARGALEF, R. **Teoría de los sistemas ecológicos**. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona, 1993.

MATURANA, H. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: UFMG, 2001.

MATURANA, H. **Desde la Biología a la Psicología**. 3ª ed. Santiago do Chile: Editorial Universitária, 1996.

MATURANA, H.; VERDEN-ZÖLLER, G. **Amor y Juego: fundamentos olvidados de lo humano – desde el Patriarcado a la Democracia**. Santiago do Chile: Editorial Instituto de Terapia Cognitiva, 1993.

MATURANA, H.R.; VARELA, F.J. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. São Paulo: Palas Athena, 2001.

MILLONAS, M.M. Swarms, phase transitions, and collective intelligence, In: LANGTON, C.G. (Ed.). **Artificial Life**. Massachusset: Addison-Wesley, 1994. p. 417-445.

MONTEIRO, C.A.F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Lisboa: Instituto Piaget, 1991.

MUÑOZ, J. Paisaje y Geossistema. Una aproximación desde la Geografía física, In: MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (Ed.). **Paisaje y Medio Ambiente**. Valladolid: Fundación Duques de Soria, 1998. p. 45-56.

NAREDO, J.M. Ciudades y crisis de civilización **Documentación Social**, Madrid, v. 119, p. 13-38, 2000.

NEPSTAD, D.C.; CARVALHO, C.R.; DAVIDSON, E.A.; JIPP, P.H.; LEFEBVRE, P.; NEGREIROS, G.H.; SILVA, E.D.; STONE, T.A.; TRUMBORE, S.E.; VIEIRA, S. The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of Amazonian forests and pastures, **Nature**, New York, n. 372, p. 666-669, 2002.

FIGUEIRÓ, A. S. **Mudanças ambientais na interface floresta-cidade e riscos associados: uma análise a partir dos sistemas dissipativos**, 2011, p. 253.

- NICOLIS, G.; PRIGOGINE, I. **Exploring complexity**. New York: W. H. Freeman, 1989.
- NOBRE, C.A. Alterações climáticas globais e suas implicações para o Brasil. **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, no. especial, p. 1-36, 1992.
- NOVO, M. **El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa**. 2ª ed. Madrid: Prentice-Hall, 2006.
- NUSSENZVEIG, H.M. (Org.). **Complexidade & caos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.
- PÁDUA, J.A. **Um sopro de destruição: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista (1786-1888)**. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.
- PATON, R. Metaphors, models and bioinformation. **BioSystems**, La Jolla, v. 38, p. 155-162, 1996.
- PEREIRA, G. A natureza (dos) nos fatos urbanos: produção do espaço e degradação ambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 3, p. 33-51, 2001.
- PICKETT, S.T.A.; CADENASSO, M.L.; GROVE, J.M.; NILON, C.H.; POUYAT, R.V.; ZIPPERER, W.C.; COSTANZA, R. Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical and socioeconomic components of metropolitan areas. **Annual Review Ecological Systems**, Atlanta, n. 32, p. 127-157, 2001.
- PRIGOGINE, I. **The end of certainty: time, chaos, and the new laws of nature**. New York: The Free Press, 1997.
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A nova aliança**. 3ª ed. Brasília: UNB, 1997.
- QUEIRÓZ, M. Agenda 21 Local: auto-organização, cooperação e inteligência descentralizada. **Finisterra**, Lisboa, v. XLII, n. 83, p. 65-77, 2007.
- RIBEIRO, M.A. **Ecologizar. Pensando o ambiente humano**. Belo Horizonte: Rona, 1998.
- RIHANI, S. Implications of adopting a complexity framework for development. **Progress in Development Studies**, London, v. 2, n. 2, p. 133-143, 2002.
- RODRIGUEZ, J.M.M. La Cuestión Ambiental desde una Visión Sistémica, In: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE PENSAMIENTO AMBIENTAL, IIº., 2005, Manizales, Caldas, Colômbia. **Anais....** Manizales: UC, 2005. p. 1-29.
- ROMERO, A.G.; JIMÉNEZ, J.M. **El paisaje en el ámbito de la Geografía** México: UNAM, 2002.
- SILVA NETO, B. Desenvolvimento sustentável: uma abordagem baseada em sistemas dissipativos. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. XI, n. 1, p. 15-31, 2008.
- SOUSA SANTOS, B. Para uma sociologia das ausências e uma sociologia das emergências. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, v. 63, p. 237-280, 2002.
- USA SANTOS, B. Hacia una globalización alternativa. **Éxodo**, Madrid, n. 78/79, p. 13-28, 2005.

STAHEL, A.W. Capitalismo e entropia: os aspectos ideológicos de uma contradição e a busca de alternativas sustentáveis, In: CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 1998. p. 104-127.

WALSH, R.P.D. Climate. In: RICHARDS, P.W. (Org.). **The tropical rain forest**. Cambridge: University Press, 1996. p. 159-205.

WEEKS, E.R.; BURGESS, J.M. Evolving artificial neural networks to control caotic systems. **Physical Review**, Berkeley, v. 56, n. 2, p. 1531-1540, 1997.

Sobre o autor:

¹ Adriano Severo Figueiró

Professor adjunto da Universidade Federal de Santa Maria; Coordenador do Laboratório de Geoecologia e Educação Ambiental (LAGED) do Departamento de Geociências da UFSM.

Contato: adri.geo.ufsm@gmail.com

DESAFIOS METODOLÓGICOS NO PLANEJAMENTO AMBIENTAL: COSTA SUL DO ESTADO DA BAHIA E BAIXADA SANTISTA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Regina Célia de Oliveira¹

Introdução

O entendimento dos mecanismos que regem a ordem de funcionamento dos sistemas naturais tem sido tema de análise ao longo da história das ciências naturais, fato que responde a inúmeros trabalhos em escalas de detalhes e especializações técnicas e tecnológicas diversas.

Nas últimas décadas em âmbito mundial, observa-se uma nova dinâmica de estruturação na forma de apropriação do território, revelada pela *tecnização* e *cientifização* da produção do espaço. Fato que imprime aos sistemas naturais um nível de interferência nos mecanismos gestores do sistema a ponto de maximizar quadros de impactos podendo definir situações catastróficas, tendo o homem como agente motor no processo de apropriação do espaço tanto quanto aquele que responde as situações de impacto.

Nesse sentido, a necessidade de trabalhos que considerem os limites de fragilidades do meio natural frente às exigências de uso desses espaços, sob uma perspectiva integradora de planejamento, tem se revelado um fator de primeira ordem de importância, sobretudo em países como o Brasil, onde as relações de uso se processam desde longa data sob uma perspectiva de ordenamento pouco integradora.

Este trabalho ao apresentar como discussões iniciais algumas metodologias científicas de abordagem sistêmica, direcionadas ao planejamento, não se coloca como uma discussão conclusiva sobre o assunto, mas busca iniciar um debate sobre a necessidade de integração do entendimento dos fatores naturais e antrópicos nos estudos de ordenamento do espaço geográfico. Em seguida é apresentado um estudo de caso das Regiões Sul do Estado da Bahia (BA) – Costa do Cacau e Costa do Descobrimento –, e Região da Baixada Santista no Estado de São Paulo (SP), como cenários de discussão sobre a dinâmica de funcionamento dos sistemas naturais, e da relação de uso e impactos.

Esta discussão representa parte dos trabalhos em andamento no Núcleo de Estudos Ambientais e Litorâneos do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Campinas em co-parceria com o Laboratório de Geomorfologia da Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro (SP) e Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus (BA).

Discussões Iniciais

Os sistemas costeiros apresentam-se como áreas de características muito específicas e complexas de funcionamento, ao considerar os ecossistemas sensíveis e interdependentes que respondem a dinâmica da paisagem costeira, sob forte interferência e dependência de diferentes fatores tais como aqueles relacionados aos processos oceanográficos, atmosféricos e continentais. Ribeiro (2001) chama a atenção para o fato de que cada vez mais prevalece a necessidade de compreender a costa não apenas em seus aspectos parcelares, mas integrada numa série de sistemas interconectados e interdependentes.

Em decorrência da complexidade natural e da intensidade da intervenção do homem na organização da paisagem em ambiente costeiro, esta unidade do relevo terrestre vem merecendo atenção cada vez maior quanto à manutenção do seu equilíbrio, fato que requer o conhecimento detalhado de sua gênese, sua estrutura e das forças que intervêm no ajustamento de suas formas.

Preocupações voltadas para o conhecimento da dinâmica das paisagens costeiras vêm sendo demonstradas desde a Antiguidade, marcadas inicialmente, por observações pontuais, fruto dos reduzidos limites do mundo conhecido. As primeiras referências focalizam possíveis flutuações do nível do mar, na área do Mar Mediterrâneo, registradas por Heródoto e por Aristóteles.

Durante o Renascimento, e nos séculos subseqüentes, a dinâmica da paisagem tornou-se objeto de interesse de muitos estudiosos, preocupados com interpretações generalizadas. É neste contexto que se inserem as primeiras concepções teóricas da evolução da paisagem, dentre as quais podem ser destacadas as formuladas por James Hutton, e a do Ciclo Geográfico, por William Morris Davis. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Ao final do século XIX, surgiram as primeiras abordagens das zonas costeiras através de pesquisas isoladas de naturalistas e de geólogos. No início do século passado, foram publicados os primeiros estudos específicos da morfologia litorânea, salientando-se a obra de Douglas Johnson, publicada em 1919, enfocando os processos geomorfológicos. Nas décadas subseqüentes, as investigações da morfologia costeira seguiram em ritmo lento até o advento da Segunda Guerra Mundial, quando os insucessos no desembarque de tropas e de carros anfíbios passaram a exigir medidas de planejamento que implicavam no conhecimento detalhado das características das zonas selecionadas para este fim. As técnicas então desenvolvidas pelos militares foram, aos poucos, incorporadas a estudos mais completos, realizados por engenheiros, pesquisadores universitários e de instituições públicas, visando planejar o desenvolvimento das zonas costeiras, incluindo instalações industriais, portuárias e das áreas de ocupação recente, onde se evidenciava a necessidade de compatibilização do desenvolvimento com a preservação e a utilização racional dos recursos naturais. Nesse contexto, tais regiões passaram a despertar maior interesse dos estudiosos.

No estágio atual das pesquisas aplicadas às zonas costeiras, salienta-se o número significativo de pesquisadores dedicados a investigações desta área, o que representa um fator relevante para o desenvolvimento das ciências ambientais. Tais estudos vêm adquirindo importância crescente no planejamento urbano e regional, particularmente nas áreas onde a intervenção antrópica provocou a destruição dos ecossistemas ou tende a comprometer seu equilíbrio. Nesse contexto, a atenção quanto à necessidade e importância dos estudos que considerem aspectos relacionados à natureza e à dinâmica dos processos morfogenéticos nas zonas costeiras, se mostra urgente.

É consenso que o uso racional desses espaços deva considerar como prerrogativas de análise a compreensão da gênese dos fatores naturais que regem a organização e dinâmica dessas paisagens. Os estudos relacionados às questões ambientais têm considerado, já de longa data, a abordagem sistêmica na estruturação de metodologias aplicadas que atendam às necessidades de planejamento, em que o meio natural, considerado um sistema, seja analisado em sua estrutura e, principalmente, em sua dinâmica, tendo o homem como agente ativo nas relações intrínsecas do meio ambiente.

Admite-se nesta discussão a definição de paisagem proposta por Bertrand, em 1968, como “o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e

antrópicos”. Para o referido autor, a interação dos elementos origina um processo contínuo, efetivado numa troca de matéria e energia entre os componentes da paisagem, fato que lhe confere um caráter único e não uma simples soma de elementos geográficos.

Ao referir-se a análise da paisagem inserida na discussão de planejamento, já em 1971, Libault apud Oliveira (2003), atenta para o fato de que em grande parte das pesquisas de cunho ambiental, existe a forte tendência de fragmentação da paisagem na busca de uma maior especialização das análises, contudo, para Libault, embora o conceito de fragmentação resulte, via de regra, em uma abordagem setorial da paisagem, o mesmo chama a atenção para o fato de que, para os estudos de planejamento, embora a metodologia adotada pelo investigador possa propor uma seqüência de ações, a leitura e análise dos atributos devem obedecer a uma interação, em que a lógica e os objetivos devam alicerçar a organização das etapas propostas pela metodologia; portanto, a análise da paisagem não deve ser interpretada como algo estático e dissociado do todo.

Para Vicente e Perez Filho (2003), o paradigma sistêmico na Geografia insere-se na própria necessidade de reflexão sobre a apreensão analítica ambiental, através da evolução e interação de seus componentes socioeconômicos e naturais no conjunto de sua organização espaço-temporal, sendo neste contexto que surgem as propostas de cunho sistêmico e a sua fundamentação integrada da abordagem do objeto de estudo, e do entendimento do todo (sistema) e de sua inerente complexidade.

Ao discursar sob a abordagem sistêmica, Libault (1971) propõe uma lógica de organização nos estudos de caráter ambiental direcionados ao planejamento sendo considerados quatro níveis de estruturação processual: nível compilatório, correlativo, semântico e normativo.

O chamado *nível compilatório* compreende a primeira etapa apresentada pela metodologia e corresponde àquela em que se realiza o levantamento da documentação e dos dados referentes ao tema e/ou área de pesquisa. Nessa etapa é essencial a definição precisa dos objetivos da pesquisa, para se conduzir a busca de informações que subsidiarão as análises seguintes. Sendo assim, a hierarquização na organização dos dados levantados deve priorizar aqueles fundamentais ou indispensáveis, e os complementares, ou seja, os que trazem contribuição, mas não são indispensáveis aos objetivos da pesquisa.

Uma vez compilados os dados, inicia-se a segunda etapa da metodologia, o *nível correlatório*, quando são efetuadas as correlações e análises das informações levantadas, resultando na elaboração de documentos cartográficos preliminares. Nessa etapa a abordagem quantitativa pode ganhar atenção singular na medida em que se aliam as relações lógicas (matemáticas) ao raciocínio convencional, com a correlação não quantitativa das observações da natureza ou das constatadas na análise cartográfica. O resultado final dessa fase processual é um diagnóstico preliminar, representado em um mapa de unidades homogêneas.

O *nível semântico ou interpretativo* corresponde à terceira etapa da metodologia, quando se efetiva a análise do diagnóstico e se apresentam medidas para equacionar os problemas levantados. O delineamento de ações toma, para o autor, um caráter determinístico, pois o determinismo natural ou planejado pode transformar a exclusão ou a indiferença em inclusão. Desse modo esse “determinismo” do planejamento é relativo e não absoluto.

A última etapa da pesquisa é o *nível normativo*, que visa à regulamentação das diretrizes levantadas no nível anterior.

Os procedimentos propostos por Libault (1971) assumem importância singular no desenvolvimento de pesquisas de cunho ambiental. O papel exercido pelas discussões propostas pelo autor vincula-se à sua proposição de uma lógica de hierarquização e de análise dedutiva para chegar, ao diagnóstico e ao estabelecimento de diretrizes. Embora apresente uma abordagem teórica alicerçada na análise qualitativa, não exclui a visão quantitativa e dinâmica da configuração geográfica, uma abordagem metodológica com reconhecida contribuição às pesquisas de cunho geográfico.

Já em 1972, Sotchava, em seus estudos teóricos e metodológicos, destaca a análise geossistêmica da paisagem, considerando a interação entre os fatores naturais e a sociedade humana. Nesse contexto o autor aponta, para a necessidade de pesquisas que considerassem integralmente os fenômenos ditos naturais e os fenômenos socioeconômicos. Sotchava salienta que os estudos, considerando a sistematização do meio natural como objeto de análise, com o intuito de ordenar e especializar as informações, configuram um requisito indispensável à solução de muitos problemas geográficos a partir da construção e análise de mapas e de cartas temáticas.

As discussões sobre a dinâmica do espaço geográfico devem considerar, como bem adverte Vernadski (1965), que o meio natural organiza-se em termos de hierarquias funcionais, os chamados geossistemas, que se dividem em partes, entre as quais se estabelecem relações simultâneas.

Em estudos posteriores sobre a análise de geossistemas, Sotchava (1977) destaca a geografia física como uma disciplina integradora na análise ambiental; no entanto, enfatiza que os estudos relacionados ao meio ambiente não devem se restringir ao estudo dos componentes da natureza, mas devem levar em conta, também, as conexões entre eles. O autor alerta, ainda, que tais estudos tampouco devem restringir-se à descrição da morfologia da paisagem em suas subdivisões, mas devem projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexões, entre outros.

Sotchava (1977) ressalta que, embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais exercem influência em sua estrutura e peculiaridades espaciais, sendo que as alterações antropogênicas refletem-se na dinâmica da paisagem. Numa esfera mais abrangente de análise sistêmica, o autor considera os sistemas denominados geotécnicos, que correspondem àqueles “controlados”, como divididos em dois grupos de análise: o de *controle episódico* em que a estrutura do geossistema recebe interferência uma vez e, depois disso, desenvolve-se de maneira nova, embora espontaneamente; e o segundo que se refere aos geossistemas de *controle constante*, em que as influências externas atuam sistematicamente, com um determinado grau de intensidade.

No entanto parece claro, nas considerações do autor, que as categorias econômico-sociais que materializam a ação antrópica, na análise geossistêmica, representam sistemas geográficos complexos, em que as análises ecológico-social-econômicas não se fundem numa abordagem global, sendo, por vezes, abordadas como fatores ou elementos da dinâmica geossistêmica e, portanto, o fator “integração,” *stricto sensu*, consiste de uma busca constante nos estudos ambientais de caráter sistêmico, o que representam um exercício complexo.

Assim, a complexidade da análise dos sistemas ambientais fundamenta-se na reconhecida diferenciação funcional do espaço, segundo a qual, em cada ponto do espaço terrestre, acham-se localizados corpos naturais onde se desenvolvem processos necessários à manutenção da integridade geossistêmica. É fator deliberativo para estudos nessa linha de abordagem

estabelecer requisitos aplicáveis a uma classificação geossistêmica, que deveria refletir, claramente, a hierarquia das subdivisões no âmbito das paisagens existentes na natureza, fornecendo uma idéia sobre as unidades naturais homogêneas das diversas categorias e, simultaneamente, sobre as unidades espaciais de diferentes qualidades co-subordinadas entre si, formando, também, uma categoria integral. Paralelamente a isso, a classificação deveria refletir a dinâmica, ou seja, os estados variáveis do geossistema e examiná-los como derivações de uma ou outra estrutura primitiva, podendo ser baseada em suas invariantes.

Os estudos dos geossistemas podem obedecer a três ordens dimensionais de análise: a planetária, a regional e a topológica, onde cada qual apresenta uma escala e uma dinâmica particular de análise, mas que, ao mesmo tempo, interagem. Para a caracterização do meio natural convergem dois princípios: o da homogeneidade e o da heterogeneidade. Sotchava (1978) admite que, no espaço geográfico, a questão de homogeneidade é importante e assume coerência a partir do reconhecimento de áreas homogêneas elementares, reconhecidas, em vasta literatura, como biogeocenoses, podendo ser reconhecidas numa análise generalizada pela sua relação ecológica potencial ou pelo seu ritmo natural. A avaliação da homogeneização em diferentes graus de precisão pode-se basear em estudos experimentais e observações visuais, constituindo-se um ponto de partida para a classificação do geossistema que, entretanto, não se apresenta de forma absoluta, mas passível de necessárias adaptações e aperfeiçoamentos.

Ainda quanto à classificação do geossistema, considera-se que cada parcela de tempo encontra-se em determinado estado de dinâmica, o que invalida uma análise unilateral do espaço, sendo essencial o entendimento das mudanças ou transformações naturais pela relação destas com aquelas de interferência antrópica, que obedecem a escalas e ritmos diversos. Assim, as diversas modificações produzidas pelas influências exteriores devem ser consideradas e caracterizadas com certo objetivo dinâmico como modo de revelar a tendência dinâmica do meio natural, sendo incipiente a simples taxonomia dos geossistemas para entendimento da estrutura geral do sistema.

A classificação de geossistemas de suporte, por exemplo, aplicados a análises metodologias de estudos de zoneamento físico-territorial não deve ser entendida como um sistema de divisão territorial. Sotchava (1978) lembra que nos estudos geográficos, desde longa data, os confrontos das idéias de classificação e zoneamento tomam um caráter complexo à medida que a descendência do zoneamento, muitas vezes, nomeia a classificação do território

pelo conjunto de sinais naturais ou por um dos componentes da paisagem, sendo delimitados por zonas distintas que nada mais são que tipologias ou classificações. Deste modo, as classificações, como outras generalizações científicas, não são absolutas, necessitando de um aprimoramento balizado por teorias e metodologias que atendam às demandas específicas da pesquisa que, invariavelmente, busca um prognóstico.

A prognose geográfica não deve perder de vista que um geossistema transforma-se como um todo, mas que alguns de seus componentes o fazem com diferentes intensidades e frequências, de modo que a previsão da dinâmica de determinados componentes é necessária à prognose geográfica integral que, com frequência, tem significados próprios e independentes. Nesse sentido, a prognose geográfica deve alicerçar-se em produção de documentação cartográfica que contemple a formulação de mapas da paisagem, com dados analíticos que caracterizem os vários itens do geossistema. Os mapas de correlações são importantes na medida em que, podem refletir a distribuição espacial das inter-relações de vários fenômenos geográficos expressos quantitativamente, revelando, ainda, como a variação de um dado fator afeta os vários componentes de um geossistema.

Em 1977, Tricart apresenta a proposta metodológica de diferenciação de *Unidades Ecodinâmicas* baseada na análise sistêmica, fundamentado nos apontamentos de Sotchava (1972). Na sua proposta Tricart (1977) considera a necessidade de avaliar as fragilidades dos ambientes naturais quando se pretende considerar avaliação deles no planejamento territorial. Dentro dessa concepção ecológica o ambiente é analisado sob o prisma da *Teoria de Sistemas*, que parte do pressuposto que, na natureza, as trocas de energia e de matéria se processam através de relações em equilíbrio dinâmico, o qual, entretanto, é frequentemente alterado pelas intervenções do homem nos diversos componentes da natureza, com geração de estados de desequilíbrios temporários ou até permanentes. Diante disso, Tricart propõe que os ambientes, quando em equilíbrio dinâmico, são *estáveis* e, quando em desequilíbrio, *instáveis*.

As classificações dos meios morfodinâmicos são determinadas pela interface pedogênese-morfogênese. Nos *meios estáveis* prevalece a pedogênese, que resulta em um relevo de lenta e contínua evolução, em estado favorável de fitoestasia, onde, por exemplo, a presença da cobertura vegetal configure um anteparo aos fluxos de radiação e chuva, podendo promover uma relativa estabilidade na evolução da forma, como por exemplo, na evolução e ritmo de esculturação das vertentes.

Nos meios estáveis é possível considerar que, quanto mais fraca a intensidade da dissecação, maior a complexidade do modelado e do solo, porque as condições favorecem a permanência de formas relíquias. Portanto, a retirada da vegetação arbustiva e a substituição dela por pastagem podem levar a um rápido desequilíbrio do sistema ecológico, com aumento da concentração do escoamento, e conseqüente quadro de fragilidade do meio.

A evolução contínua e dinâmica do espaço natural obedece, segundo Tricart (1977), a mudanças graduais de estágios de desenvolvimento, em que a morfogênese e a pedogênese mostram-se atuantes e evidentes. Contudo, o balanço pedogênese/morfogênese pode favorecer, com maior eficácia, um ou outro fenômeno, ou traduzir a interferência permanente da pedogênese/morfogênese, exercendo-se de maneira concorrente sobre um mesmo espaço. Quando isso ocorre, tem-se o chamado *meio intergrade*, ou *intermediário* entre meio estável (prevalece a pedogênese) e meio instável (prevalece a morfogênese). Assim, os meios “*intergrades*” assumem um caráter de fragilidade, podendo ser analisados segundo níveis de suscetibilidade à ocorrência de fenômenos.

Se nos meios estáveis prevalece a interferência da pedogênese, nos meios fortemente instáveis a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural. As formas do relevo obedecem à interação da geodinâmica interna e a dinâmica dos processos externos, comandando o ritmo e a intensidade em que as formas se desenvolvem. A essa dinâmica processual alia-se a interferência antrópica, com desencadeamento de processos, redefinindo em escalas diversas o ritmo de organização das formas.

A representação cartográfica dos meios estáveis, “*intergrades*,” e instáveis é a Carta de Unidades Ecodinâmicas da Paisagem, que considera a superposição ou justaposição de informações tais como geologia, pedologia, drenagem, unidades morfoestruturais, uso do solo e cobertura vegetal, indicadores da interferência antrópica no meio, morfometria e, fundamentalmente, informações geomorfológicas. Esta última configura um dos documentos mais importantes na estruturação e documentação cartográfica, uma vez que a esse documento são atribuídas informações sobre formas de relevo, dados morfológicos e morfométricos da drenagem, além de dados estruturais, o que resulta em um rico documento de análise espacial.

O objetivo da carta de Unidades Ecodinâmicas da Paisagem é evidenciar as modalidades de funcionamento do meio ambiente dos seres vivos, inclusive o Homem, definindo o grau de

sensibilidade desse meio em face de ocorrência de fenômenos naturais e espontâneos e/ou agilizados pela ação antrópica. O resultado final permite a identificação, em um único documento, de dados de litologia e condições edáficas, declividade, recursos hídricos, dinâmica externa e uso do solo, resultando em uma documentação rica em informações, contudo de interpretação complexa.

A análise geossistêmica da paisagem é enfatizada na metodologia apresentada por Monteiro (1982), onde a relação entre a sociedade e a natureza passa a ser considerada elemento componente de um sistema, em que o desenvolvimento não apresenta antagonismo. Para tanto, também aponta o geossistema como paradigma. Uma das principais contribuições da metodologia proposta pelo autor é a inclusão da dimensão espacial e da sucessão escalar nos estudos dos fenômenos ambientais. Uma das características fundamentais desse novo enfoque ecológico é seu subsídio à teoria holística através da descrição da seqüência de conjuntos hierarquizados, desde os organismos ou sociedades até a Terra toda como um sistema global.

Monteiro (1982) preocupa-se, na aplicação da metodologia, com a problemática das ordens de grandeza e dos graus de organização dos fenômenos (taxonomia). Aponta para as limitações e insatisfações a que o tratamento taxonômico pode conduzir em razão de uma falsa concepção de hierarquia. Para solucionar o problema apresenta a concepção proposta, em 1972, por Arthur Koestler, a qual integra a *arborescência* (relações dinâmicas entre os níveis) e o *reticulado* (corte transversal mostrando os modos como as partes estão contidas no todo). Assim, não basta considerar conjuntos espaciais como agregados de partes elementares, mas é necessário vislumbrá-los em profundidade, ou seja, em sua organização em vários níveis hierárquicos, tendo a ação antrópica como elemento de análise.

A representação cartográfica das classes, ou unidades geoambientais identificadas ou organizadas no espaço geográfico, é representada pelo Mapa de Qualidade Ambiental, reconhecido por Martinelli (1994) como de natureza cartográfica complexa. A inter-relação entre os potenciais ecológicos, a exploração biológica e a ação antrópica passam a ser analisadas como relações contidas e/ou integradoras do meio geossistêmico.

A avaliação da dinâmica climática proposta por Monteiro (1982) traz uma contribuição importante à análise geossistêmica ao aliar os componentes naturais às necessidades de uso e ação antrópica, chegando à discussão da formação de microclimas (clima urbano), o que

representa uma verticalização de análise espacial, com uma maior especialização na construção de sua abordagem metodológica. Quando assume o Homem como agente derivador da natureza, o autor passa a considerar a teoria de “modelização”, que consiste basicamente da necessidade de formulação de modelos múltiplos de análise espacial, com consideração das potencialidades geográficas, do grau de desenvolvimento econômico e da capacidade científica e tecnológica.

Assim, a modelização do geossistema permite sistematizar a análise do complexo sistema natural e assume, *a priori*, a dificuldade de “antropizar o geossistema”, ou seja, considera a importância da necessidade de estudos integrados em que a inserção da natureza na análise social seja intrínseca aos estudos ambientais, não uma abordagem estanque e dissociada das relações espaciais. As discussões apresentadas por Monteiro (1982) permitem a formação de uma estrutura seqüencial de atividades que se inicia pelo levantamento de dados, análise das informações, em que a visão de modelização dos geossistemas se materializa na correlação dos dados, para chegar a uma avaliação preliminar ou ao diagnóstico, seguido por um prognóstico, sugestões ou recomendações podendo chegar a definições de ações direcionadas ao planejamento.

Monteiro (2000) materializa sua abordagem metodológica em estudos realizados em 1987 no estado da Bahia, na região da Chapada Diamantina, objetivando formular um estudo ambiental que levasse a uma proposta de uso e ocupação do solo de forma disciplinar. Esse trabalho assume relevância para estudos fundamentados na abordagem geossistêmica no território nacional, chegando a esclarecer que o tratamento geossistêmico visa à integração das variáveis naturais e antrópicas (etapa de análise), fundindo recursos, usos e problemas configurados (etapa de integração) em unidades homogêneas, assumindo um papel primordial na estrutura espacial (etapa síntese), que conduz ao esclarecimento do estado real da qualidade ambiental (etapa de aplicação do diagnóstico).

O mapa-síntese de Qualidade Ambiental sobrepõe, em um único documento, uma gama de informações de caráter natural e antrópico, justificado pela tentativa constante de interação das relações antropogenéticas e espacialização dessas informações, seja na forma de mapa-síntese, seja na de esquemas e perfis que expressem a compartimentação espacial. Como foi mencionado anteriormente, o autor utilizou, para a representação-síntese, as propostas de Koestler (1972), que integram a arborescência (relação dinâmica entre os níveis) e o reticulado (corte transversal, mostrando como as partes estão contidas no todo).

Ao adotar os critérios de representação espacial de Kostler (1972), Monteiro (2000) tece comentários sobre o tratamento taxonômico proposto por Libault (1971), ao questionar que não é suficiente considerar conjuntos espaciais como agregados de partes elementares, mas que é necessário vislumbrá-los em profundidade para entender sua organização funcional.

Ross (1990) considera que os estudos integrados de um determinado território pressupõem o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural com ou sem a intervenção das ações humanas. Nesse contexto, o autor admite que os estudos ambientais devam estar alicerçados em metodologias baseadas na compreensão das características e da dinâmica do ambiente natural e do meio socioeconômico, visando buscar uma integração das diversas disciplinas científicas por meio de uma síntese do conhecimento acerca da realidade pesquisada.

Para que esses conceitos pudessem ser utilizados como subsídios ao Planejamento Ambiental, Ross (1990) ampliou o uso deles, estabelecendo, em vários graus, as *Unidades Ecodinâmicas Instáveis* ou *Instabilidade Emergente*, desde instabilidade muito fraca até a muito forte. Aplicou o mesmo para as *Unidades Ecodinâmicas Estáveis*, que, apesar de estarem em equilíbrio dinâmico, apresentam *Instabilidade Potencial* qualitativamente previsível face às suas características naturais e a sempre possível inserção antrópica. Desse modo, as Unidades Ecodinâmicas Estáveis, apresentam-se como Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial, em diferentes graus, tais como as de Instabilidade Emergente, ou seja, desde muito fraca até muito forte.

Quanto à análise taxonômica, Ross (1990) considera que, para um maior entendimento da dinâmica ambiental é necessário partir de uma análise setorizada que resulte em um objetivo único de integração. Exemplo disso é o estudo da superfície terrestre, composta por formas de relevo de diferentes tamanhos, ou *táxons*, de diferentes idades e processos genéticos e, portanto, dinâmico. Assim a dinamicidade das formas de relevo apresenta velocidades diferenciadas, mostrando-se ora mais instável, ora mais estável. Tal comportamento depende, às vezes, de fatores naturais e de outras de interferências antrópicas. Sob essa perspectiva, o autor admite conceitos discutidos por Tricart (1977) na abordagem ecodinâmica, fundamentando-se nos conceitos de instabilidade e estabilidade, acrescentando a essa temática o fator antrópico, ao admitir o homem como agente ativo capaz de interferir na dinâmica de esculturação da paisagem.

A análise taxonômica pode levar a uma maior especialização na leitura da paisagem e na compreensão da dinâmica atuante nas diversas escalas de abordagem espacial. Os processos endógenos e exógenos, geradores das formas do relevo terrestre, ou como definido por Guerasimov (1946), a morfoestrutura e a morfoescultura, passam a definir os *táxons* de maior ou menor importância a depender do objetivo e da escala da pesquisa.

Assim, as características morfoestruturais das formas de relevo, que definem um determinado padrão de formas, tamanho e idade, correspondem ao primeiro *táxon*. O segundo, definido por um *táxon* menor, são as unidades morfoesculturais geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico, sendo que em uma unidade morfoestrutural (*táxon* 1) é possível ter várias unidades morfoesculturais como, por exemplo, depressões, planaltos residuais, chapadas, entre outras. O terceiro *táxon* define unidades dos padrões de formas semelhantes do relevo ou os padrões de tipos do relevo. Esses padrões de formas semelhantes são conjuntos de formas menores do relevo, que apresentam entre si distinções de aparência em função da rugosidade topográfica ou índice de dissecação do relevo, tendo como formato (de topos), vertentes e vales. Essas formas individualizadas correspondem ao quarto *táxon* que, tanto podem ser de agradação, tais como: planícies fluviais, terraços fluviais ou marinhos, planícies marinhas, planícies lacustres, como as de denudação resultantes do desgaste erosivo, como as colinas, morros, *cuestas* entre outras. O quinto *táxon* corresponde às vertentes, ou setores das vertentes pertinentes a cada uma das formas individualizadas; o sexto *táxon* compreende aquele que define as formas menores, produzidas por processos erosivos ou deposicionais atuais, como as vossorocas, ravinas, bancos de sedimentação, assoreamentos e, ainda, as formas antrópicas, como corte de taludes, aterros, entre outras.

Embora seja reconhecida a leitura do relevo identificado na análise taxonômica, é importante considerar que essa representação deve estar de acordo com a escala de trabalho adotada, e fundamentalmente, atender aos objetivos da pesquisa, para que o produto final representado na carta geomorfológica não resulte em um material de leitura complexa pela sobrecarga de informações, gerando, conseqüentemente, o uso inadequado do material.

Quanto à questão de representatividade, Ross (1992) considera incompatível, por exemplo, a representação espacializada de setores de vertentes para escalas médias e pequenas como: 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000, 1:500.000, sendo eles passíveis de cartografiação em escalas maiores como 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000; assim também ocorre com as formas menores

produzidas por processos erosivos como vossorocas e ravinas ou, ainda, as vinculadas a ação antrópica como cortes de taludes e aterros (táxon 5), que só têm representatividade em escalas de maior detalhe como 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000. A abordagem taxonômica discutida por Ross (1992) garante à sua proposta metodológica uma importância significativa na análise geomorfológica, uma vez que define esse documento como critério fundamental para o direcionamento das ações de diagnóstico e prognóstico, definidas na metodologia.

Para a análise de fragilidade do relevo a metodologia ora apresentada propõe, em um primeiro momento, após seleção da área e objetivos de pesquisa, o levantamento, organização e elaboração de documentação temática capazes de promover uma leitura da paisagem, exigindo, para tanto, a organização cartográfica de dados quanto à pedologia, à geologia, aos índices de dissecação do relevo e declividade, dados pluviométricos e uso da terra. A produção desse banco de dados, cartografados na forma de cartas temáticas em mesma escala, subsidiará as análises de diagnóstico. A carta geomorfológica é um dos produtos intermediários para a construção da *Carta de Fragilidade*, o produto final resulta em um material analítico e de síntese, que dá suporte a um prognóstico ambiental e socioeconômico.

Para Ross (2001), os estudos ambientais aplicados ao planejamento visam atender às relações das sociedades humanas de um determinado território com o meio natural, ou seja, com a natureza desse território. Para o autor, a natureza é vista como recurso que serve como um suporte para a sobrevivência humana. Sendo assim, é pressuposto da pesquisa ambiental ter como objeto de análise as sociedades humanas com seus modos de produção, consumo, padrões sócio-culturais e o modo como se apropriam e tratam os recursos naturais. Sob essa perspectiva, os estudos ambientais de abordagem geográfica têm sempre como referencial uma determinada sociedade (comunidade), que vive em um determinado território (município, país, estado, região, lugarejo, bacia hidrográfica, etc.), onde desenvolvem suas atividades, com maior ou menor grau de complexidade, em função da intensidade dos vínculos internos e externos que mantém no plano cultural, social e econômico. Deste modo, o entendimento holístico, no plano socioeconômico e ambiental de uma sociedade que vive em um determinado lugar, é necessário um profundo conhecimento de sua história, seus padrões culturais, dinâmica socioeconômica atual, seus vínculos como o “mundo externo”, seus recursos naturais/ambientais disponíveis e do modo como trata estes recursos.

Nessa mesma concepção de análise sistêmica, Becker e Engler (1997) apresentam o modelo de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), proposto para os Estados da Amazônia Legal, em 1991, elaborado pelo Governo Federal em conjunto com secretarias estaduais, municipais, órgãos colegiados, sociedade civil e instituições privadas, e, posteriormente, em 2000 ampliado para a zona costeira do território nacional dentre outras áreas em escalas diversas.

A concepção teórica em que se fundamenta o estudo de zoneamento propõe uma política de desenvolvimento sustentável que visa a conciliar os conflitos decorrentes da forma de apropriação do espaço através da proposta de regulamentação do uso do território. Considerando o caráter abrangente de análise territorial, a metodologia de zoneamento ecológico-econômico considera-se capaz de manifestar a atuação de dois agentes ativos que atuam no espaço territorial: os processos naturais sintetizados nos princípios da ecodinâmica de Tricart (1977) e os processos sociais, que respondem à dinâmica econômica e aos objetivos políticos, sob uma perspectiva de integração. Para a efetivação desses objetivos é avaliada a vulnerabilidade da paisagem natural, considerando-se a potencialidade social como complemento indispensável para obtenção da integração ecológico-econômica, necessária ao zoneamento.

A vulnerabilidade é avaliada segundo unidades territoriais político-administrativas, resultando em um documento cartográfico de pelo menos três cartas básicas, sendo duas temáticas – *vulnerabilidade natural* e *potencialidade social* – e uma carta-síntese de subsídio à gestão do território, baseada nos níveis de sustentabilidade e na legislação existente. A estabilidade ou vulnerabilidade é considerada segundo a análise do conjunto dos componentes naturais determinados nas avaliações das unidades homogêneas, sendo sua resistência quantificada por graus que vão desde muito resistente a pouco resistente.

O material resultante dessa descrição é uma carta temática da vulnerabilidade natural, representando, em cores, as unidades homogêneas, as características físicas, as de ocupação e do grau de vulnerabilidade descrito em tabelas. Contudo, o que chama a atenção é a quantidade de informações representadas em um único documento, formando um emaranhado de dados sobrepostos, difíceis de interpretar.

A segunda etapa consiste da análise do potencial socioeconômico, resultando em uma carta temática de potencialidade social. O levantamento e a organização das informações pertinentes ao quadro social permitem a elaboração de um banco de dados e de cartas temáticas

intermediárias, que possibilitam a espacialização da dinâmica de estruturação das relações sociais. Assim como na análise física, nos estudos dessa natureza, a potencialidade social passa a ser analisada por unidades territoriais, o que evidencia uma divisão espacial por unidades homogêneas. Sendo, portanto, estabelecida a potencialidade social de cada unidade, considerando-se a relação entre os fatores dinâmicos e os fatores restritos em termos econômicos, sociais e políticos.

Tendo em vista a elaboração das cartas temáticas da vulnerabilidade natural e a da potencialidade social, procede-se a elaboração da carta-síntese de subsídios para a gestão do território, que se constitui a fase final dessa metodologia. A partir da sobreposição das cartas da vulnerabilidade natural e a da potencialidade social são definidos os níveis de sustentabilidade de uso do território, sendo o fator legislação um forte parâmetro de análise. A documentação final representa uma proposta técnica em que são sintetizadas, em um único documento cartográfico, as informações (físicas, sociais e legais), como meio de subsidiar as discussões quanto à implantação do Zoneamento Ecológico Econômico.

Mais recentemente Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2002) propõem uma metodologia de zoneamento ambiental sob a perspectiva da Geoecologia da Paisagem, para os autores a concepção sistêmica:

(...) consiste em uma abordagem em que qualquer diversidade da realidade estudada (objetos, propriedades, fenômenos, relações, problemas, situações etc.) pode-se considerar como uma unidade (um sistema) regulada em um ou outro grau que se manifesta mediante algumas categorias sistêmicas, tais como: estrutura, elemento, meio, relações, intensidade etc. (...) Desta forma, pode-se definir como um sistema ao conjunto de elementos que se encontram em relação entre si, e que formam uma determinada unidade e integridade. (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2002, p.41-42).

A proposta metodológica destes autores considera as discussões de Sotchava (1977; 1978), fundamentando-se numa análise integrada dos componentes antrópicos e naturais a partir de uma caracterização socioeconômica e geoecológica, que subsidiará a elaboração de uma documentação temática e a formulação de textos científicos e de caráter técnico operacional com vistas ao planejamento territorial.

Dentre as discussões apresentadas por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2002), a análise da paisagem toma importância significativa, ao considerar a necessidade da inter-relação entre os

geocomponentes e seus complexos elementos, sendo fundamental a determinação e estudo dos modelos mono e polissistêmicos da paisagem. Nesse contexto, a paisagem é entendida como um sistema aberto que se encontra em constante inter-relação com as paisagens circundantes através da troca de matéria e energia. (RODRIGUEZ, 1994).

Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2002) propõem idéias, conceitos e métodos de estudo, abrangendo os enfoques estrutural, evolutivo-dinâmico, antropogênico, integrativo da estabilidade e sustentabilidade e o funcional da paisagem. A estrutura da paisagem caracteriza a forma de sua organização interior, as relações entre os componentes que a formam e das subunidades de paisagem de categoria inferior. A análise estrutural da paisagem incide em esclarecer como se interagem os seus componentes para dar espaço às formações integrais e como é a organização estrutural das unidades de paisagem.

Outro enfoque proposto pelos autores é o enfoque histórico-antropogênico na análise da paisagem. Este se baseia na interferência da sociedade na geosfera. Esta intervenção constitui um avanço no desenvolvimento da matéria e um significado evolutivo, considerando os problemas de modificação e transformação das paisagens, sua classificação e características, os impactos geoecológicos e a dinâmica antrópica das paisagens. O material-síntese responde à sobreposição e análise das informações definindo material direcionado ao planejamento em diferentes escalas analíticas.

Cabe ressaltar que as propostas metodológicas aqui apresentadas buscam, todas elas, uma integração dos componentes socioeconômicos e os componentes físicos que integram a paisagem, numa perspectiva de leitura sistêmica do espaço, embora pareça claro que, em alguns casos, o peso maior sobrepõe-se em um ou outro aspecto, ou seja, ora a validação dos atributos físicos toma maior peso na análise, ora são enfatizados os componentes socioeconômicos materializados na necessidade progressiva do uso do espaço territorial, revelado em situações conflitantes.

No entanto, essa completa integração dos agentes físicos e antrópicos na análise geográfica apresenta-se ainda, como um desafio na busca de metodologias que levem a uma leitura do espaço geográfico como suporte das relações humanas e, portanto, integrante de um sistema global. O resultado-síntese, a exemplo das propostas metodológicas ora apresentadas, configura-se, via de regra, um material cartográfico rico em informações, mas de difícil leitura, por

apresentarem, em um único documento, uma gama de informações como resultado da idéia de integração.

Embora a análise de áreas homogêneas leve a discussões e questionamentos quanto a sua aplicabilidade, ela ainda constitui-se um meio importante de espacialização e análise conjunta da dinâmica processual no espaço geográfico, o que torna veemente a consideração de que não é possível permitir que a “setorização” na análise espacial leve à perda da noção de sistema, ou seja, da compreensão do espaço como um sistema aberto, com constantes trocas de matéria e energia que interagem entre si e não como focos estantes e dissociados do todo.

Costa Sul do Estado da Bahia e Baixada Santista no Estado de São Paulo – dinâmica de funcionamento dos sistemas naturais e a ação antrópica – um exercício de análise ambiental

A Região Metropolitana da Baixada Santista localiza-se na região central do litoral do Estado de São Paulo (SP), entre as porções do litoral norte e sul do Estado. Corresponde a uma das áreas de maior adensamento populacional com cerca de 1,7 milhões de habitantes, sendo uma das principais regiões econômicas do território nacional. Compõem a região os seguintes municípios: Bertioga, Santos, São Vicente, Praia Grande, Cubatão, Guarujá, Mongaguá, Peruíbe e Itanhaém.

Trata-se de uma área que apresenta características diversas de desenvolvimento econômico priorizando as atividades industriais, portuárias e turísticas. Embora apresente uma população considerável, em pelo menos três meses do ano e em situações esporádicas de feriados em razão das atividades turísticas, a população pode aumentar até três vezes mais neste período. (AFONSO, 2006)

As Regiões Costa do Descobrimento e Costa do Cacau localizam-se na porção sul do litoral do Estado da Bahia (BA), sendo que a primeira responde a uma população de cerca de 197.330 habitantes distribuídos em quatro municípios: Porto Seguro, Prado, Santa Cruz de Cabrália e Belmonte, com destaque para a concentração de ocupação no município de Porto Seguro com aproximadamente 120.460 habitantes, tendo os demais menos de 30.000 habitantes. A Costa do Cacau compreende os municípios de Ilhéus, Itabuna, Itararé, Canavieiras, Una, Uruçuca e Santa Luzia, com uma população total de 570.000 habitantes, com destaques para a concentração de

ocupação nos municípios de Ilhéus (220.943 hab.) e Itabuna (210.604 hab.) sendo os demais entre 15.000 e 40.000 habitantes. Tais regiões têm seu desenvolvimento econômico relacionado em grande parte a atividade agrícola, pecuária e turística. (SEI, 2004).

A ocupação das Regiões da Baixada Santista, Costa do Descobrimento e Costa do Cacau datam do início do processo de colonização do território nacional, portanto, a mais de 500 anos, tendo inicialmente organizações de uso similares relacionadas ao processo de colonização marcado pela produção do espaço rural. Sobretudo, a partir da década de 1940 em razão da política nacional de desenvolvimento, tais usos se especializam e se alteram por completo tendo a construção de cenários diversos, marcados na Região da Baixada Santista pela especialização da produção urbana relacionada em grande parte pela organização de pólos industriais, e nas Regiões da Costa do Descobrimento e Costa do Cacau, observa-se uma maior especialização da organização agrícola relacionada em grande parte a produção cacaueira e pecuária, mostrando linhas de alteração de uso, sobretudo a partir da década de 1980 quando a região sul da Bahia passa a responder pela produção diversificada do setor agrícola, alteração na conformação do espaço urbano aumentando o número de população urbana em detrimento a rural e substancialmente uma maior verticalização do uso turístico que imprime mudanças consideráveis na relação de construção do espaço. (OLIVEIRA, 2010).

Tais usos inadvertidamente se processam desde longa data, desconsiderando critérios de planejamento que tenham a leitura dos mecanismos de funcionamento e fragilidades dos sistemas naturais como prerrogativas ao definir diretrizes de uso, tal posicionamento converge para situações conflitantes de impactos ambientais. Buscou-se neste estudo, apresentar os fatores físicos que regem as paisagens das áreas de estudo como meio de elucidar a fragilidades dessas áreas frente à relação do uso estabelecido.

Ao referir-se a gênese e conformação do litoral brasileiro, Tesser e Goya (2005) consideram que a posição geográfica tanto quanto a orientação da linha de costa estão associadas às reativações pós-paleozóicas que deram origem às bacias sedimentares tafrogênicas, sendo necessário considerar a evolução dos processos geológicos no final do período Jurássico a cerca de 150 milhões de anos.

Ab'Saber (1965) ao referir-se especialmente a zona costeira do estado de São Paulo, mais precisamente a área de ocorrência da Baixada Santista, chama a atenção para episódios distintos

de deformação resultantes da ação tectônica quebrável, tendo como indícios alinhamentos de falhas que responderiam a fases antigas do Terciário (paleoceno e holoceno), tais como evidências, a linha de falha paralela ao atual canal de Bertioga, dentre outras definidas em especial pelo alinhamento da drenagem. Chama atenção ainda para as diferentes fases de soerguimentos epirogênicos, compartimentação erosiva seguida dos processos denudacionais cenozóicos. Tais processos responderiam à gênese de organização do macro compartimento do Planalto Atlântico e das Bacias Costeiras, preenchidas posteriormente, durante o quaternário.

A região da Baixada Santista no litoral do Estado de São Paulo, objeto de estudo deste trabalho, responde a parte da área de ocorrência do Planalto Atlântico mais precisamente a zona da Província Costeira que corresponde à área do Estado drenada diretamente para o mar, constituindo o rebordo do Planalto Atlântico. Para Almeida (1974), a Província Costeira divide-se naturalmente em duas zonas distintas – a Serrania Costeira e as Baixadas Litorâneas.

A zona denominada Serrania Costeira, caracteriza-se geomorfologicamente pela presença de escarpas abruptas, que se intercalam com anfiteatros sucessivos, separados por espigões. Essa faixa de escarpas apresenta, em planta, larguras médias entre 3 e 5 quilômetros, que favorecem o desnível total da ordem de 800 a 1200 metros entre as bordas do Planalto Atlântico e as Baixadas Litorânea. Tais escarpas ficam posicionadas mais próximas do mar entre as Serra de Parati e de Juqueriquerê. Nesse setor do litoral paulista, as escarpas se fazem representar por espigões, que se alargam paralelamente, as direções NE das estruturas regionais, são sustentadas por granitos orientados e magmatitos. Observam-se níveis importantes de declividade entre 12 a maior que 30% e a ocorrência de morros isolados e planaltos residuais.

Nesta unidade de relevo a drenagem apresenta um padrão dendrítico, adaptado às direções de falhas e fraturas das estruturas. Os solos dominantes são cambissolos e litólicos, apresentando também afloramentos rochosos. Quanto à litologia, encontram-se granitos, migmatitos, gnaisses e micaxistos. (ROSS e MOROZ, 1997). A configuração litológica responde em parte à dinâmica erosiva das escarpas, sendo na área de ocorrência da Baixada Santista, bastante distinto os processos de esculturação do relevo.

Para Almeida (1974), as principais escarpas da Serra do Mar apresentam-se em maioria estabelecidas em rochas resistentes como granitos e gnaisses ao passo que os vales se abrem em erosão remontante nas zonas de rochas menos resistentes. Há de se considerar ainda, os

importantes depósitos de diques de diabásio e intrusões alcalinas que sustentam a base das escarpas, retardando o processo de recuo, e ainda o afloramento de gnaisses e quartzitos que sustentam os alinhamentos serranos.

A descontinuidade litológica, somada aos altos índices pluviométricos que ultrapassam 3000 mm/ano e a configuração topográfica que representa elevados índices morfométricos como declividades superiores a 30%, fragilizam a área a ocorrência de processos relacionados a movimentos gravitacionais sejam estes vinculados a movimentos de massa, deslocamento de blocos, deslocamentos e corridas de lama.

Os bancos de colúvios de granulometria variada, dispostos em talus e rampas, ocorrem a meia encosta e nos sopés da Serra do Mar e escarpas associadas. Esses materiais estão sujeitos a processos de movimentos de massa. Tais depósitos estão associados à predominância dos solos espodosolos. Para Oliveira (1999), os espodosolos são solos essencialmente arenosos, assemelhando-se bastante, quanto ao comportamento físico e químico, aos neossolos quartzarênicos. Sua fração areia é constituída predominantemente por quartzo; são, portanto, solos virtualmente desprovidos de minerais primários intemperizáveis e conseqüentemente de reservas minerais em nutrientes. A textura grosseira determina baixa capacidade de retenção de água, porém o regime hídrico da região litorânea, bastante úmida ao longo do ano, minimiza tal limitação. O lençol freático é bastante elevado o que exige limites de uso ao considerar sua fragilidade.

Tais processos em grande parte, associados à ação antrópica como desmatamentos, intensificação do uso urbano e rural resultam na maximização dos mecanismos que regem o funcionamento dos processos, alterando por completo a dinâmica, magnitude e abrangência do fenômeno se revelando em situações de risco. Os resultados inevitavelmente respondem a perdas materiais e humanas em larga escala.

As Planícies Costeiras compreendem áreas restritas de planícies mais ou menos isoladas, ou seja, dispostas em áreas descontínuas a beira-mar, não ultrapassando 70 metros de altitude (ALMEIDA, 1964). Ab'Sáber (1956) menciona que as Baixadas Litorâneas caracterizam-se por apresentarem planícies costeiras de dimensões reduzidas e com padrão de distribuição descontínuo, associadas geneticamente a colmatagem flúvio-marinha recente. De acordo com o autor,

no Litoral Norte, onde os esporões da Serra do Mar e os pequenos maciços e morros litorâneos isolados atingem diretamente as águas oceânicas, observam-se costas altas e jovens; enquanto no Litoral Sul, enfeixadas por extensas praias-barreiras, as planícies litorâneas apresentam maior largura e maiores tratos de terrenos firmes, discretamente ondulados. (AB'SÁBER, 1956, p. 15).

Ab'Sáber (1956) acrescenta que a extensão das planícies litorâneas, assim como a própria largura em planta da Província Costeira, apresenta-se bastante variável ao longo de toda a costa paulista. No setor relativo ao litoral sul, encontra-se extensa planície costeira, com o desenvolvimento de costas retilíneas, cujas escarpas das serras se distanciam da orla, principalmente na região do vale do Rio Ribeira de Iguape. Em contrapartida, no litoral norte, a partir da Ponta da Boracéia, as escarpas serranas descem diretamente para o mar, intercalando pequenas planícies e enseadas.

Para Suguio e Tessler (1992), as oscilações do nível do mar durante o Quaternário respondem em grande parte a origem dos sedimentos depositados nas planícies costeiras, resultados de ciclos de sedimentação entremeados por intensos processos erosivos. Para os autores, a importância dos episódios de transgressão marinha associados a níveis marinhos mais elevados que o atual estaria associada à origem de pelo menos dois tipos distintos de sedimentos, sendo ora associados à Formação Cananéia, com idade de deposição entre 100.000 e 120.000 anos, e ora associados à Formação Santos, mais recente datada de 7.000 a 5.000 anos.

A Formação Cananéia caracteriza-se por material areno-argiloso com formação associada a ambiente misto continental-marinho. Tal associação vincula-se a fases de regressão marinha, em que o nível do mar a cerca de 15.000 anos teria rebaixado 130m em relação ao nível atual, resultado da última era glacial. Já os sedimentos relacionados à Formação Santos, estão associados ao retrabalhamento dos sedimentos da Formação Cananéia e a sedimentação lagunar e de baías, estando relacionados ainda às oscilações negativas do nível do mar. (MASSAD, 1985).

Para Ross e Moroz (1997), na área de ocorrência das Planícies Litorâneas na unidade morfológica definida como Planície Santista, apresenta altitudes inferiores a 20 metros, solos hidromórfico e podzol hidromórfico, declividade muito pequena (inferior a 2%) e, quanto à litologia, encontram-se sedimentos marinhos e fluviais inconsolidados (areias, argilas e cascalhos). Essas áreas constituem-se basicamente pelas formas de relevo do tipo planícies, terraços marinhos e campo de dunas. As zonas de Planície Costeira constituem-se ainda, na área

de pesquisa, à ocorrência de areias marinho-litorâneas características de material paleistoceno marinho (Formação Cananéia), com ocorrência de sedimentos arenosos e areno-argilosos, dispostos em baixos terraços marinhos.

De acordo com Suguio e Martin (1978), os sedimentos arenosos caracterizam-se geneticamente por cordões de regressão em superfície que, geralmente, se encontram impregnados de materiais húmicos e ferruginosos. Os depósitos arenosos apresentam-se eventualmente recobertos por campos de dunas, originados do retrabalhamento dos cordões de regressão marinha, efetuado pelo vento. Nos locais onde a Formação Cananéia, foi mais erodida, depositaram-se, discordantemente, sedimentos argilo-arenosos de origem flúvio-lacustres e sedimentos arenosos vinculados a ambientes lagunares. Nessas zonas observa-se a ocorrência de solos espodossolos e gleissolos.

Os manguezais, por sua vez, encontram-se associados a zonas de influência fluvial, cuja distribuição segue um padrão descontínuo ao longo do litoral paulista. São constituídos por materiais lamosos, que se formam por acréscimo de material fino depositado basicamente em consequência das oscilações da maré.

Para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT, 1981), os aluviões antigos têm sido reconhecidos sob a forma de terraços fluviais, com cascalheiras elevadas em torno de 7 a 8 metros acima do leito do Ribeira do Iguape e em torno de 5 metros acima das várzeas atuais, na região da Baixada Santista, onde são formados por areias, incluindo lentes de argila e cascalho em quantidades subordinadas, por vezes, com estratificação cruzada. Tais fatores caracterizam a dinâmica de funcionamento das Planícies Costeiras na área de estudo, sendo que a configuração de sua estruturação aponta para diversos níveis de fragilidades ambientais, assistidos, sobretudo, na configuração de processos como inundações e erosões costeiras. Não diferentes dos processos gravitacionais assistidos na Zona de Serrania Costeira, as inundações e processos de erosão costeira, são acrescidos em sua dinâmica e raio de influência quando da interferência antrópica.

A área de Planície Costeira apresenta um intenso e complexo processo de uso e ocupação das terras, fato que resulta em quadros catastróficos ao considerar que, somados os processos naturais específicos e assistidos nas zonas de planícies, estas são ambientes receptores de toda a energia e matéria da Zona de Serranias.

Almeida (1974) ao referir-se à Costa do Descobrimento e Costa do Cacau no Estado da Bahia, considera que a situação geológica e morfológica se apresenta bastante complexa, sobretudo na Costa do Descobrimento podendo compartimentar essa área em três grandes unidades.

A primeira faz referência ao embasamento composto por rochas de idade precambriana (gnaisses, gnaisses migmatíticos, gnaisses kinzigíticos, quartzitos, xistos, filitos, metacarbonatos, conglomerados e granitóides) que afloram na porção mais continental da região da Costa do Descobrimento. A segunda compartimentação considera as áreas dos Tabuleiros Costeiros, constituídos pelos sedimentos terciários do Grupo Barreiras que ocupam a maior parte da área e alcançam a linha de costa em vários trechos. Por fim, tem-se a área de ocorrência das Planícies Quaternárias, constituídas por depósitos marinhos continentais e recifes de coral, ocupam as áreas mais baixas da zona costeira, bordejando a linha de costa e adentrando os grandes vales escavados nos Tabuleiros Costeiros.

Dentre os impactos diagnosticados na área em questão têm-se os intensos processos relacionados à erosão associada em grande parte à inconsolidação e fragilidade dos depósitos do Grupo Barreiras que se estendem por toda a zona de ocorrência dos tabuleiros costeiros. Os depósitos relacionados à Formação Barreiras constituem-se em sua maioria de depósitos flúvio-marinhos com baixo nível de consolidação, estando exposta a erosão costeira na organização de formas de relevo como as falésias. Uma vez submetidos ao processo de mobilização por ação erosiva, os sedimentos são transportados ao limite da linha de costa, definindo uma heterogeneidade de mecanismos de deposição, resultando em feições que apresentam expressiva fragilidade. Contudo observa-se processos erosivos acelerados e maximizados em grande parte pela ação antrópica, que convergem em tempo menor uma quantidade maior de sedimentos depositados na costa, resultando ou contribuindo para episódios de erosão costeira e de redefinição da linha de costa.

Num processo natural de organização e funcionamento dos sistemas que integram a paisagem, a absorção de matéria e energia se faz num fluxo dinâmico e contínuo dando condições à organização das formas e processos. Contudo, ao considerar a intervenção a ponto de atingir o limiar de sustentação de funcionamento de tais sistemas, estes apresentam níveis diversos de desequilíbrios manifestados em situações de conflito entre a necessidade e modelo

de apropriação antrópica e a regência de funcionamento de tais sistemas. Têm-se inevitavelmente a perda da qualidade de sustentação ecológica e o comprometimento da própria vida humana.

Considerações

As Regiões da Baixada Santista, no Estado de São Paulo, e Costa do Descobrimento e Costa do Cacau no Sul, no Estado da Bahia, correspondem a áreas de intensas fragilidades ambientais ao considerar o funcionamento dos sistemas que integram a paisagem. As características de gênese e organização das formas de relevo associadas às referidas regiões, atribuem a estas, espaços singularidades no arranjo e configuração das formas dando maior dinamismo aos processos associados.

A configuração topográfica marcada pela ocorrência de extensa Planície Costeira, responde a ocupação prematura destas áreas datadas do início da colonização do território nacional. Fato que resulta inevitavelmente em situações conflitantes quanto ao modelo de apropriação do espaço e a consolidação urbana ou rural de longa data. Seja nas zonas de planícies onde em grande parte, observa-se o esgotamento do espaço em razão da intensa ocupação humana, seja nas zonas de serranias, onde a despeito das áreas de preservação ambiental, a ocupação se faz de forma desenfreada, comprometendo por completo a permanência e sustentabilidade dos sistemas ambientais.

Faz-se notório o desafio de equacionar a necessidade de usos múltiplos em ambientes de reconhecidas fragilidades ambientais, onde a resposta as alterações impostas pela ação antrópica se fazem presentes nas catástrofes comumente vividas pela sociedade.

Assume-se hipótese de que o universo da região da Baixada Santista apresenta maior nível de preservação em resposta as áreas de proteção legal do Parque Estadual da Serra do Mar, definidas já na década de 1970, mais precisamente no ano de 1977 pelo Decreto Estadual de número 10.251/77 que instituiu a criação do Parque Estadual e restringe a relação de usos na área de ocorrência e influência do Parque. (SÃO PAULO, 2010).

Apesar do intenso uso urbano-industrial, a região da Baixada Santista assiste ainda a sérias pressões relacionadas ao uso nas zonas do entorno e de amortecimento da área de ocorrência do

Parque. A permanência dessa unidade de conservação impõe em área territorial espaço importante de preservação, contudo, nos permite aferir que zonas desprovidas dessa salvaguarda legal se expõem a situações de impactos conflitantes, haja vista, as zonas de planície em sua totalidade absorvidas pelo uso urbano.

Mesmo apontamento se faz as regiões da Costa do Cacau e Descobrimento no Estado da Bahia, onde o uso agrícola e turístico se impõe sob uma dinâmica sem perspectivas imediatas de alterações, mas que se revelam em impactos de ordens diversas. As áreas que respondem a forte pressão imobiliária e das grandes redes hoteleiras tanto quanto as zonas de intenso uso agrícola se apresentam como cenários que imprimem um modelo de apropriação que na grande maioria dos casos não consideram os níveis de fragilidade dos sistemas ambientais, convergindo em cenários de impactos agravantes.

Embora as áreas de estudo inicialmente tenham assistido processos semelhantes de uso definidos pelo modelo de apropriação colonial, é possível definir que, sobretudo, no período posterior a década de 1950 até os dias atuais, a dinâmica de organização do espaço se redefine por completo apontando novos rumos ao uso e relação de apropriação do território deflagrando situações diversas na construção e organização dos espaços geográficos, tendo os sistemas ambientais como palco das articulações antrópicas resultando em desequilíbrios aos sistemas naturais em escalas diversas.

O entendimento do funcionamento dos sistemas naturais e da dinâmica relacionada ao uso e ocupação do espaço impõe a estas áreas, zonas singulares de observação, definindo a necessidade de estudos que considerem as fragilidades dos sistemas naturais e a relação do uso e ocupação das terras sob uma perspectiva sistêmica, podendo vir a subsidiar discussões de planejamento.

Tais questões se colocam como desafios, seja na definição coerente dos objetivos, escalas, metodologias de pesquisa e especialização de profissionais que possam vir a contribuir de forma efetiva nas investigações, diagnósticos e prognósticos que levem a tomada de decisão.

Referências

- AB'SABER, A. A evolução geomorfológica. In: AZEVEDO, A. (org.). **Baixada Santista: aspectos geográficos**. São Paulo: Edusp, v.1, 1965. p. 49-66.
- AB'SABER, A. A terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v. 23, p. 5-38, 1956.
- AFONSO, C. M. **Uso e ocupação do solo na zona costeira do estado de São Paulo: uma análise ambiental**. São Paulo: Edusp, 2006.
- ALMEIDA, F. F. M. de. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: IGEOG, 1974. (Teses e monografias, 14).
- ALMEIDA, F. F. M. de. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, v. 41, p. 169-263, 1964.
- BECKER, B. K. ; EGLER, C. A. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estados da Amazônia Legal**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1997.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia global. Esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra**, São Paulo, v. 13, p. 1-27, 1972.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1980.
- GERASIMOV, I. P. Essai d' interprétation geomorphologique du schéma general de la structure geologique de l' URSS. **Problèmes de Geographie Physique**, Moscou, v. 12, p. 1-15. 1946.
- INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981, v. 1, 94p.
- KOESTLER, A. Beyond atomism and holism: the concept of holon. In: KOESTLER, A. **Smithies beyond reductionism: the Alpbach Symposium**. London: Hutchinson, 1972. p. 192-232.
- LIBAULT, A. Os quatros níveis da pesquisa geográfica. In: **Métodos em questão**, São Paulo, n.1, 1971. 14p.
- MARTINELLI, M. Cartografia ambiental: uma cartografia diferente? In: **Revista do Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo**, n. 7, São Paulo, p. 61-80, 1994.
- MASSAD, F. **As argilas quaternárias da Baixada Santista: características e propriedades geotécnicas**. São Paulo, 1985. 180p. Tese (Livre Docência). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo.
- MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.
- MONTEIRO, C. A. F. The environmental quality in the Ribeirão Preto region, SP: an attempt. In: **Commision on environmental problems**. São Paulo: UGI, 1982.
- OLIVEIRA, J. B. et al. **Mapa pedológico do estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas ; Rio de Janeiro: IAC: EMBRAPA, 1999.
- OLIVEIRA, R. C. de. **Desafios metodológicos no planejamento ambiental: costa sul do estado da Bahia e Baixada Santista no estado de São Paulo**, 2011, p. 282.

OLIVEIRA, R. C. Sistemas costeiros e impactos decorrentes da ação antropica: os cenários da costa do Cacau e costa do Descobrimento no estado da Bahia e região metropolitana da Baixada Santista no estado de SP- Brasil. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6. - SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2., Coimbra, 2010. **Anais...** Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010. p. 1-15.

OLIVEIRA, R. C. **Zoneamento ambiental como subsidio para o planejamento de uso e ocupação do solo no município de Corumbataí-SP**. Rio Claro, 2003. 141 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

RIBEIRO, J. L. **Zonas húmidas costeiras e ordenamento territorial**. Coimbra: Universidade de Coimbra-Portugal, 2001.

RODRIGUES, J. M. M. Análise e síntese da abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo**, n.9, São Paulo, 1994.

RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. D.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoeecologia da paisagem: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: EDUFC, 2002.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia e geografia aplicadas à gestão territorial: teoria e metodologia para o planejamento ambiental**. São Paulo, 2001, 322 f. Tese (Livre Docência) Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. In: **Revista do Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo**, n. 6, p. 17-30, 1992.

ROSS, J. L. S ; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo: escala 1:500.000**. São Paulo: USP, 1997.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Desenvolvimento. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo: escala 1:500.000**. São Paulo: IPT, v. 2, 1981. (Publicação IPT, n.1184. Monografias; v. 6)

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Legislação**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br>>. Acesso em: 14 de outubro 2010.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA – SEI. **Base de dados**. Salvador: SEI, 2004. 1 CD-ROM.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. In: **Métodos em questão**, São Paulo, n.16, 1977. 50p.

SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. In: **Biogeografia**, São Paulo, n. 14, p. 1-24, 1978.

SUGUIO, K; MARTIN, L. Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense. In: **International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1978, 55p.

SUGUIO, K; MARTIN, L. Geologia do quaternário. In: **Solos do litoral paulista**. São Paulo: ABMS, 1994. p. 69-98.

SUGUIO, K. ; TESSLER, M. G. Depósitos quaternários da planície costeira da Cananéia-Iguape (SP). **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico**, n.9, p.1-33. 1992.

TESSER, M. G. ; GOYA, S. C. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. In: **Revista do Departamento de Geografia**, Universidade de São Paulo, n. 17, São Paulo, p.11-23, 2005.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

VERNADSKI, V. I. **A construção química da biosfera terrestre e seus arredores**. São Paulo: [s.n.], 1965.

VICENTE, L. E. ; PEREZ FILHO, A. Abordagem sistêmica e geografia. **Revista de Geografia**, v. 28, n. 03, p. 323-344. 2003.

Sobre a autora:

¹Regina Célia de Oliveira

Profa. Dra. da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Instituto de Geociências, Departamento de Geografia

Contato: reginacoliveira@ige.unicamp.br

MAPEAMENTO E GESTÃO DE RISCOS DE ESCORREGAMENTOS EM ÁREAS DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS

Leandro Eugenio da Silva Cerri¹
Fernando Rocha Nogueira²

Considerações Iniciais

Os enormes danos e prejuízos individuais e coletivos, transtornos insuportáveis e recorrentes no trânsito das grandes cidades e o assustador número de mortes associadas aos períodos chuvosos dos últimos anos, têm trazido ao debate a temática dos riscos urbanos. Este é um assunto que cobra dos administradores públicos ações urgentes e complexas, reparações de equívocos e descasos históricos na construção dos espaços urbanos, além do entendimento das mudanças climáticas enunciadas pelos cientistas, e dos impactos que elas podem provocar na vida das cidades e as medidas de adaptação necessárias.

A inclusão da gestão dos riscos ambientais nas agendas, orçamentos e planos de trabalho das prefeituras brasileiras deve, necessariamente, ocorrer nos próximos anos, como aconteceu com inúmeros itens das políticas públicas locais que se transformaram em componentes estruturais de ação das municipalidades e que há muito pouco tempo inexistiam, como por exemplo, o Serviço Único de Saúde (SUS), políticas ambientais, coleta e destinação de resíduos sólidos, tratamento de esgoto, entre outros. Entretanto, a rapidez e a qualidade deste processo dependem muito da superação da sazonalidade com que o tema vem à tona (ficando esquecido fora dos períodos chuvosos) e da confusão conceitual profunda dos gestores, da mídia e da população entre risco, perigo e acidente e as diferentes formas e caminhos para tratá-los.

Risco é a potencialidade de que ocorra um acidente, um desastre, um evento físico que resulte em perdas e danos sociais ou econômicos. A geógrafa francesa Yvette Veyret considera risco um objeto social e o define como a percepção do perigo ou da catástrofe possível (VEYRET, 2007). A autora considera que o risco existe apenas em relação a uma sociedade que o apreende por meio de representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas. Não há risco, portanto, sem uma população que o perceba e que possa sofrer seus efeitos.

Grandes acidentes causados pelas chuvas, e também os pequenos, que não são noticiados pela mídia, mas que somados causam enormes prejuízos à economia e ao desenvolvimento das comunidades e indivíduos afetados, não são novidade na história da urbanização brasileira, porém, é muito recente, com não mais que um quarto de século, a formulação de métodos e técnicas que permitam a gestão e o tratamento dos riscos ambientais.

Particularmente em relação aos processos de escorregamentos, o quadro observado no Brasil não é distinto dos demais acidentes urbanos deflagrados por chuvas. A cada estação chuvosa ocorrem graves acidentes associados a escorregamentos em áreas urbanas de vários municípios brasileiros, muitas vezes resultando em perdas de vidas e ferimentos e, quase sempre, em prejuízos materiais que representam grave impacto na capacidade de desenvolvimento da população que reside nas áreas afetadas.

Para ilustrar o fato de que este tipo particular de acidente não é de ocorrência recente, bem como para destacar a abrangência da problemática tratada, é interessante registrar que, em 1956, o Professor Milton Vargas presidiu comissão técnica nomeada pelo então Governador do Estado de São Paulo para averiguar as causas dos escorregamentos nas áreas ocupadas dos morros de Santos. A seguir são transcritos trechos do relatório elaborado pela citada comissão, extraídos de Vargas (1956):

– não considero o problema surgido com os desabamentos dos morros... de solução puramente técnica. Creio que somente a tomada de consciência da questão, sob um ponto de vista social e econômico, é que nos poderia fornecer subsídios para a solução racional da situação criada pelo perigo naqueles morros. Os problemas técnicos correlacionáveis com a previsão e prevenção das ocorrências catastróficas não são facilmente solúveis. Porém, sua ordem de dificuldade é bem menor que a dos problemas sociais e econômicos envolvidos na questão.

– é evidente que os serviços técnicos de proteção aos morros devem correlacionar-se com drenagens das águas pluviais e sub-drenagem das águas de infiltração e devem, para serem efetivos, estenderem-se por toda a área dos morros. Ora, um serviço dessa natureza seria de tal forma dispendioso que levaria a concluir ser mais econômico construir-se casas populares... para abrigarem toda a população dos morros.

– Não creio, entretanto, que esta última medida viesse, por si só, solucionar o problema, porquanto, uma vez desabitado o morro, outros moradores, mais pobres talvez que os primeiros, viriam de novo, aos poucos, fixarem-se nos mesmos locais perigosos. A princípio, isto se faria ilegalmente (mas que lei é mais forte que a miséria?); depois, eles, lentamente, adquiririam seus direitos e lutariam por mantê-los.

– Se por um lado, um poder público resolvesse despendar verbas enormes para estabilizar toda a área dos morros, então, de uma forma ou de outra, em virtude de lei econômica inexorável, o dinheiro ali despendido faria com que aqueles terrenos se tornassem de tal forma caros que os atuais moradores não poderiam continuar ali vivendo, a não ser que tivessem seus padrões de vida elevados. Fatalmente, a população pobre dos morros deveria, então, ceder seus lugares a outros mais ricos e procurar abrigo nos porões da cidade...

– Desta forma, a solução que se impõem é da proteção das populações do morro pelo governo, sob a forma de uma assistência mista, social e técnica. Essa proteção se faria através da promulgação de uma legislação, regulamentando a habitação do morro e sujeitando seus moradores a medidas acauteladoras em relação aos desabamentos, e da organização de um órgão social fiscalizador da legislação e responsável pela execução das medidas acauteladoras.

Como pode ser verificado a partir da análise dos aspectos contidos no relatório da comissão constituída para averiguar as causas dos escorregamentos nas áreas ocupadas dos morros de Santos, em 1956, a gestão dos riscos transcende a abordagem puramente técnica da questão.

Escorregamentos em Áreas de Assentamentos Precários

Os escorregamentos podem movimentar, além de rochas, solo e vegetação, depósitos artificiais (lixo, aterros, entulhos) ou materiais mistos. Os processos de escorregamentos registrados no ambiente urbano podem ser resultado de causas naturais e/ou antrópicas, mas a geração dos riscos associados é sempre um processo social ou ambiental urbano. Embora tais acidentes também ocorram em áreas ocupadas de forma regular e, portanto, dotadas de infraestrutura urbana, é certo que predominam em áreas de assentamentos precários ou subnormais.

Assentamentos precários ou subnormais são ocupações habitadas por famílias de baixa renda, nas quais a maioria dos serviços públicos essenciais é inexistente. Em geral se instalam em áreas públicas não ocupadas, áreas de proteção ambiental ou de preservação permanente. É comum receberem a denominação de favelas ou assentamentos populares, especialmente quando as moradias são construídas por meio da utilização de materiais improvisados (madeira, zinco, plásticos, lonas, etc).

Nas áreas de assentamento urbano precário, em função de sua alta vulnerabilidade determinada, na maioria das vezes, pela forma ou localização inadequada da ocupação, pela ausência de infraestrutura urbana (drenagem, pavimentação, saneamento) e de serviços básicos (coleta de lixo, redes elétrica e hidráulica, etc.) e pela degradação do ambiente associada, diversos tipos de riscos ambientais podem ser registrados, destacando-se dentre eles, os riscos associados a escorregamentos, dado que invariavelmente o risco de registro de mortes é expressivo quando estes processos ocorrem.

Nos assentamentos precários, como os terrenos são adaptados ao padrão mais convencional e econômico de construção de moradias, as principais alterações no meio são representadas pela execução de cortes de alturas e inclinações, além dos limites tecnicamente seguros e de patamares (“aterros”), utilizando o próprio material de escavação dos cortes, que é simplesmente lançado sobre o terreno natural, sem receber compactação adequada.

Soma-se a este quadro o freqüente e contínuo lançamento de lixo, entulho e de águas servidas diretamente na superfície dos terrenos, bem como a instalação de fossas, com estas duas últimas práticas favorecendo a permanente infiltração de água nos maciços. Em complemento, ainda é comum observar a instalação de edificações muito próximas à base ou ao topo de taludes íngremes (naturais ou de corte), em áreas que deveriam ser preservadas de ocupação permanente.

Este conjunto de alterações e situações pode ser observado em qualquer município brasileiro que apresente a instalação de assentamentos precários em áreas de encostas.

A não observância de critérios técnicos na ocupação de encostas, cabeceiras de drenagens, áreas de deposição de resíduos e de bota-fora, áreas de mineração desativadas, por exemplo, acaba por favorecer a instalação de situações de risco associadas a escorregamentos mesmo em locais de baixa declividade e que não apresentam elevado potencial natural à ocorrência de instabilidades.

Mapeamento de Riscos Associados a Escorregamentos em Áreas de Assentamentos Precários

Os mapeamentos de risco requerem que sejam consideradas tanto a probabilidade (ou possibilidade) de ocorrência do evento adverso (no caso do presente artigo, os processos de instabilização associados a escorregamentos em encostas ocupadas), quanto as conseqüências potenciais, sociais e/ou econômicas a eles associadas.

Nogueira (2002) descreve que a conseqüência decorrente de um acidente é função da vulnerabilidade, e que esta depende da suscetibilidade de pessoas e/ou bens a serem afetados, bem como da “resiliência” dos elementos expostos. O termo “resiliência” corresponde à capacidade de resposta de uma determinada população supostamente afetada por um acidente, ou seja, na habilidade das pessoas em reagir ao sinistro e em recuperar a condição normal, anterior ao acidente.

Já a probabilidade (ou possibilidade) de ocorrência do processo perigoso em áreas de assentamento precário vem sendo determinada de forma qualitativa, por meio de investigações geológico-geotécnicas de campo. Carvalho (2000, p.52) descreve que:

[...] a maneira mais simples de se tratar a probabilidade em análises de risco consiste em se atribuir, à possibilidade de ocorrência do processo de instabilização, níveis definidos de forma literal (possibilidade de ocorrência baixa, média ou alta, por exemplo). Esta é a base para as análises de risco de caráter qualitativo, em que um profissional experiente avalia o quadro de condicionantes e indícios da ocorrência do processo de instabilização, compara as situações encontradas com modelos de comportamento e, baseado em sua experiência, hierarquiza as situações de risco em função da possibilidade de ocorrência do processo num determinado período de tempo (geralmente um ano).

A avaliação qualitativa da probabilidade (ou possibilidade) de um determinado fenômeno físico ocorrer em um local e período de tempo definidos, deve levar em conta as características específicas do processo perigoso em questão, especialmente a sua tipologia, mecanismo, material envolvido, magnitude, velocidade, tempo de duração, trajetória, severidade, etc., o que requer a identificação dos condicionantes naturais e induzidos dos processos perigosos, o reconhecimento de indícios de seu desenvolvimento, bem como de feições e evidências indicativas de instabilidades.

Mesmo reconhecendo-se as eventuais limitações, imprecisões e incertezas inerentes à análise qualitativa de riscos, os resultados dessa atividade podem ser decisivos para a eficácia de uma política de intervenções voltada à consolidação da ocupação. Para tanto, é imprescindível a adoção de métodos, critérios e procedimentos adequados, bem como a construção de detalhados modelos de comportamento dos processos perigosos. Tais condicionantes, aliados à experiência da equipe executiva envolvida nas atividades de identificação e análise de riscos, podem subsidiar a elaboração de adequados programas de gerenciamento de riscos, que acabam por reduzir substancialmente a ocorrência de acidentes geológicos, bem como tornam mínima a dimensão de suas conseqüências.

A construção de modelos de comportamento dos processos perigosos, ou seja, o entendimento dos processos geológicos no nível e profundidade compatíveis com o estudo que está sendo realizado assume papel determinante para o sucesso dos resultados a serem obtidos nos mapeamentos de risco e, não menos importante, na escolha da(s) alternativa(s) de intervenção mais adequada(s) a cada situação em particular. Para a elaboração de modelos dos processos, deve-se consultar as informações sobre a tipologia e os mecanismos de escorregamentos, fartamente disponíveis na literatura técnico-científica sobre o tema.

Operacionalmente, o mapeamento de risco de escorregamentos em áreas de assentamentos precários deve ser executado por meio do desenvolvimento de atividades que correspondam à definição de critérios e procedimentos técnicos, realização de trabalhos de campo e registro dos resultados.

De início, é necessário definir quais as áreas que serão objetos do mapeamento de risco, bem como a localização e a dimensão destas áreas. Sugere-se a elaboração de um quadro contendo: a) número da área a ser mapeada; b) denominação da área; c) localização da área (de preferência citar as ruas dos limites da área) e d) coordenadas geográficas (obtidas por meio de leitura do *Global Positioning System* – GPS, realizadas no campo).

Posteriormente, para que seja possível uma visualização da distribuição das áreas de risco mapeadas, é desejável que seja elaborado um mapa de localização das áreas de risco, em escala que permita a análise da distribuição espacial das áreas de risco. A identificação das áreas de maior frequência de acidentes e sua distribuição no território do município orienta o

dimensionamento da equipe executiva do mapeamento. Em seguida, passa-se a reunir os materiais necessários à realização das atividades, tais como:

- cópias (ampliadas ou não) de fotos aéreas verticais, em escalas próximas a 1:5000, ou produção de fotos oblíquas, em geral obtidas por meio de sobrevôos com helicóptero;
- cópias de bases cartográficas, com representação da topografia (folhas topográficas) e da ocupação existente, sempre que possível atualizada e em escala maior que 1:5000;
- informações sobre as áreas de risco, tais como histórico de acidentes, registros do desenvolvimento de processos de instabilização (deslizamentos, solapamentos, erosão, enchentes e inundações etc.), cópias de relatórios técnicos anteriormente elaborados, eventuais diretrizes de intervenção propostas (implantadas ou não), etc;
- publicações técnicas, como mapas geológicos e geomorfológicos, mapas e relatórios geotécnicos, cartas de declividade e demais documentos contendo informações sobre as áreas selecionadas para o mapeamento de risco.

A reunião do material técnico descrito visa possibilitar a realização de uma análise preliminar das áreas a serem mapeadas. Desse modo, as equipes responsáveis pelos trabalhos de campo já se dirigem às áreas indicadas para mapeamento com uma série de informações técnicas que devem permitir realizar o mapeamento de forma eficaz e mais ágil.

A partir daí, passa-se à realização dos trabalhos de campo para a identificação dos riscos. Nos trabalhos de campo são adotados os seguintes procedimentos:

- definir qual ou quais processos destrutivos (processos perigosos) são objeto do mapeamento de risco e elaborar, para cada processo, um modelo de ocorrência;
- realizar trabalhos de campo, por meio de investigações geológico-geotécnicas de superfície, visando identificar condicionantes dos processos de instabilização, evidências (feições) de instabilidade e indícios (sinais) do desenvolvimento de processos destrutivos;
- relacionar os aspectos que devem ser observados durante a realização das investigações de campo, de modo a não deixar de verificar todos os aspectos importantes para a definição do grau de probabilidade de ocorrência do processo destrutivo (exemplificadamente, o Quadro 1 apresenta listagem de aspectos para diagnóstico de setores e para descrição dos processos de instabilização; o Quadro 2 apresenta critérios para caracterização da ocupação);
- registrar os resultados das investigações geológico-geotécnicas e das interpretações em fichas de campo específicas; nas Figuras 1 e 2 são apresentados exemplos de fichas para registro de dados descritivos;

- delimitar setores de risco e, com base no julgamento dos profissionais encarregados do mapeamento de risco, atribuir, para cada setor, um grau de probabilidade de ocorrência do processo destrutivo em questão, considerando o período de 1 ano, com base nos critérios descritos no Quadro 3);
- obter a localização precisa das áreas de risco (caso isto não tenha sido realizado anteriormente), por meio da utilização de GPS, com no mínimo 01 (um) ponto de leitura por setor de risco delimitado;
- representar cada setor de risco identificado em mapas georreferenciados, cópias de fotografias aéreas ou fotografias oblíquas de baixa altitude, numerando ou codificando cada setor;
- estimar as conseqüências potenciais do processo destrutivo por meio da avaliação das possíveis formas de seu desenvolvimento (por ex., volumes mobilizados, trajetórias dos detritos, áreas de alcance, etc.);
- definir e registrar o número de moradias ameaçadas (total ou parcialmente) e para remoção, em cada setor de risco; e,
- indicar a(s) alternativa(s) de intervenção adequada(s) para cada setor de risco; nos casos em que é possível a adoção de mais de uma alternativa de intervenção, todas as alternativas devem ser registradas nas fichas de campo.

Quando o município contar com bases cartográficas georreferenciadas mais precisas e detalhadas (1:2000 a 1:5000), os setores de risco devem ser lançados no campo sobre essas bases, identificando-se as moradias ameaçadas que serão informadas à Defesa Civil para levantamento de informações complementares e posterior monitoramento ou remoção.

Os modelos dos processos destrutivos devem corresponder a uma síntese descritiva sobre as fases de evolução e, especialmente, a descrição dos principais sinais e feições do desenvolvimento de cada processo em particular. Note-se que são estes sinais que, quando reconhecidos durante os trabalhos de campo, darão fundamento à decisão sobre o grau de probabilidade de ocorrência de um acidente (conforme critérios apresentados no Quadro 3).

Na página eletrônica <http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/programas-urbanos/biblioteca/prevencao-de-riscos/publicacoes-institucionais/Livro_Guia_05032007.pdf>, pode ser obtida a publicação “Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas: guia para elaboração de políticas municipais”, editada pelo Ministério das Cidades, que descreve com maior detalhe o método de mapeamento de riscos associados a escorregamentos em áreas de assentamentos precários.

Quadro 1 – Exemplo de listagem de controle para diagnóstico de setores de risco e para descrição de processos destrutivos.

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL	EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO
Talude natural/ corte Altura do talude Aterro compactado/lançado Distância da moradia Declividade Estruturas em solo/rocha desfavoráveis Presença de blocos de rocha/matacões/paredões rochosos Presença de lixo/entulho Aterro em anfiteatro Ocupação de cabeceira de drenagem	Trincas moradia/aterro Inclinação de árvores/postes/muros Degraus de abatimento Cicatrizes de escorregamentos Feições erosivas Muros/paredes “embarrigados” ÁGUA Concentração de água de chuva em superfície Lançamento de água servida em superfície Presença de fossas/rede de esgoto/rede de água Surgências d’água Vazamentos
VEGETAÇÃO NO TALUDE OU PROXIMIDADES	MARGENS DE CÓRREGO
Presença de árvores Vegetação rasteira Área desmatada Área de cultivo	Tipo de canal (natural/sinuoso/retificado) Distância da margem Altura do talude marginal Altura de cheias Trincas na superfície do terreno

Fonte: Carvalho e Galvão (2006).

Quadro 2 – Exemplo de critérios de caracterização da ocupação.

CATEGORIA DE OCUPAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Área consolidada	Áreas densamente ocupadas, com infra-estrutura básica.
Área parcialmente consolidada	Áreas em processo de ocupação, adjacentes a áreas de ocupação consolidada. Densidade da ocupação variando de 30% a 90%. Razoável infra-estrutura básica.
Área parcelada	Áreas de expansão, periféricas e distantes de núcleo urbanizado. Baixa densidade de ocupação (até 30%). Desprovidas de infra-estrutura básica
Área mista	Nesses casos, caracterizar a área quanto a densidade de ocupação e quanto a implantação de infra-estrutura básica

Fonte: Carvalho e Galvão (2006).

Figura 1: Modelo de Ficha Geral de Campo.

Modelo de Ficha Geral de Campo			
Local:	Área:		
Equipe:	Data:		
Localização:			
GPS:			
Foto Aérea:			
Fotos de Helicóptero:			
Caracterização da Ocupação (padrão, tipologia das edificações, infraestrutura):			
Caracterização Geológica:			
Caracterização Geomorfológica:			
Setor n°	Grau de probabilidade	N° de moradias ameaçadas	Alternativa de intervenção

Fonte: Carvalho e Galvão (2006).

Figura 2: Modelo de Ficha de Setor.

Modelo de Ficha de Setor		
Local:	Área nº:	Setor:
Equipe:		Data:
Referência:		
Fotos:		
Diagnóstico do setor (condicionantes, evidências e indícios do processo destrutivo):		
Descrição do Processo destrutivo: (escorregamento de solo / rocha / aterro; naturais / induzidos; materiais mobilizados, etc):		
Observações (incluindo descrição de fotos obtidas no local):		
Grau de Probabilidade:		
Indicação de intervenção:		
Estimativa de nº de edificações ameaçadas no setor:		

Fonte: Carvalho e Galvão (2006).

Quadro 3 - Critérios para definição do grau de probabilidade de ocorrência de escorregamentos.

Grau de probabilidade	Descrição
R1 Baixo a Inexistente	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos. Não há indícios de desenvolvimento de processos destrutivos em encostas. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de um ciclo chuvoso.
R2 Médio	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos. Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade de encostas, porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.
R3 Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos. Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.
R4 Muito Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos. As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude. É a condição mais crítica. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.

Fonte: Carvalho e Galvão (2006).

Gestão de Riscos de Escorregamentos

A gestão de riscos é um processo que se inicia quando a sociedade, ou parcela desta, adquire a percepção de que as manifestações aparentes ou efetivas de um processo adverso existente em dado local num determinado momento, podem provocar conseqüências danosas superiores ao admissível por esta comunidade. Pode ser definida,

em termos gerais, como um processo social relativamente complexo destinado a reduzir os níveis de risco existentes e prever e controlar situações futuras de risco. Envolve o desenvolvimento de uma série concatenada de atividades que, ao final, deve conduzir à implementação de estratégias, instrumentos e ações de redução e controle dos riscos (LAVELL, 2003, p.5).

No entanto, a prática mais freqüente nas cidades brasileiras ainda se restringe ao atendimento pós-acidente. Esta temática acaba restrita aos organismos de Defesa Civil e ao gerenciamento do acidente ou do desastre. Para Veyret (2007, p.12), “a crise ou a catástrofe deve ser gerenciada na urgência pelos serviços de socorro, no contexto de planos definidos de antemão, ao passo que o risco exige ser integrado às escolhas de gestão e às políticas de organização dos territórios”.

Risco, portanto, deve ter sua gestão conformada como um item transversal da gestão do ambiente urbano, nas ações integradas de planejamento, das obras públicas, do provimento habitacional e da manutenção e melhoria dos assentamentos já existentes, dos serviços urbanos, da atenção social, da fiscalização e controle da ocupação e uso do solo, da saúde coletiva e, obviamente, também do atendimento de acidentes e emergências.

Lavell (2003) considera que as atividades necessárias para a construção de políticas de gestão de riscos incluem:

- a construção de cenários de risco para áreas, setores e populações delimitadas, considerando um determinado processo perigoso (*hazard*) e os fatores de vulnerabilidade (...);
- a decisão sobre os níveis de risco aceitáveis e inaceitáveis, levando em conta o contexto em que o risco se manifesta;
- a identificação de estratégias, instrumentos e atividades de redução e controle de risco potencial e a discussão e negociação de soluções exequíveis; e
- a implementação das medidas e estratégias de redução de riscos.

Nogueira (2002), realizando uma análise das abordagens dominantes de gestão de riscos de escorregamentos praticadas no Brasil elaborou a síntese reproduzida no Quadro 4.

Quadro 4. Abordagens dominantes de gestão de riscos de escorregamentos no Brasil.

Abordagem dominante	Características
Negligente	Manutenção de postura amplamente difundida de nada fazer e esperar que o problema se manifeste, por incapacidade de avaliar a consequência ou escassez de recursos técnicos ou financeiros para intervenções preventivas. Geralmente há superestimação ou subestimação do risco e avaliação equivocada das causas geradoras dos riscos. Postulado de que a única solução para a eliminação do risco é a eliminação das ocupações subnormais, sem alternativas intermediárias.
Reativa	Adoção de medidas pontuais no tempo e no espaço, acionadas por ocorrência ou por iminência de acidentes em períodos chuvosos, sem continuidade após a redução de criticidade da situação.
Corretiva	Execução de obras de recuperação de estabilidade de encostas e de remoção de moradias em risco iminente. Ação de defesa civil ou mesmo implantação de planos preventivos sob orientação de órgãos regionais e estaduais apenas nos períodos chuvosos.
Preventiva	Mapeamento e priorização de intervenções nas áreas de risco (obras, remoções e reurbanizações). Controle da ocupação. Legislação restritiva de uso do solo. Implantação de plano preventivo de defesa civil.

Fonte: Nogueira (2002).

Atualmente, para a gestão de riscos associados a escorregamentos têm sido empregadas como referência as estratégias apresentadas a seguir (modificadas de UNDRO, 1991):

(a) Identificação, análise e mapeamento das situações de risco, em escala adequada:

Uma primeira e imprescindível etapa do gerenciamento de riscos consiste em identificar, analisar, cartografar e descrever seus componentes para poder construir uma estratégia adequada para seu enfrentamento. Para Augusto Filho (2001), este é um dos fundamentos do gerenciamento de riscos: a existência de técnicas que permitem identificá-los e avaliá-los. Não há

possibilidade de prevenção de acidentes se não é possível prevêê-los, e não é possível prevêê-los sem o mapeamento de riscos na escala adequada, que possibilite associar o alcance, em caso de ocorrência do potencial processo físico identificado, a edificações e equipamentos existentes no meio urbano. Adiante são descritos aspectos do método de mapeamento de riscos associados a escorregamentos em áreas de assentamentos precários.

(b) Planejamento de intervenções estruturais para redução ou erradicação dos riscos:

Um importante passo na disseminação nacional de conhecimentos e metodologias de gestão de risco vem ocorrendo a partir da criação do Ministério das Cidades que, já em sua origem em 2003, incorporou o conceito de gestão de riscos como um componente indispensável na gestão urbana. Dentro do Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários da Secretaria Nacional de Programas Urbanos foi criada a Ação de Apoio a Programas Municipais de Redução e Erradicação de Riscos. Com recursos do Orçamento Geral da União, desde 2004 o Ministério disponibilizou recursos e suporte técnico para cerca de sessenta e cinco municípios elaborarem seus Planos Municipais de Redução de Riscos, denominados PMRR.

Para o Ministério das Cidades, o PMRR deve contemplar, no mínimo: (1) um diagnóstico do risco nos assentamentos precários do município, tendo por referência metodológica o documento “*Crítérios para elaboração do mapeamento de riscos em assentamentos precários*” (BRASIL, 2007); (2) a proposição de intervenções estruturais para redução e controle de riscos nos setores mais críticos do diagnóstico; (3) a estimativa de custos para as intervenções sugeridas; (4) o estabelecimento de uma escala de prioridades de intervenção, com critérios definidos em conjunto com a prefeitura; (5) a identificação de fontes de recursos potenciais para implantação das intervenções prioritárias, buscando programas dos governos municipal, estadual e federal; (6) a realização de audiência pública para discussão do plano e busca de agenda comum para implantação das intervenções prioritárias. Tem sido priorizados estudos de riscos associados à instabilidade de taludes em encostas e margens de córregos, envolvendo processos de escorregamentos e erosão (e, mais particularmente, solapamento de taludes fluviais marginais) em ocupações.

Na página eletrônica <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/programas-urbanos/biblioteca/prevencao-de-riscos/>>, estão disponíveis partes dos relatórios de vários estudos do tipo PMRR. Diversos relatos e análise dos PMRR executados podem ser encontrados

em Nogueira et al. (2005); Vieira et al. (2007); Yoshikawa et al. (2007); Gramani et al. (2007); Vilarinho Silva et al. (2007); Souza et al. (2008), entre outros.

Em grande parte destes estudos, são apresentadas propostas de intervenções estruturais e não estruturais para o controle e a redução dos riscos e, em alguns casos, metas e estratégias para a erradicação das situações de riscos identificadas. Pelo menos 20% dos estudos já concluídos incluem uma análise da legislação ambiental e urbanística incidente sobre as áreas de riscos mapeadas e os projetos municipais de regularização fundiária, reurbanização, obras viárias e outros com o objetivo de melhor adequar as propostas de intervenção à realidade local. Em algumas cidades, os planos de riscos foram utilizados como um dos referenciais para a montagem dos Planos Locais de Habitação de Interesse Social.

(c) Monitoramento permanente e prevenção de acidentes, especialmente nos períodos críticos:

A terceira estratégia indica que é necessário planejar e implementar formas de monitoramento permanente nas áreas onde setores de risco foram identificados enquanto não se executam as intervenções emergenciais ou definitivas, de controle de novas ocupações em áreas suscetíveis a riscos ambientais e de prevenção de acidentes, especialmente nos períodos mais chuvosos.

As ações de fiscalização e controle de riscos com melhores resultados nos municípios brasileiros têm adotado parcialmente ou na totalidade as seguintes características:

1. vistorias periódicas e sistemáticas em todas as áreas de risco por equipes técnicas (preferencialmente constituídas por profissionais com formação e atribuição diversificada, como fiscais de obras, geólogos, engenheiros, arquitetos, técnicos sociais) para observação da evolução de situações de perigo já identificadas ou para registro de novos processos destrutivos instalados, para orientação aos moradores sobre ações e obras corretivas e preventivas e, se for necessário, para inibição (por meio de notificação, intimação ou interdição) de intervenções que possam produzir perigo aos moradores (construção de novas moradias em locais inadequados, lançamento de lixo, entulho ou água servida nas encostas, cortes de taludes, etc.);
2. registro contínuo de todas as informações coletadas no campo ou junto à população e, conseqüentemente, atualização permanente do mapa de riscos;
3. as equipes responsáveis pelo monitoramento de cada área devem ser compostas, de preferência, sempre pelos mesmos agentes públicos, para

que estes adquiram maior conhecimento sobre a área e para que passem a ser reconhecidos pelos moradores;

4. disponibilização de um plantão de atendimento público e outros canais permanentes de comunicação com os moradores das áreas de risco para apresentação de demandas de manutenção, solicitação de vistorias e informação sobre “problemas que podem causar risco”;
5. alguns municípios, como Belo Horizonte e Recife, têm implantado equipamentos públicos de referência em imóveis localizados nos morros com maior concentração de população em situação de risco (*gestão de proximidade*), com equipes capacitadas para realizar vistorias, orientar sobre medidas preventivas e, se for necessário, acolher emergencialmente famílias em perigo;
6. os Núcleos Comunitários de Defesa Civil (NUDECs), constituídos por moradores das áreas de risco, voluntários e lideranças populares, informados e capacitados, envolvem a população nas ações de prevenção, monitoramento e fiscalização das áreas de risco (*gestão compartilhada*).

Igualmente importante que a prefeitura esteja preparada para o atendimento de emergências. Quanto mais planejada e estruturada com antecedência, quanto mais integrada a uma política municipal de gerenciamento de riscos, mais eficaz será a ação de pronto atendimento de acidentes ou de situações em que um acidente esteja na iminência de acontecer. Nas situações de emergência, a familiaridade das equipes municipais com as áreas de risco e a capacidade de localizar e analisar, em campo, pontos de perigo previamente identificados, podem ser determinantes para salvar vidas. Para tanto, a prefeitura deve sempre ter como referência o seu mapa ou cadastro de riscos e estar preparada para as operações de atendimento e socorro.

Vários municípios brasileiros operam planos preventivos de Defesa Civil durante os períodos mais chuvosos, procurando intensificar a capacidade de *previsão* de acidentes para poder melhorar sua capacidade de *prevenção*, impedindo que aconteçam ou reduzindo as suas conseqüências. Estes planos, cujos suportes técnicos principais são o conhecimento das situações de risco, a definição de sistemas de alerta, o acompanhamento dos índices pluviométricos e da previsão meteorológica e o monitoramento em campo de evidências de perigo, permitem antecipar-se a cenários prováveis de acidentes e adotar medidas que reduzam as suas conseqüências sobre pessoas e bens (CERRI et al., 2002; BRASIL, 2007).

(d) Informação pública e capacitação para autodefesa e prevenção:

O diagnóstico dos riscos urbanos e os planos de ação para sua redução e erradicação são assuntos de interesse de toda a cidade. Por isso, devem ser conhecidos por todos os órgãos da

administração pública (especialmente os vinculados à Defesa Civil, obras e serviços urbanos, planejamento, habitação, assistência social, saúde e educação), pelas Câmaras Municipais, pelo Ministério Público e por toda a sociedade, em particular, pelos moradores das áreas de risco.

Informar os moradores dos assentamentos precários sobre as situações de risco existentes, as suas causas e as alternativas de obras e ações para minimizá-los ou evitar situações semelhantes, pode resultar no estabelecimento de *parcerias na gestão de risco*, no compartilhamento das responsabilidades de monitoramento e prevenção. Esta capacitação dos moradores pode também ter como objetivo a formação de Núcleos Comunitários de Defesa Civil (NUDECs), constituídos por voluntários da comunidade local que auxiliam no monitoramento das áreas de risco e identificam evidências de instabilidade e indicadores de perigo no período chuvoso.

Nogueira (2008) tratando da história da gestão de riscos ambientais urbanos, relata diferentes tentativas de estabelecimento de práticas sistemáticas para minimização das conseqüências de acidentes associados a escorregamentos, em diversos órgãos públicos estaduais e municipais, como em São Paulo e Santos (SP), Recife (PE), Rio de Janeiro (RJ), Belo Horizonte (MG), todas elas fundamentadas em contribuições técnico-científicas inovadoras. No entanto, a maioria das boas práticas neste campo tem sido marcada pela descontinuidade e pela incapacidade de se transformar em política pública.

Por sua vez, o Ministério das Cidades, ainda que bastante deficitariamente, tem cumprido um importante papel de subsidiar e incentivar mapeamentos de risco e ações preventivas, nos últimos anos. Vêm se consolidando, nos Estados de Pernambuco e de Minas Gerais, ações estaduais de gestão de riscos que tentam se refletir nos municípios das regiões metropolitanas de Recife e de Belo Horizonte. Vem ganhando importância cada vez maior para os municípios a incorporação da gestão de riscos ambientais na pauta de gestão das cidades em razão dos grandes desastres registrados nos últimos anos em episódios de precipitação extrema (Santa Catarina, 2008 e Niterói, 2010, entre outros). O quarto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 2007, p.20), frente à previsão de ocorrências muito prováveis de eventos de precipitação extrema, recomenda aos gestores públicos a implementação de tais medidas como forma de aumentar a capacidade de adaptação e reduzir a vulnerabilidade nesta nova realidade climática.

Referências

AUGUSTO FILHO, O. **Carta de risco de escorregamentos quantificada em ambiente de SIG como subsídio para planos de seguro em áreas urbanas: um ensaio em Caraguatatuba (SP)**. 2001. 196f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BRASIL. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

CARVALHO, C.S.; GALVÃO, T. (Orgs.). **Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas: guia para elaboração de políticas municipais**. Brasília (DF): Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006.

CERRI, L.E.S.; MACEDO, E.S.; OGURA, A.T.; SANTORO, J. Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) para escorregamentos no trecho paulista da Serra do Mar, SP. In: SANTOS, A.R. (org.) **Geologia de engenharia: conceitos, método e prática**. 1. ed. São Paulo: ABGE/IPT, 2002, v.1, p.42-46.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Summary for policymakers. In: **Working Group II Report “Impacts, adaptation and vulnerability”**. UNEP/WMO: **IPCC Fourth Assessment Report, 2007**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg2.htm>>. Acesso em 25 de novembro de 2010.

LAVELL, A. **Local level risk management: concepts and experience in Central America**. Lima: FLACSO/La Red, 2003.

NOGUEIRA, F.R. **Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos: contribuição às políticas públicas municipais para áreas de ocupação subnormal**. Rio Claro, 2002. 266 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista.

NOGUEIRA, F.R.; CERRI, L.E.S.; SILVA, L.C.R.; ZUQUIM, M.L. Duas experiências de elaboração de planos municipais de redução de riscos In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 11, Florianópolis, 2005. **Anais...** São Paulo: ABGE, 2005. 1 CD-ROM..

NOGUEIRA, F.R. A curta história da gestão de riscos ambientais urbanos, **Geociências**, São Paulo, v.27, n.1, p.125-126, 2008.

SOUZA, L.A.; NOGUEIRA, F.R.; CERRI, L.E.S. Aplicação da geologia de engenharia na redução de risco geológico urbano em Itapeceirica da Serra - SP: estudo de caso. **REM - Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, vol.61, no. 2, p.121-128, abr./jun. 2008.

VIEIRA, R.; REFOSCO, J.C.; XAVIER, F.F.; MACHADO, J.; LOBO, M.S.; FISTAROL, O.; JANSEN, G.E. Plano Municipal de Redução de Riscos de Blumenau, SC. In: SIBRADEN – SIMPÓSIO NACIONAL DE DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS, 2, Santos, 2007. **Anais...** São Paulo: ABGE, 2007. 1 CD-ROM.

YOSHIKAWA, N.K.; CORSI, A.C.; GOMES, L.A.; SILVA, E.J.; ANSELMO, S. R. Plano Municipal de Redução de Riscos em assentamentos precários no município do Guarujá (SP). In: SIBRADEN –

SIMPÓSIO NACIONAL DE DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS, 2, Santos, 2007. **Anais...** São Paulo: ABGE, 2007. 1 CD-ROM.

GRAMANI, M.F.; REGATIERI, D.; CHAGAS, C.A.M.; SILVA, F.C.; ALAMEDDINI, N.; MIRANDOLA, F.A. Plano Municipal de Redução de Riscos em assentamentos precários no município de Osasco (SP). . In: SIBRADEN – SIMPÓSIO NACIONAL DE DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS, 2, Santos, 2007. **Anais...** São Paulo: ABGE, 2007. 1 CD-ROM.

OFFICE OF THE UNITED NATIONS DISASTERS RELIEF CO-ORDINATOR – UNDRO. UNDRO's approach to disaster mitigation. **UNDRO NEWS**, Geneva, p. 20, jan-feb/1991.

VARGAS, M. **Os desabamentos dos morros de Santos**. São Paulo: Associação Brasileira de Mecânica de Solos/Núcleo Regional de São Paulo, 1956. (Comunicação).

VEYRET, Y. (org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VILARINHO SILVA, F.; GALVÃO, T.; FERREIRA, L.A.; SEABRA, F.M. Planos Municipais de Redução de Riscos: uma análise comparativa dos trabalhos desenvolvidos no Brasil. In: SIBRADEN – SIMPÓSIO NACIONAL DE DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS, 2, Santos, 2007. **Anais...** São Paulo: ABGE, 2007. 1 CD-ROM.

Sobre os autores:

¹Leandro Eugenio da Silva Cerri

Departamento de Geologia Aplicada, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro (SP) Brasil.

Contato: lescerri@rc.unesp.br

²Fernando Rocha Nogueira.

Geólogo. Bocaina Cursos e Estudos Ambientais Urbanos. Cunha, (SP), Brasil.

Contato: fernandorn@uol.com.br

PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA A MODELAGEM DE CHEIAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANIZADAS

Rodrigo Braga Moruzzi¹
Cenira Maria Lupinacci da Cunha²
Fabiano Tomazini da Conceição³

Introdução

Em ambientes quentes e úmidos, os elevados índices pluviométricos, quando combinados as perturbações hidrológicas causadas pela urbanização, podem gerar riscos hidrológicos. Considera-se que os riscos hidrológicos constituem-se em uma categoria dos riscos físicos, definidos como a possibilidade de ocorrência de acidentes com consequências sociais e econômicas negativas, conforme proposto por Cerri e Amaral (1998). No cenário brasileiro, os acidentes vinculados às enchentes têm sido freqüentes nas últimas décadas, fato que está intrinsecamente ligado ao aumento da população urbana e, conseqüentemente, o incremento das dimensões das áreas urbanizadas.

O tipo de solo e uso da terra no meio urbano é avaliado como fator importante para a criação de perturbações hidrológicas que podem causar as enchentes. É fato incontestável que a urbanização provoca um aumento das águas de escoamento superficial, devido à impermeabilização dos solos que dificulta a infiltração, e, concomitantemente, acelera a velocidade do escoamento em direção aos cursos fluviais. Assim, a antecipação do pico e o aumento do volume do escoamento superficial, quando combinados com a ocupação das margens fluviais, geram acidentes cuja magnitude e consequências podem ser desastrosas.

Recentemente, é freqüente o relato de enchentes urbanas nos períodos de chuva e essas questões parecem se agravar ano após ano no cenário brasileiro. Contudo, não são recentes no mundo. Segundo Delleur (2003), as primeiras evidências da construção de sistemas de drenagem urbana datam de 4000 a.C., em vilas da Mesopotâmia, com destaque para Habuba Kabira, que se posiciona hoje na Síria. Os arqueólogos que pesquisaram essa área encontraram vestígios de arruamentos e de redes de canais de drenagem que indicam a presença de um sistema de drenagem dos terrenos.

Estas evidências históricas de procedimentos para drenagem urbana indicam que as questões relacionadas à contenção e prevenção de enchentes não são recentes. Dessa forma, o desenvolvimento da hidrologia urbana foi uma necessidade reconhecida à considerável período de tempo. Assim, Delleur (2003) afirma que a modelagem hidrológica e hidráulica de bacias urbanas encontra-se em estágio de maturidade visto que o uso da modelagem é essencial para a compreensão dos processos hidrológicos e, atualmente, das interferências das obras de engenharia que se desenvolvem em tais bacias.

A partir de tais considerações, definiu-se como objetivo deste capítulo apresentar os princípios básicos para a modelagem de cheias urbanas e sua relação com o uso da terra. Assim, o presente texto pretende introduzir o assunto aos iniciantes por meio da apresentação de alguns conceitos e da discussão de resultados da aplicação de uma combinação de modelos que visam avaliar o efeito da ocupação no escoamento superficial direto. Para tal, serão avaliadas em um primeiro momento bacias hidrográficas hipotéticas em cenários denominados de pré-ocupação, isto é, sem urbanização consolidada, e pós-ocupação, ou seja, com extensa urbanização de seus terrenos. Posteriormente, serão apresentados alguns resultados referentes ao escoamento superficial direto de uma bacia real com ocupação consolidada. O exemplo teórico elucidará o efeito da ocupação urbana e da mudança da superfície no escoamento superficial direto, frente à alteração dos parâmetros funcionais de modelos hidrológicos. Já o exemplo real demonstrará sua aplicabilidade em um cenário que já apresenta episódios de enchentes. Neste caso, os modelos selecionados visam contemplar a drenagem nas condições encontradas em uma bacia hidrográfica, como, por exemplo, a canalização do curso principal e a presença de reservatório de retenção no setor de nascente.

Destaca-se que alguns dos resultados apresentados, especificamente àqueles concernentes à aplicação de modelos hidrológicos na bacia hidrográfica real já foram publicados, conforme indicação da fonte, e não constituem resultados originais. Todavia, a abordagem diferenciada adaptada ao escopo desse capítulo traz uma nova discussão, constituindo texto original.

Um Exemplo Teórico

Princípios Básicos

A hidrologia é uma ciência que busca quantificar os fenômenos relacionados à água e seu comportamento em bacias hidrográficas. O modelo é uma ferramenta de representação matemática de um sistema real, que visa à compreensão e a prospecção de cenários frente a diferentes situações.

Segundo Tucci (1998), a simulação hidrológica é limitada pela heterogeneidade física da bacia hidrográfica e dos processos envolvidos. A complexidade dos sistemas e a diversidade dos condicionantes de controle são refletidas pelo grande número de modelos hidrológicos e seus dados, discretização, objetivos, etc. Embora exista grande aplicação da ferramenta matemática no campo da hidrologia, é importante ressaltar que há limitações de representatividade de sistemas complexos, não-lineares e com uma grande variabilidade espacial e temporal, sujeitas a diferentes ações antrópicas. Nesse sentido, Tucci (1998) aponta a necessidade constante do desenvolvimento da ciência hidrológica.

As chuvas intensas são as mais importantes sob o ponto de vista da drenagem. Estas chuvas ocorrem com diferentes intensidades para probabilidades e durações distintas. As equações de chuvas intensas são ferramentas baseadas em medidas de intensidade pluviométrica (ou altura, dependendo da disponibilidade de dados em intervalo menor que 1 dia) e ordenadas por frequência de ocorrência para posterior ajuste por meio de funções de densidade de probabilidade e obtenção de parâmetros por métodos que empregam regressão linear múltipla ou não-linear.

Com a equação de chuva do local é possível determinar a chuva de projeto, para um determinado risco assumido em função do tipo de estrutura e da sua vida útil bem como de aspectos econômicos e sociais. Como exemplo, apresenta-se a Equação 1 proposta por Moruzzi e Oliveira (2009) para o município de Rio Claro, Estado de São Paulo (SP). A partir da equação proposta pode-se construir o gráfico da Figura 1, o qual apresenta diferentes intensidades de chuva para diferentes durações e tempos de recorrência.

$$I = \frac{560,9 \cdot T^{0,141}}{(7,4 + d)^{0,65}} \quad (1)$$

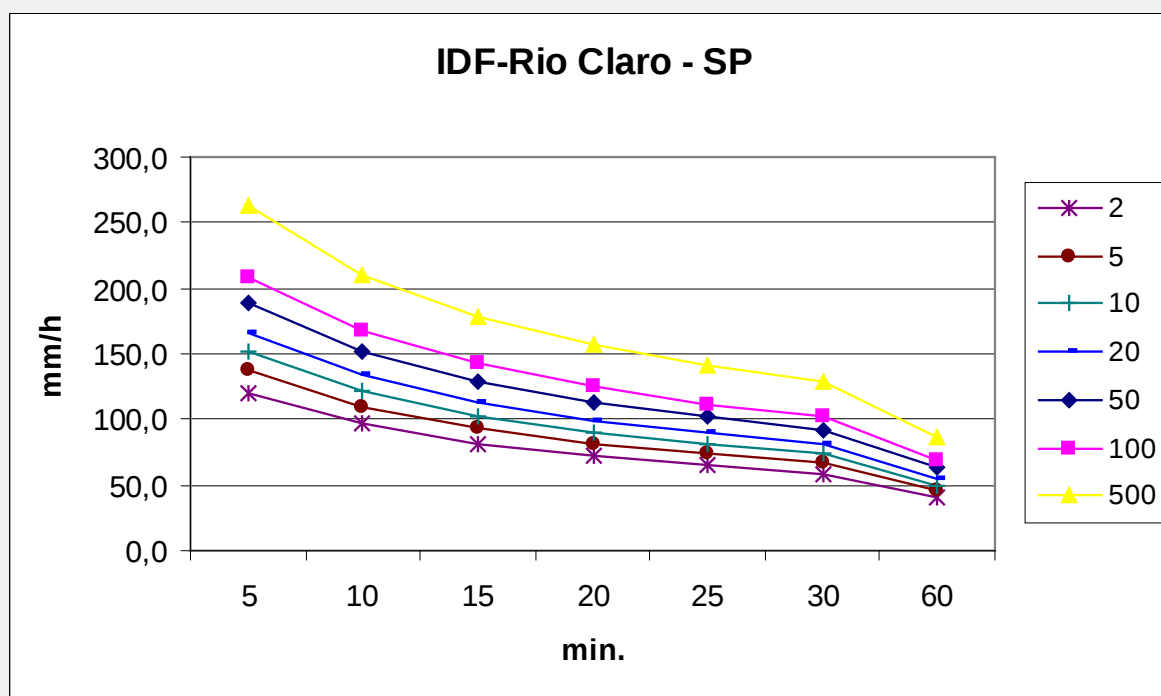
Onde:

I = intensidade de chuva (mm.h^{-1});

T = período de retorno (anos);

d = duração da chuva (minutos).

Figura 1: IDF obtida pela Equação 1 para o município de Rio Claro.



Fonte: Moruzzi e Oliveira (2009).

Verifica-se que para cada tempo de recorrência (2, 5, 10, 20, 50, 100 e 500 anos) a intensidade da chuva aumenta com a diminuição de sua duração. Esse é a principal função das curvas que relacionam intensidade, duração e frequência (IDF), ou seja, permitir ao projetista determinar a precipitação de projeto para diferentes durações e tempos de recorrência, associadas a diferentes riscos. Evidentemente, para cada período de retorno (TR) e vida útil da obra drenagem (n) existe a probabilidade de que este evento seja alcançado ou superado. Assim,

defini-se o risco associado a “n” períodos de tempo, conforme Equação 2. A Figura 2 apresenta a relação entre estas variáveis.

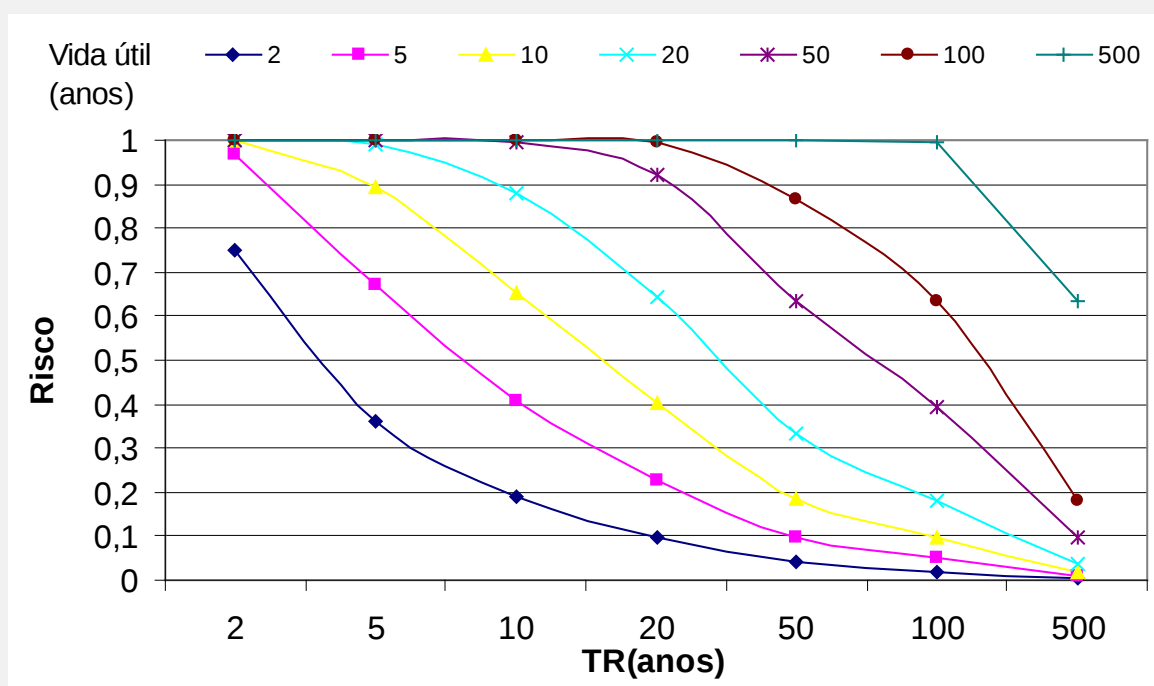
$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR}\right)^n \quad (2)$$

Onde:

TR = Período de Retorno (anos);

n = vida útil esperada (anos)

Figura 2: Risco em função da vida útil e do período de retorno.



Fonte: Moruzzi e Oliveira (2009).

Pela Figura 2 fica evidente que as chances da chuva de projeto ser igualada ou superada, aumentam com o aumento da vida útil das estruturas. Assim, para minimizar os riscos de uma obra de maior vida útil deve-se incrementar o valor de TR associado. É importante mencionar que as chuvas sofrem variações espaciais e temporais e que a aplicação das equações e suas extrapolações devem ser cuidadosamente analisadas.

Após a precipitação a água atinge o solo da bacia hidrográfica e pode ficar retida na vegetação, evaporar, infiltrar ou escoar em proporções que dependem da característica do uso e da ocupação do solo. Sob o ponto de vista da drenagem de superfície, a parcela mais significativa é aquela que escoar, ou a chuva excedente, pois a ela estão associados fenômenos erosivos e de cheias.

Os modelos de precipitação-vazão são empregados para quantificar a chuva excedente, representando a parte do ciclo hidrológico entre precipitação e vazão. (TUCCI, 1998). Assim, tomando a precipitação como ponto de partida é possível estimar as vazões para diferentes cenários. Nesse texto será abordado somente o algoritmo proposto pelo *Soil Conservation Service* (SCS, 2004). Nesse capítulo, esse modelo foi usado em conjunto com modelo de escoamento em canais e reservatórios. As Equações 3 e 4 apresentam o algoritmo para obtenção da vazão excedente de acordo com o método proposto pelo *Soil Conservation Service* (SCS):

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \quad (3)$$

Onde:

P = precipitação;

S = potencial máximo de armazenamento do solo para perda inicial correspondente a 20% da capacidade de armazenamento.

$$CN = \frac{1000}{10 + \frac{S}{25,4}} \quad (4)$$

Onde:

CN = valor correspondente ao número da curva.

O valor de CN é a variável utilizada para determinação da capacidade máxima de armazenamento do solo (S) e pode ser obtido por meio da classificação, de acordo com o tipo de solo (Tabela 1) e seu uso (Tabela 2). Os valores constantes nestas tabelas referem-se às condições

médias de umidade, correspondente a capacidade de campo dos solos. Para outras condições devem-se aplicar correções.

Após a interceptação da chuva pela superfície da bacia hidrográfica, a vazão excedente é escoada por canais e reservatórios. Nesse capítulo, serão apresentados resultados de aplicação de modelos hidrológicos, quais sejam: o Método de Pulz (Equação 5), para propagação em reservatório; e o Método de Muskingum (Equação 6), para propagação em canais.

$$\frac{S_2}{\Delta t} + 0.5.O_2 = \frac{S_1}{\Delta t} - 0.5.O_1 + 0.5.(I_1 + I_2) \quad (5)$$

Onde:

I_i = vazões de entrada;

O_i = vazões de saída;

S_i = acumulação para $t_1 \leq i \leq t_2$.

Tabela 1: Descrição dos grupos hidrológicos de solos proposta pelo SCS.

Grupo	Descrição
A	Solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a 8%, não há rocha nem camadas argilosas e nem mesmo endurecidas até a profundidade de 1,5m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1%.
B	Solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menor teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso de terras roxas este limite pode subir a 20% graças a maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir, respectivamente, a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5m, mas é quase sempre presente camada mais densificada que a camada superficial.
C	Solos barrentos com teor total de argila de 20 a 30% mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidades de 1,2m. No caso de terras roxas, estes dois limites máximos podem ser 40% e 1,5m. Nota-se a cerca de 60cm de profundidade camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade.
D	Solos argilosos (30 - 40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50cm de profundidade. Ou solos arenosos como B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados.

Fonte: SCS (2004).

Tabela 2 - Exemplo de valores de CN em função da cobertura e do tipo hidrológico de solo (condição II de umidade).

Tipo de uso do solo/ Tratamento/ Condições hidrológicas		Grupo Hidrológico			
		A	B	C	D
Uso Residencial, tamanho médio do lote	% Impermeável				
	até 500 m ²	77	85	90	92
	1000 m ²	61	75	83	87
	1500 m ²	57	72	81	86
Estacionamentos pavimentados e telhados		98	98	98	98
Ruas e estradas					
Pavimentadas, com guias e drenagem		98	98	98	98
Cascalho		76	85	89	91
Terra		72	82	87	89
Áreas comerciais (85% de impermeabilização)		89	92	94	95
Distritos industriais (72% impermeável)		81	88	91	93
Espaços abertos, parques, jardins					
Boas condições, cobertura de grama > 75%		39	61	74	80
Condições médias, cobertura de grama > 50%		49	69	79	84

Fonte: SCS (2004).

$$\frac{dS}{dt} = I - O; S = K[X.I + (1 - X).O] \quad (6)$$

Onde:

I_i = vazões de entrada;

O_i = vazões de saída;

S_i = acumulação;

K e X são denominados parâmetros de ajuste do canal.

Como existem duas incógnitas na Equação 5, a Equação 7 é aplicada para obtenção da vazão de saída para cada intervalo. A estimativa pode ser obtida por meio da relação cota versus volume para um dado reservatório e pela relação vazão versus cota, que depende do tipo de extravasor.

$$O_2 = f\left(\frac{S}{\Delta t} + 0.5.O_2\right) \quad (7)$$

A seguir, apresenta-se um exemplo de aplicação dos princípios básicos discutidos nesse texto.

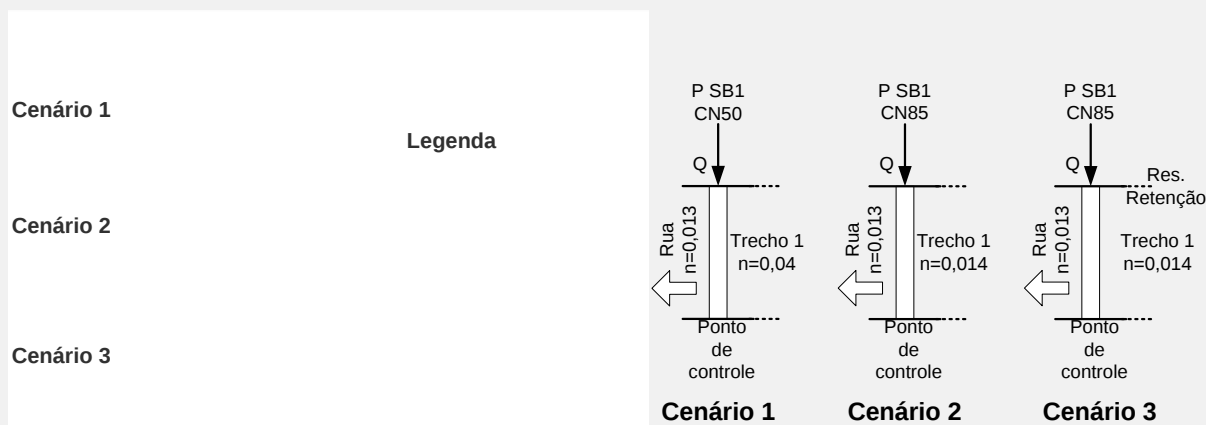
Exemplo:

O exemplo teórico versa apresentar casos em três diferentes situações de usos e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica hipotética, com o intuito de verificar a resposta dos modelos hidrológicos aqui descritos, frente a variações de entrada, ou seja: i) Cenário 1: situação de pré-ocupação ou início de urbanização; ii) Cenário 2: situação de ocupação consolidada. Alternativamente, foi simulado o Cenário 3 para a mesma situação observada no Cenário 2, considerando agora a implantação de uma medida estrutural constituída por reservatório de controle de cheias (reservatório de retenção).

Para estes cenários, foi investigada precipitação de 600 minutos de duração para tempo de recorrência de 20 anos. A tormenta de projeto foi reordenada com pico a 50%. A chuva excedente foi obtida por meio do algoritmo do SCS para 6 intervalos de tempo de 60os. O modelo do SCS foi utilizado em conjunto com os modelos de atenuação em reservatórios e propagação em canais a fim de entender as situações que ocorrem no exemplo real, o qual se caracteriza pela presença de um reservatório de retenção no setor de nascente e condutos fechados para o escoamento das águas fluviais em diversos trechos. O método de Pulz foi utilizado para verificar o efeito do reservatório no hidrograma e o modelo de Muskingum-Cunge não linear para condutos fechados foi empregado para propagação da onda de cheia em canais.

Os referidos modelos foram combinados por meio dos módulos com base na Metodologia de Modelagem Orientada a Objetos aplicada a Sistemas de Recursos Hídricos, apresentada por Viegas Filho (1999), empregando o programa computacional denominado IPHS1 apresentado em Tucci et al. (1989). A Figura 3 apresenta a discretização empregada na bacia hipotética e a Tabela 3 resume as principais variáveis dos cenários apresentados. A Tabela 4 apresenta as estruturas de saída do reservatório e suas características.

Figura 3: Discretização da bacia hipotética utilizada como exemplo.



Fonte: Organizado pelos autores, 2010.

Tabela 3: Principais variáveis e respectivos valores para cada cenário simulado.

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
CN 50	CN 85	CN 85
n = 0,04	n = 0,014	n = 0,014
Canal = 2x4 m	Canal = 2x4 m	Canal = 2x4 m
Trapezoidal z = 2	Trapezoidal z = 2	Trapezoidal z = 2
Excesso propagado rua n = 0,013	Excesso propagado rua n = 0,013	Excesso propagado rua n = 0,013
		Reservatório com estrutura de controle mista

Organizado pelos autores, 2010.

Tabela 4: Estruturas de saída e os valores adotados para o exemplo.

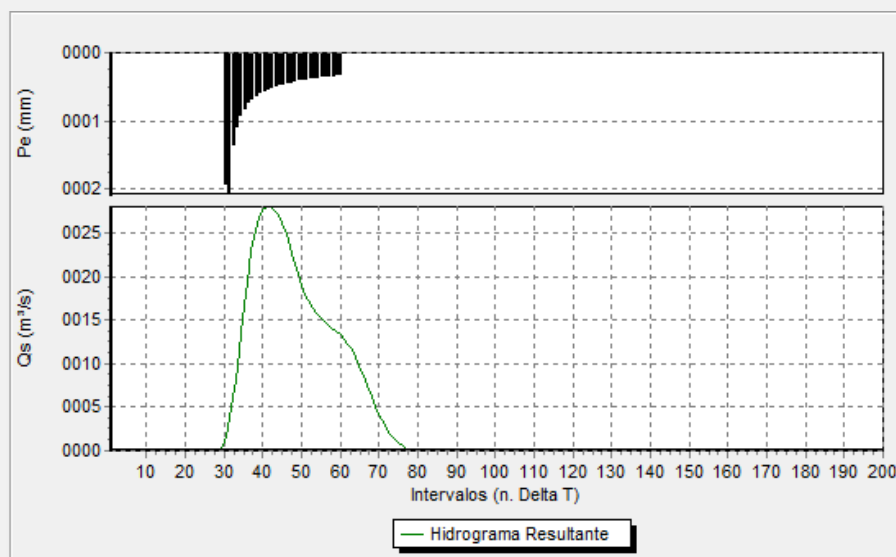
Vertedor	Orifício
$Q = C.B.\Delta z^{1,5}$	$Q = C.A.(2.g.H)^{1/2}$
C = coeficiente aparente de descarga de 1,75	C = coeficiente aparente de descarga de 0,61 (construção de fundo)
B = Largura de 4 m	A = Área de 145 m ²
Δz = carga sobre o vertedor com cota da crista 3,8 m	H = Altura do eixo de 0,65m

Organizado pelos autores, 2010.

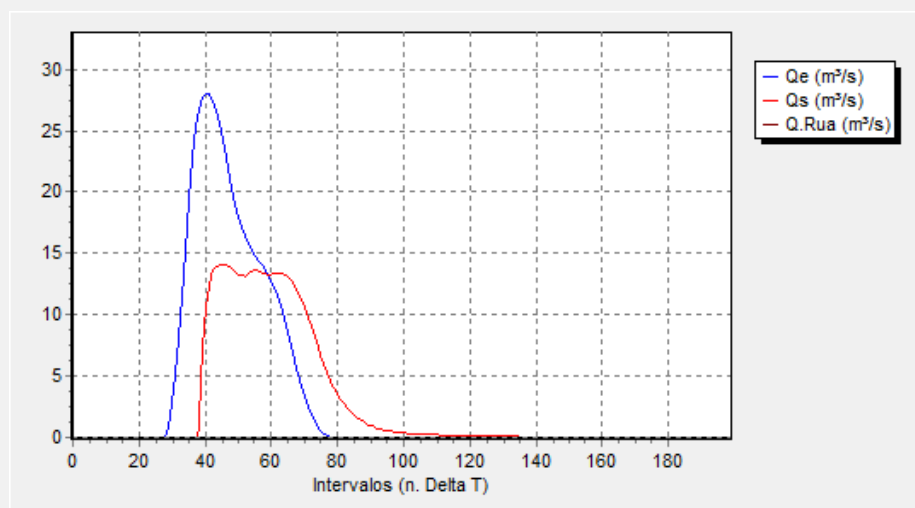
A Figura 4 apresenta os resultados da separação da precipitação-vazão pelo algoritmo do SCS. O gráfico de barras na parte superior desta figura indica a precipitação efetiva, ou seja, aquela geradora de escoamento. O gráfico de linhas representa o hidrograma gerado a partir da precipitação efetiva, propagado pelo *Hidrograma Unitário Sintético Triangular* para cada precipitação. Verifica-se que o pico do hidrograma foi obtido para uma vazão de 27 m³.s⁻¹ e tempos de aproximadamente 400 minutos (intervalos de 10 minutos). Em todas as figuras o

intervalo denominado *Delta T* corresponde a 600 segundos. A propagação do escoamento gerado no Cenário 1 pode ser visualizada na Figura 5, onde se verifica que o pico da vazão de saída (Q_s) ficou em torno de $14 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Figura 4: Separação chuva-vazão pelo algoritmo SCS para o Cenário 1.



Organizado pelos autores, 2010.



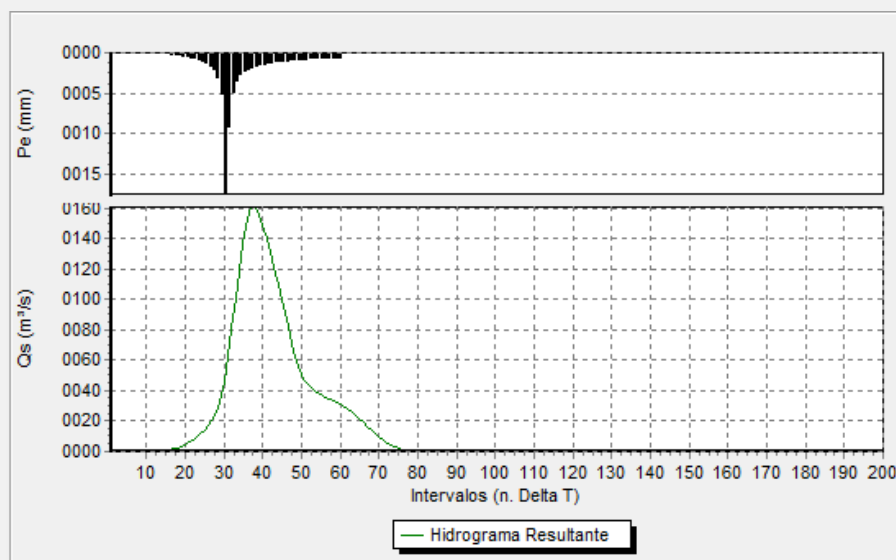
Organizado pelos autores, 2010.

No cenário 2, a urbanização foi consolidada e intensificada, resultando em um aumento no valor de CN, ou seja, de 50 no Cenário 1 para 85 no Cenário 2. Nessas condições, a parcela de

chuva excedente sofreu incremento quando comparado ao Cenário 1, incorrendo em aumento da parcela escoada. Verifica-se que o pico de vazão foi de $160 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ para tempo ligeiramente inferior ao Cenário 1 (Figura 6), além do pico da vazão de saída (Q_s) ter ficado em torno de $70 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ (Figura 7). Esse exemplo hipotético ilustra quantitativamente o efeito do uso e da ocupação da superfície da bacia hidrográfica no escoamento gerado. As consequências dessa intensificação podem incorrer em cheias, cuja frequência e magnitude dependem das precipitações e cujos prejuízos podem ser intangíveis.

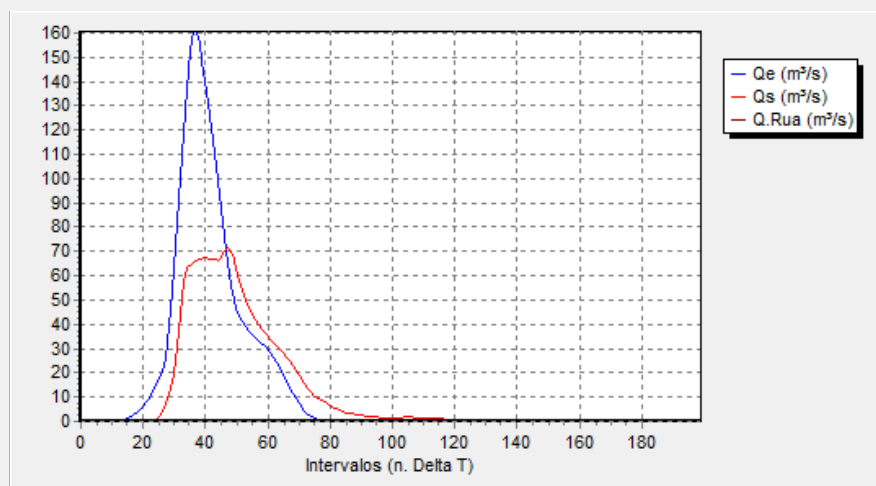
Para atender a nova demanda de vazão, a capacidade do canal teve que ser reajustada. Nesse exemplo, foi modificada a resistência ao escoamento por meio da alteração do coeficiente de Manning ($n = 0,04$ no Cenário 1 e $n = 0,013$ no Cenário 2) e mantida a geometria trapezoidal ($z = 2$). Essa situação reflete as mudanças na superfície do canal e é bastante comum em muitas cidades. A implicação dessa medida é que os volumes escoados aumentam e o tempo que eles atingem o exutório diminui, podendo causar problemas de cheias a jusante.

Figura 6: Separação chuva-vazão pelo algoritmo SCS para o Cenário 2.



Organizado pelos autores, 2010.

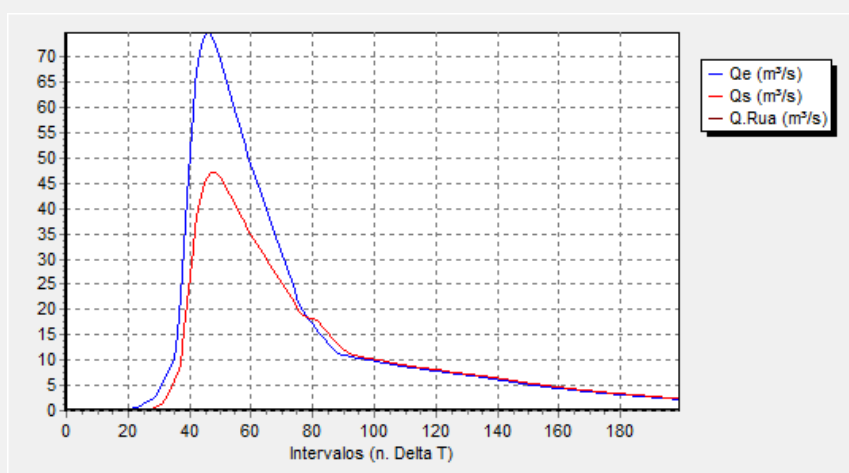
Figura 7: Hidrograma resultante da propagação do escoamento e dos excessos no Cenário 2.



Organizado pelos autores, 2010.

No Cenário 3, foi verificado o efeito de um reservatório de retenção e mantida a situação de ocupação do Cenário 2, bem como as condições do canal (geometria e resistência ao escoamento). A Figura 8 apresenta o hidrograma resultante da propagação do escoamento e dos excessos no Cenário 3. Verifica-se que a vazão de pico de saída é drasticamente reduzida pela presença do reservatório ($47 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$), demonstrando seu principal efeito de atenuar cheias. Todavia, deve-se atentar para os impactos locais de sua implantação. O exemplo apresentado buscou apresentar os principais fatores e variáveis bem como suas implicações nos hidrogramas de cheias de bacias hipotéticas. Guardadas as devidas proporções, as mesmas situações podem ser verificadas em bacias urbanas reais.

Figura 8: Hidrograma resultante da propagação do escoamento e dos excessos no Cenário 3.



Organizado pelos autores, 2010.

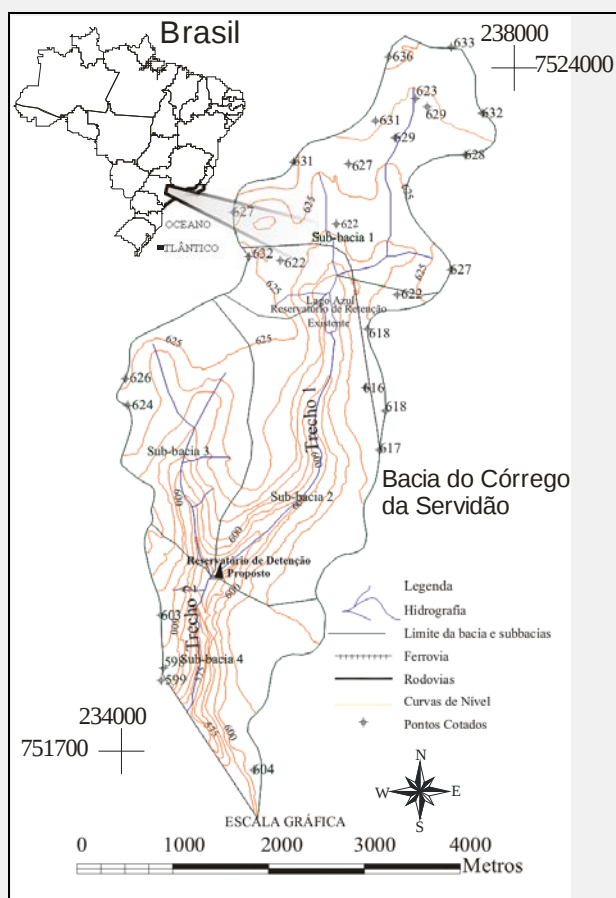
O Caso da Bacia do Córrego da Servidão (Rio Claro – SP)

A bacia hidrográfica do Córrego da Servidão localiza-se no município de Rio Claro, setor centro-leste do território paulista (Figura 9). Neste trabalho, estudaram-se os terrenos da alta e média bacia que se encontram submetidos à intensa urbanização, a qual convive com problemas freqüentes de enchentes. Assim, dos 18,01 km² da bacia, foram estudados 13,61 km². Sua forma é alongada na direção norte sul, sendo sua maior largura de aproximadamente 4 m e comprimento de 5,1 km até a foz de seu médio curso.

Os registros de ocorrência de enchentes urbanas na cidade de Rio Claro datam do início do processo de urbanização e foram relatados pela imprensa local em diferentes épocas. A intervenção direta no córrego da Servidão teve início no ano de 1971 com obras de retificação e canalização. Esta intervenção proporcionou um incremento das vazões escoadas, diminuindo o tempo de concentração na bacia e aumentando os problemas de enchente a jusante, maximizados pela crescente ocupação e impermeabilização da área.

Rio Claro possui cerca de 190.000 habitantes e situa-se a cerca de 170 km a noroeste do estado de São Paulo (SP), com acesso através da rodovia Washington Luiz (SP-310) e do sistema Anhanguera-Bandeirantes, e também pela rede ferroviária. A área está situada em duas Áreas de Proteção Ambiental (APA), sendo que esta categoria de Unidade de Conservação Ambiental foi constituída pela Lei Federal 6.902 de 27/04/1981 (BRASIL, 1981). A APA Corumbataí foi criada pelo Decreto Estadual nº 20.960 de 08/06/83 (SÃO PAULO, 1983 e engloba 3 perímetros urbanos – Corumbataí, Botucatu e Tejuapá. A APA das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba e Juqueri-Mirim, abreviadamente, APA Piracicaba, foi instituída pelo Decreto Estadual nº 26.882 de 11/03/1987 (SÃO PAULO, 1987), com o objetivo de proteger áreas de cabeceiras e afluentes de alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba. A APA Piracicaba apresenta dois perímetros. A Área I envolve o setor do alto curso da Bacia do Rio Corumbataí, que faz parte da Bacia do Rio Piracicaba, sobrepondo-se, geralmente a APA Corumbataí na região de estudo. (ZAINÉ; PERINOTTO, 1996).

Figura 9: Localização da bacia do Córrego da Servidão, com sua discretização utilizada durante a modelagem.



Organizado pelos autores, 2010.

A Formação Rio Claro (de idade Cenozóica) recobre a bacia do Córrego da Servidão e é constituída de arenitos arcoseanos mal consolidados e mal classificados, arenitos conglomeráticos e argilitos dispostos em níveis topográficos entalhados por superfícies de erosão (IPT, 1981). Distinguem-se duas seqüências principais: sucessão de estratos arenosos com intercalações de leitos argilosos; sucessão mais argilosa com brechas intraformacionais e lentes arenosas nas margens do paleocanal em posição superior aos depósitos de calha. A Formação Rio Claro é interpretada como tendo sido depositada em condições continentais fluviais em clima semiárido.

Estas características litológicas estão amplamente refletidas na densidade de drenagem da bacia do Córrego da Servidão, que possui vazão média anual na sua foz de aproximadamente $0,21 \text{ m}^3/\text{s}$. O canal do Córrego da Servidão possui duas mudanças de direção, no médio curso e

baixo curso, próximo à sua foz, ambas com orientação NE/SW, sugerindo controle geológico estrutural. Estabelecendo-se a relação entre o comprimento das drenagens e a área da bacia, constata-se que a referida bacia caracteriza-se por baixa densidade de drenagem o que implica em boa permeabilidade do terreno. O índice de circularidade, calculado de acordo com a proposta de Christofolletti (1980), da bacia do Córrego da Servidão é de apenas 0,21, o que significa menor probabilidade de concentração do escoamento da água da chuva. (SCHWAB et al., 1966).

O clima da área é do tipo Cwa (classificação de Köppen), ou seja, clima tropical chuvoso, com chuvas no verão e inverno seco e a temperatura média mensal em quase todos os meses do ano é superior a 18°C, sendo que o mês mais quente ultrapassa os 22°C, enquanto que a precipitação do mês mais chuvoso é dez vezes superior a do mês mais seco. (CONCEIÇÃO; BONOTTO, 2004). A área é controlada por massas tropicais e equatoriais que predominam em mais de 50 % do ano, sendo que os ventos dominantes são provenientes dos quadrantes S e SE. Quanto à distribuição anual de chuvas, o regime é tropical com duas estações bem definidas: de abril a setembro, ocorre o período seco com índices pluviométricos médios de 30 a 90 mm por mês e, de outubro a março, ocorre o período úmido, com índices pluviométricos médios de 120 a 260 mm por mês. As alturas médias mensais de chuva fornecem uma quantidade de 1505 mm de chuva por ano. (CONCEIÇÃO; BONOTTO, 2003).

A precipitação elevada combinada ao substrato geológico presente geram solos bastante desenvolvidos. Dessa forma, os solos que ocorrem na bacia do Córrego da Servidão compõem-se de Latossolos Vermelho-Amarelo, correspondentes às unidades Coqueiro e Laranja Azeda. (OLIVEIRA; PRADO, 1984). O Latossolo Vermelho-Amarelo – unidade Coqueiro – caracteriza-se por textura média ao longo do perfil, sendo que os teores de areia são responsáveis pela sua alta friabilidade e pequena plasticidade. Já o Latossolo Vermelho-Amarelo – unidade Laranja Azeda –, apesar de ainda manter o caráter de textura média ao longo do perfil, apresenta grau de argila levemente superior ao da unidade Coqueiro.

Atualmente, considerando as atividades de campo e a planta cadastral, identificaram-se os principais tipos de uso da terra, havendo um predomínio do uso urbano residencial (79%) e industrial (21%). Estas características de uso da terra geraram um padrão de arruamento típico do sistema de colonização português, conhecido como tabuleiro de xadrez, permitindo constatar que, em muitos trechos da bacia, o sistema de quadras e o arruamento seguem a direção do declive, o que, em ambientes tropicais, potencializa a velocidade dos fluxos pluviais. Com isso,

apesar das características dos solos e da topografia possibilitar alto grau de infiltração da água das chuvas, o uso urbano, como organizado atualmente, deve ser o agente definidor dos processos de enchentes que se registraram nos últimos anos.

Para a realização do modelo proposto para o Córrego da Servidão, primeiramente as condições pedológicas foram avaliadas e classificadas de acordo com os grupos hidrológicos utilizados pelo *Soil Conservation Service* (SCS, 2004), apresentados na Tabela 1. Considerando as categorias elencadas pelo referido método, ponderou-se para o presente estudo que as unidades pedológicas que ocorrem no exemplo usado enquadram-se no Grupo C. A avaliação dos cenários pré e pós-ocupação foi realizada por meio da alteração das condições de uso e ocupação do solo, ponderadas em função das áreas para as duas situações, conforme apresentado na Tabela 2.

Para uma melhor precisão da modelagem a bacia foi discretizada em 4 sub-bacias a partir das características destas. (MORUZZI et al., 2009). A Figura 9 apresenta a referida discretização. A sub-bacia 1 engloba as áreas de nascente e o entorno do reservatório de retenção existente neste setor. A sub-bacia 2 constitui-se no setor de médio curso do trecho estudado onde a drenagem principal já se encontra canalizada em conduto fechado (Trecho 1). A sub-bacia 3 refere-se a um afluente do curso principal, denominado de Córrego Wenzel, que encontra-se parcialmente canalizado, em seu baixo curso, em conduto aberto. Já a sub-bacia 4 refere-se ao setor drenado pelo baixo curso do setor estudado do Córrego da Servidão, também canalizado (Trecho 2) em conduto fechado. O processo de discretização da bacia é essencial para que os resultados encontrados sejam adequados à situação de drenagem realmente existente nesta. Contudo, convém ressaltar que isso deve ser realizado pelo pesquisador e, portanto o conhecimento da área estudada é essencial.

A modelagem utilizada permitiu avaliar os hidrogramas nos cenários antes da urbanização e após a expansão desta. As Figuras 10 a 17 foram extraídas de Moruzzi et al. (2009a) e apresentam os resultados para períodos de retorno de 5 anos, considerando cada uma das sub-bacias identificadas em ambos cenários, ou seja, pré e pós-ocupação. A comparação entre os hidrogramas permite verificar que há um incremento significativo na vazão visto que, o pico que se encontrava em torno de $3 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ na condição pré-ocupação, atinge valores de até $20 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ na situação de uso da terra atual. Além disso, as sub-bacias 1 e 2 apresentam os picos mais altos o que pode estar relacionado ao fato destas se caracterizarem por mais intensa ocupação urbana,

com menores valores de espaços abertos e para plantio em relação as outras sub-bacias. (Tabela 5).

Tabela 5 – Principais características das áreas que compõem a área urbana da bacia do Córrego da Servidão.

Sub-bacia	Área (km ²)	Declive do terreno (%)	Declive do canal fluvial (%)	Condições Pré-Ocupação	Condições Pós-Ocupação
1	4,22	0,89	0,79	Florestas	16,3% - distrito industrial; 4,1% - espaços abertos; 79,6% - uso residencial.
2	4,33	1,27	0,68		2,5% - distrito industrial; 3,2% - espaços abertos; 94,3% - uso residencial.
3	2,72	1,58	1,5		5,5% - distrito industrial; 7,7% - espaços abertos; 86,8% - uso residencial.
4	2,34	2,46	0,66		24,0% - terreno para plantio; 2,9% - espaços abertos; 73,1% - uso residencial.

Fonte: Moruzzi et al. (2009a).

O efeito do reservatório de retenção (Lago Azul), presente na Sub-bacia 1, na amortização do hidrograma de entrada para diferentes períodos de recorrência, pode ser observado na Figura 18. Os hidrogramas apresentam atenuações da ordem de 2,5 vezes para as vazões máximas (Fig. 18a). Porém, conforme constatado em Moruzzi et al. (2009a), nas condições simuladas, o nível de água superaria a cota máxima do reservatório em até 2 m, causando inundação da área adjacente, fato corriqueiramente observado nas proximidades deste reservatório e amplamente noticiado pela imprensa local (Fig. 18b).

Figura 10 - Chuva efetiva para TR de 5 anos e hidrograma resultante para o cenário pré-ocupação na Sub-bacia 1.

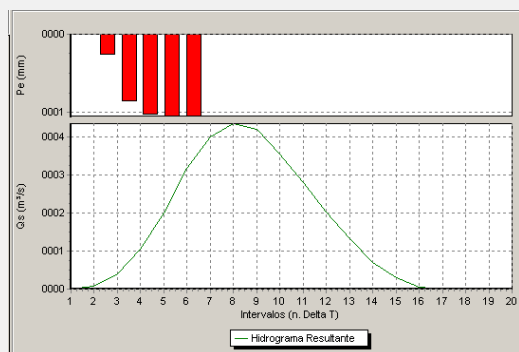


Figura 10: Chuva efetiva para TR de 5 anos e hidrograma resultante para o cenário pré-ocupação na Sub-bacia 1.
Fonte: Moruzzi et al. (2009a).

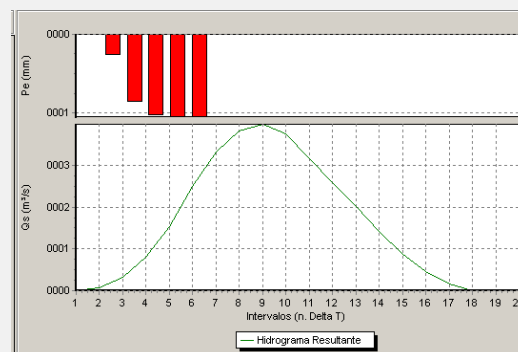


Figura 11: Chuva efetiva para TR de 5 anos e hidrograma resultante para o cenário pré-ocupação na Sub-bacia 2.
Moruzzi et al. (2009a).

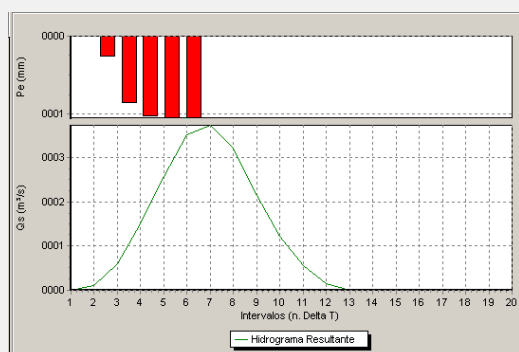


Figura 12: Chuva efetiva para TR de 5 anos e hidrograma resultante para o cenário pré-ocupação na Sub-bacia 3.
Fonte: Moruzzi et al. (2009a).

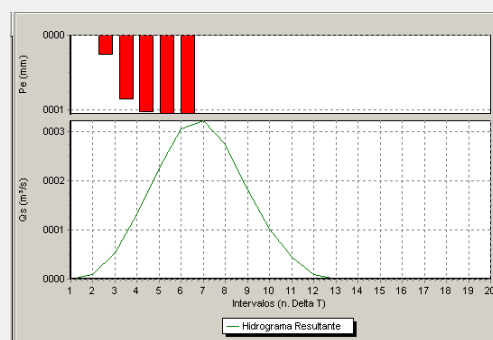


Figura 13 - Chuva efetiva para TR de 5 anos e hidrograma resultante para o cenário pré-ocupação na Sub-bacia 4.
Fonte: Moruzzi et al. (2009a).

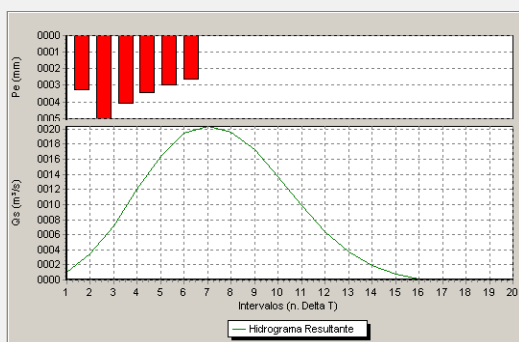


Figura 14: Chuva efetiva para TR de 5 anos e hidrograma resultante para o cenário atual na Sub-bacia 1.
Fonte: Moruzzi et al. (2009a).

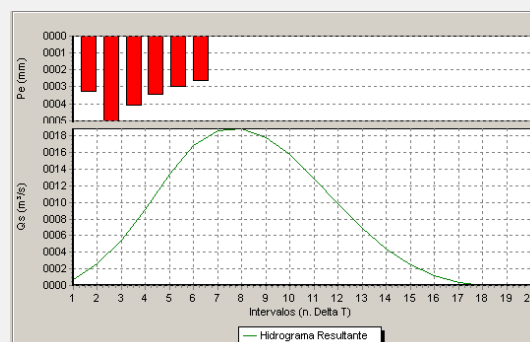


Figura 15: Chuva efetiva para TR de 5 anos e hidrograma resultante para o cenário atual na Sub-bacia 2.
Fonte: Moruzzi et al. (2009a).

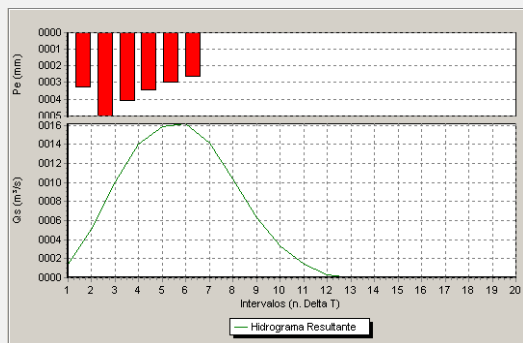


Figura 16: Chuva efetiva para TR de 5 anos e hidrograma resultante para o cenário atual na Sub-bacia 3.
Fonte: Moruzzi et al. (2009a).

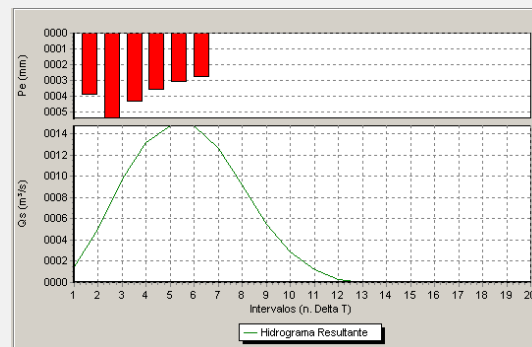
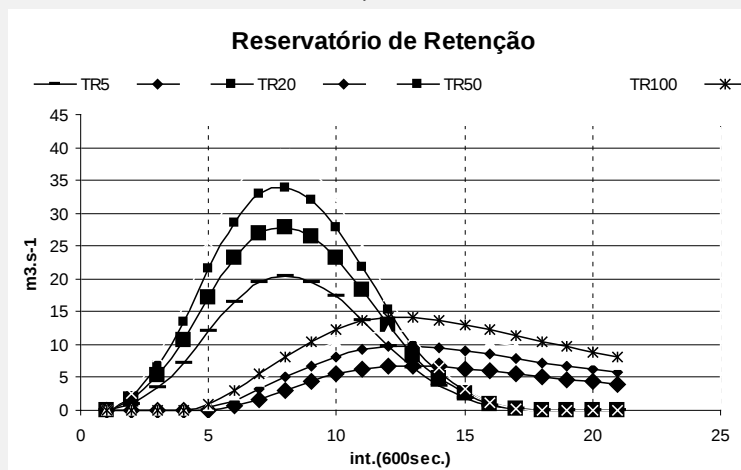
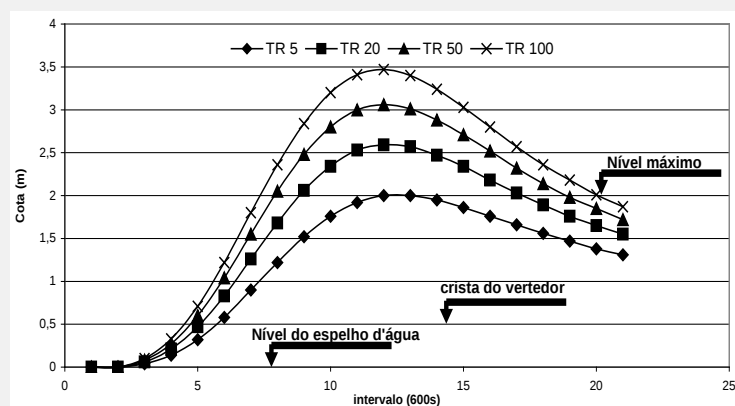


Figura 17: Chuva efetiva para TR de 5 anos e hidrograma resultante para o cenário atual na Sub-bacia 4.
Fonte: Moruzzi et al. (2009a).

Figura 18: Efeito do reservatório de retenção nos hidrogramas de cheias para tempos de recorrência de 5, 20, 50 e 100 anos (a) e cota do reservatório de retenção para diferentes tempos de recorrência (b).



a)



b)

Fonte: Moruzzi et al. (2009b).

Ainda, em busca de alternativas técnicas para o problema detectado, simulou-se o efeito da construção de um reservatório de retenção a ser instalado na Sub-bacia 3, o qual influenciaria o setor a jusante, denominado de baixo curso do Córrego da Servidão (Trecho 2). Foi escolhido simular sua criação na sub-bacia 3 pois nesta área há espaço ainda não ocupado que poderiam possibilitar sua instalação (7,7% de espaços abertos, Tabela 5). Para as condições simuladas, constatou-se que a cota máxima ultrapassaria o valor máximo estabelecido de 3 m para o reservatório de retenção, para TR de 20, 50 e 100 anos, obtendo-se cotas máximas de 3,71 m, 4,05 m e 4,22 m, respectivamente. Ademais, a partir da simulação para valores de tempo de recorrência superiores a 50 anos observou-se que o Trecho 2 do Córrego da Servidão apresentava vazão de excessos propagadas na rua. (MORUZZI et al., 2009). Os resultados demonstram o potencial da aplicação de modelos para simulação de cenários, frente às variações dos parâmetros funcionais. Evidentemente, para uma reprodução segura e confiável o modelo deve ser calibrado para cada bacia hidrográfica.

Considerações Finais

O uso de modelos na hidrologia urbana é comum na bibliografia nacional e internacional. Contudo, há que se considerar que seus resultados serão tanto mais satisfatórios quanto melhor for a qualidade dos dados utilizados para a alimentação dos mesmos. Ainda, a entrada de dados nos modelos matemáticos deve ser feita de maneira criteriosa, obedecendo às características geográficas e as condições das obras de engenharia já existentes na área estudada. Portanto, o conhecimento dos terrenos que compõem a bacia a ser estudada é essencial e insubstituível. Assim, os princípios aqui apresentados e discutidos demonstram a importância de se compreender claramente a funcionalidade dos modelos e suas limitações. Nesse sentido, buscou-se apresentar o exemplo teórico permitindo verificar a sensibilidade dos dados de entrada nos modelos apresentados, destacando a importância da compreensão do meio físico e de como suas características influenciam no escoamento superficial direto, determinando os riscos potenciais de cheias. O estudo de caso apresentado permitiu vislumbrar que as soluções para os riscos ambientais vinculados a cheias urbanas exigem avaliações e medidas amplas, não sendo passível de solução por ações descontextualizadas.

Referências

BRASIL. **Constituição Federal, Lei nº 6902**. Brasil, 1981.

CERRI, L. E. da S.; AMARAL, C. P. do. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CONCEIÇÃO, F. T.; BONOTTO, D. M. Use of U-isotopes disequilibrium to evaluated the weathering rates and fertilizer-derived uranium at São Paulo State, Brazil. **Environmental Geology**, Berlin, v. 44, p. 408-418, 2003.

CONCEIÇÃO, F. T.; BONOTTO, D. M. Weathering rates and anthropogenic influences in a sedimentary basin, São Paulo State, Brazil. **Applied Geochemistry**, Amsterdam, v. 19, p. 575 - 591, 2004.

DELLEUR, J. W. The evolution of urban hydrology: past, present and future. **Journal of Hydraulic Engineering**, Reston, v. 129, n. 8, aug/2003, p. 563-573.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Mapa geológico do estado de São Paulo**. Monografias, n. 3, 1981.

MORUZZI, R. B.; CUNHA, C. M. L.; CONCEIÇÃO, F. T.; PEREIRA, L. H. Efeito da ocupação urbana e de obras de drenagem sobre o hidrograma de cheia de uma bacia urbanizada: O caso da bacia do Córrego da Servidão em Rio Claro (SP). **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Ponta Grossa, v.1, p.1 - 12, 2009a.

MORUZZI, R. B.; LUPINACCI, C.; OLIVEIRA, J.N. Aplicação de modelos hidrológicos para avaliação de reservatório de retenção e detenção combinados a obra de recuperação do canal de madro-drenagem no controle de cheias em uma bacia hidrográfica urbanizada. **Ciência & Engenharia**, Uberlândia, (UFU. Impresso), v. 18, p. 11-20, 2009b.

MORUZZI, R. B.; OLIVEIRA, S. C. Relação entre intensidade, duração e frequência de chuvas em Rio Claro, SP: métodos e aplicação. **Teoria e prática na engenharia civil**, Rio Grande, v.13, p. 59-68, 2009.

OLIVEIRA, H.B.; PRADO, H. **Levantamento pedológico semidetalhado do estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos. II Memorial Descritivo**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 1984.

SÃO PAULO. **Decreto Estadual nº 20960**. São Paulo, 1983.

SÃO PAULO. **Decreto Estadual nº 26882**. São Paulo, 1987.

SCHWAB, G.O.; FREVERT, A.K.; EDMISTER, K. K.; BARNES, W. **Soil and water conservation engineering**. New York: John-Wiley & Sons, 1966.

SOIL CONSERVATION SERVICE – SCS. Estimation of direct runoff from storm rainfall national. In: U.S. Department of Agriculture (org). **Engineering Handbook**. Washington DC, 2004.

MORUZZI, R.B.; CUNHA, C.M.L.; CONCEIÇÃO, F.T. da. **Princípios básicos para a modelagem de cheias em bacias hidrográficas urbanizadas**, 2011, p. 326.

TUCCI, C. E. M.; ZAMANILLO, E. A.; PASINATO, H. D. **Sistema de simulação precipitação-vazão IPHS1**. Porto Alegre: IPH-UFRGS, 1989.

TUCCI, C.E.M. Controle de enchentes. In: TUCCI, C. (org). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH, 1998, p. 621-658.

VIEGAS FILHO, J.; LANNA, A. E. L.; MACHADO, A. A. A. Modelagem orientada a objetos aplicada a sistemas de apoio à decisão em recursos hídricos. **Anais...** Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XII, ABES, Belo Horizonte, 1999.

Sobre os autores:

¹Rodrigo Braga Moruzzi

Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP – Campus de Rio Claro.

Contato: rmoruzzi@rc.unesp.br

²Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP – Campus de Rio Claro.

Contato: cenira@rc.unesp.br

³Fabiano Tomazini da Conceição

Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP – Campus de Rio Claro.

Contato: ftomazini@rc.unesp.br

RISCOS E DANOS AMBIENTAIS NO CONTEXTO DA GEOMORFOLOGIA FLUVIAL

Márcio Henrique de Campos Zancopé¹

Introdução

No primeiro dia de janeiro de 2010, o município de São Luiz do Paraitinga, na região Leste do Estado de São Paulo (SP), sofreu com uma das mais fortes enchentes do Rio Paraitinga, que atravessa a área central da cidade. Essa enchente causou a destruição de muitos dos edifícios históricos, incluindo a Igreja Matriz construída no século XIX, que, juntamente com o centro histórico, estava tombada pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado de São Paulo (Condephaat) desde a década de 1980. As imagens do desabamento da igreja foram registradas por cinegrafistas amadores e exibidas em vários meios de comunicação do país.

Não sem motivos, a memória da população brasileira está repleta de acontecimentos semelhantes. As enchentes fazem parte do grupo dos riscos naturais mais ameaçadores para as sociedades humanas. Elas estão ligadas aos processos naturais do ciclo hidrológico e da dinâmica geomorfológica dos rios. Os perigos e danos que ameaçam pessoas e bens referem-se à convivência muito próxima com os cursos d'água. Juntamente com os terremotos, as enchentes correspondem, em termos mundiais, ao tipo de catástrofe natural que provoca os maiores danos em perdas de vidas humanas e destruição de edificações. (SARAIVA, 1999). Segundo Khan apud Saraiva (1999), a partir de um levantamento do número de desastres ocorridos entre 1977 e 1984, ocorre em média 16 enchentes por ano no mundo com graves consequências. Saraiva (1999) ainda lembrou que o ordenamento territorial deveria associar os meios e instrumentos para minimizar esses riscos, através de um planejamento que combine as opções mais adequadas em cada situação.

A ocupação urbana ou rural sobre as margens e planícies fluviais constitui o principal componente dos riscos associados às cheias. Porém, existem processos geomorfológico-fluviais, atuantes no passado e no presente, que também podem causar danos. Entre eles temos, como exemplo, a migração lateral dos rios, que podem ameaçar edificações e campos agrícolas na faixa ribeirinha. Esses mesmos processos estão sujeitos a alterações profundas decorrentes dessa

ocupação sobre os sistemas fluviais, as quais podem levar a reajustes no balanço sedimentar e assoreamentos dos leitos dos rios, entre outros.

Este capítulo procura abordar os processos naturais da dinâmica geomorfológica dos rios, uma vez que, em muitos casos, a inobservância ou subestimação deles no planejamento ou no zoneamento territorial aumentam a probabilidade de ocorrência de um desastre. Os riscos e danos pensados neste capítulo não se referem somente àqueles ligados ao flagelo de perdas de vidas humanas e destruição de bens, mas a modificações no funcionamento dos sistemas naturais, com impactos sobre a diversidade e produtividade biológica dos ambientes fluviais e sobre os recursos hídricos.

Dessa forma, primeiramente discute-se a diferença entre os critérios hidrológicos e geológico-geomorfológicos na abordagem conceitual a respeito das planícies e leitos fluviais, uma vez que certas vazões de cheia excedem os leitos dos rios e transbordam sobre a planície, carreando sedimentos e alagando áreas com diferentes tipos de uso e ocupação. Em seguida, verificam-se os processos geomorfológicos responsáveis pela construção das planícies fluviais e suas interações com os rios, pois os mesmos processos remobilizam os materiais depositados, revelando a dinâmica contínua das planícies, bem como aqueles que podem gerar riscos e danos. Essa dinâmica contínua deve ser observada no momento da elaboração do planejamento territorial e na definição das áreas de risco ambiental. Posteriormente, são examinados os mecanismos do balanço sedimentar dos rios, a relação entre erosão, transporte e deposição e as consequências de suas alterações, como o assoreamento. Por fim, são analisados os parâmetros associados às dimensões das planícies fluviais ao longo dos cursos d'água e suas relevâncias para as cheias e áreas sujeitas à inundação.

Rios, planícies e áreas de risco

As planícies fluviais são consideradas áreas de risco segundo diversos tipos de mapeamentos geotécnicos ou mesmo legislações específicas. Legislações como, por exemplo, a Lei Federal Nº 6.766 de 1979 dispõe sobre o parcelamento das terras urbanas, e não permite, no artigo 3º, o parcelamento de terras alagadiças e sujeitas a inundações, como as planícies fluviais, antes de tomadas providências para assegurar o escoamento das águas. (BRASIL, 1979).

A principal razão para as planícies serem consideradas áreas de risco é a mais evidente. Independentemente de recomendações geotécnicas ou deficiências legais decorrentes de pressões lobistas imobiliárias, as planícies fluviais são marcadas por inundações periódicas oriundas dos transbordamentos dos rios que elas margeiam. As magnitudes e frequências desses transbordamentos podem levar a prejuízos e danos de diversas naturezas; desde transtornos à circulação urbana, como congestionamentos ou interdições, passando por perda da produção agrícola em áreas rurais, até destruição de construções, quando não, perda de vidas humanas.

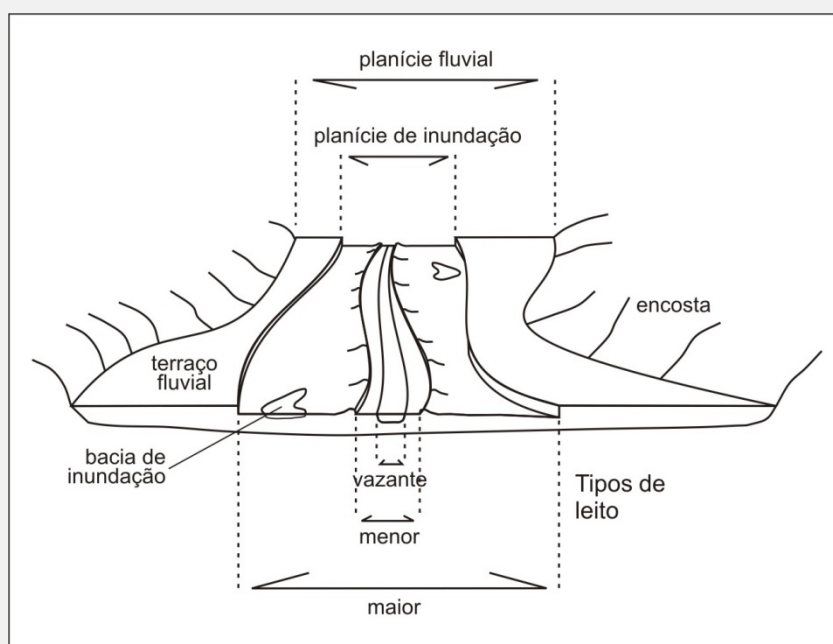
De fato, as planícies fluviais podem ser definidas como as áreas dos vales fluviais, marginais aos cursos d'água, parcialmente alagadas por transbordamentos periódicos oriundos dos rios e limitadas lateralmente pelas bases das vertentes dos vales. Também podem ser definidas por fatores hidrológicos, como as áreas dos vales fluviais que sofrem inundações por cheias de determinadas magnitudes e intervalos de recorrência. Esses fatores hidrológicos delineiam especificamente as planícies de inundação, ou seja, áreas que são alagadas com certa frequência.

Na verdade, as áreas sujeitas a inundações constituem parte do leito maior dos cursos fluviais. Didaticamente, Tricart (1966) demonstra que os leitos fluviais podem ser classificados em quatro tipos, sendo eles: o (I) *leito de vazante*, onde escoam as águas baixas, seguindo o talvegue (linha de maior profundidade do canal fluvial), no interior do (II) *leito menor*, o qual seria delimitado pelas margens morfológicamente bem desenhadas do canal fluvial e por diques marginais, e cujo fluxo da corrente fluvial impossibilita a instalação de vegetação permanente. Os outros tipos de leito se classificam em (III) *leito maior periódico*, que corresponde à área da planície regularmente inundada pelas cheias anuais ao transbordar o canal fluvial, e o (IV) *leito maior excepcional*, preenchido pelo escoamento das cheias de maior magnitude e intervalos de recorrência irregulares (Figura 1).

A delimitação das áreas inundáveis dos leitos fluviais maiores é muito mais difícil em campo do que conceitualmente. A pequena variação altimétrica na ampla área da planície fluvial e o mosaico de formas de relevo e tipos de vegetação, associados à variabilidade das vazões de cheia contribuem para essa dificuldade. Grau de dificuldade que aumenta na busca da diferenciação entre o leito maior periódico e o leito maior excepcional. A dificuldade se traduz em delimitar as áreas que são alagadas por cheias de magnitudes periódicas e áreas que são alagadas

por cheias de magnitudes maiores e intervalos de recorrência pouco freqüentes. Essa dificuldade de delimitação em campo seria a razão hidrológica para essas planícies serem consideradas áreas de risco. Risco precedente seria determinar as áreas do leito maior alagadas pelas cheias periódicas ou excepcionais e estabelecer os diferentes tipos de uso da terra associados a cada uma delas.

Figura 1: Tipos de leito fluvial.



Fonte: Tricart (1966), adaptado de Zancopé (2008).

A primeira vista, a delimitação das áreas inundáveis das planícies fluviais aparenta determinar áreas de risco de caráter geotécnico para a aplicação de usos específicos. No entanto, essas áreas inundáveis dos leitos maiores apresentam função ecológica importante. No interior dessas áreas, as lagoas marginais e as bacias de inundação, como pântanos (alagadiços) e charcos (brejos) funcionam como berçários para a vida lótica, habitats para os organismos lênticos e fatores limitantes para espécies vegetais de habitats de substratos saturados em água. A comunicação desses habitats com o rio, por meio de furos, igarapés ou pequenos córregos, é marcada pela variação periódica das cheias, contribuindo para a complexidade ecológica dos sistemas fluviais. Os igarapés possuem inversão periódica do sentido do fluxo da corrente. Durante a vazante, a corrente dos igarapés flui para o rio, enquanto que durante a elevação do

nível das águas, flui para as bacias de inundação e lagoas marginais. Na Amazônia, muitas espécies de peixes, incluindo espécies comerciais, adentram pelos igarapés durante as cheias para se alimentarem de frutos e sementes da mata de igapó. Os igarapés e lagoas marginais funcionam como refúgio reprodutivo, fornecendo abrigo para a desova e o crescimento dos alevinos de muitas espécies de peixes. Nesses locais, a vegetação fornece alimento abundante e as raízes de plantas aquáticas como a vitória-régia, fornecem proteção contra predadores. A corrente desses locais apresenta característica dos fluxos laminares favorecendo a nidificação e a natação livre para o desenvolvimento dos alevinos. (BROWN; LOMOLINO, 2006).

As relações entre o canal fluvial, as áreas inundáveis do leito maior, a variabilidade das cheias e os organismos aquáticos, bem como as ligações entre furos, igarapés e os rios são muito sensíveis às variações hidrológicas excepcionais (estiagens prolongadas) e a fatores de natureza antropogênica, principalmente. Isto implica numa suscetibilidade elevada a mudanças dessas relações que podem influenciar a produtividade ecológica e os níveis tróficos dos sistemas fluviais, demonstrando como as planícies constituem áreas de risco, também de caráter ambiental.

As planícies fluviais ainda podem ser definidas por critérios geológicos e geomorfológicos. Tais critérios delimitam as planícies como as áreas dos vales preenchidas por sedimentos aluviais depositados pelos rios, ou a superfície do fundo dos vales dominada por formas de relevo e depósitos sedimentares de origem fluvial. Eles englobam todas as áreas do interior das planícies fluviais, como as bacias de inundação, os diques marginais, os terraços fluviais, além da própria faixa de migração dos canais. (PEREZ FILHO; CRISTOFOLLETTI, 1977). Estas formas e depósitos fluviais são construídos pelo trabalho dos rios em transportar o volume excedente de água e parte do material intemperizado, fornecido pela remoção detrítica das vertentes de suas bacias hidrográficas. Entretanto, essas formas e depósitos sedimentares são continuamente afetados pelos processos desse transporte fluvial, seja pelo recobrimento por deposição dos detritos trazidos pelos transbordamentos periódicos subsequentes, seja pela erosão promovida por certos fluxos velozes dos transbordamentos sobre as planícies, seja por sua remoção completa pela migração lateral dos rios.

A escala temporal dessa dinâmica fluvial pode variar enormemente. Certas formas e depósitos fluviais podem ser formados, erodidos ou soterrados durante um período de cheias. Os

bancos de sedimentos de certos rios entrelaçados podem ser deslocados completamente de um período de cheias para outro. As migrações laterais dos canais podem variar ainda mais. Christofolletti (1981) cita diversas referências exemplificando a acelerada migração dos canais meândricos, como por exemplo, um estudo de Brice, publicado em 1974, sobre o deslocamento lateral de cerca de 140 m dos meandros do Rio Sacramento (Califórnia, USA), entre 1937 e 1968. Christofolletti (1981) cita, ainda, o abandono de meandros do Rio Purus, na Amazônia Ocidental, em 65 anos. Algumas curvas meândricas do Rio Beatton (Columbia Britânica, Canadá) deslocaram-se 14m em 35 anos, como demonstraram Hickin e Nanson (1975).

O deslocamento lateral dos canais fluviais pode parecer lento para a escala temporal da vida humana. Contudo, áreas urbanas, loteamentos ribeirinhos de rancharia, propriedades agrícolas, obras de infraestruturas viárias, como pontes, rodoviárias e ferroviárias, postes e torres de linhas de transmissão de energia, portos fluviais, etc. possuem vida útil que ultrapassam várias gerações, devendo levar em consideração o deslocamento lateral dos rios. Tal consideração deve ser debatida antes mesmo da elaboração dos projetos e instalação da estrutura ou definição dos zoneamentos e usos da terra.

Por esse ponto de vista, as planícies fluviais devem ser consideradas áreas de risco, uma vez que a dinâmica geológica e geomorfológica do sistema fluvial é contínua ao longo da existência das planícies. Critérios geológicos e geomorfológicos permitem uma análise mais ampla dos riscos que essas áreas apresentam. Com esses critérios é possível analisar os riscos ligados à dinâmica fluvial, como a erosão fluvial, a migração lateral dos rios, o assoreamento dos leitos, entre outros; e assim ir além dos riscos somente relacionados às inundações pelos transbordamentos dos rios. Os mecanismos de funcionamento da dinâmica fluvial são cientificamente bem conhecidos, porém os procedimentos e as técnicas preditivas reservam ainda muitas incertezas. É sabido como as enchentes acontecem, bem como suas causas. Porém, quando uma cheia de determinada magnitude acontecerá ainda é uma probabilidade num intervalo estatístico. Os mecanismos de deslocamento dos rios são conhecidos, as direções e as taxas de deslocamento são estimadas com base na observação de registros passados, mas se o deslocamento de determinado rio continuará na mesma direção, com a mesma taxa, ou se mudará, para que direção e com qual velocidade, ainda é muito incerto.

A construção das planícies

Foi mencionado anteriormente que, as formas de relevo e os depósitos sedimentares das planícies fluviais são construídos pelo trabalho dos rios ao transportar os detritos dos continentes para os oceanos. O intemperismo e a morfodinâmica das vertentes são responsáveis por mobilizar grandes quantidades de detritos de rochas da superfície terrestre. Porém, essa movimentação ocorre em distâncias curtas. Os detritos de rochas e mantos de alteração intempérica são acumulados na base das vertentes e/ou lançados nos cursos d'água. Então, são transportados pelas forças das correntes fluviais, por distâncias mais longas, para fora da bacia hidrográfica até outro rio, e assim até chegar ao mar, a bacia oceânica. Portanto, os rios realizam grande parte do trabalho de transporte dos detritos, colaborando sistematicamente para a esculturação da superfície dos continentes.

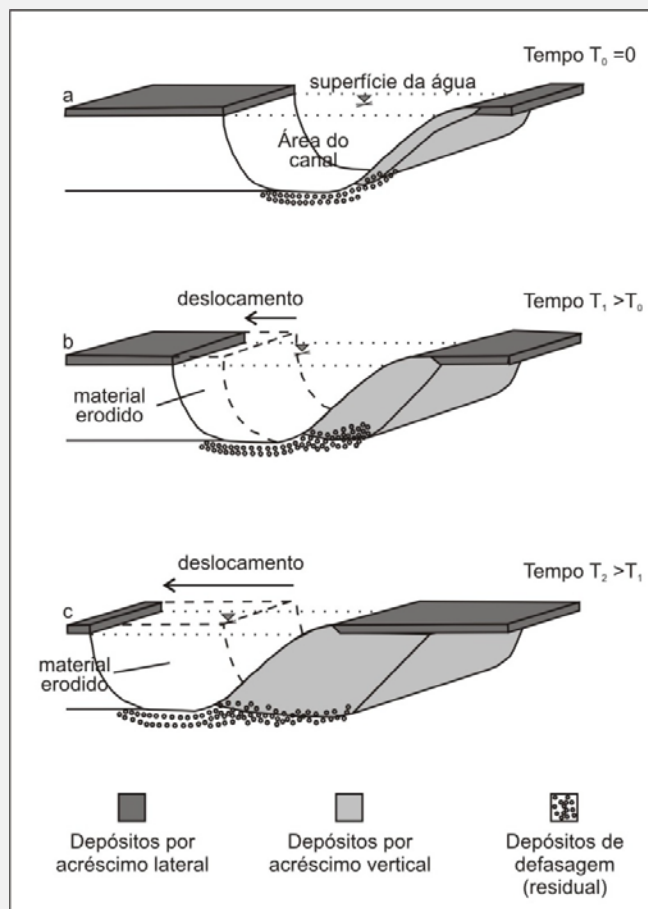
Em virtude das longas distâncias percorridas pelo material, o transporte detrítico efetuado pelo trabalho fluvial sofre influência de diversos fatores, como aqueles relacionados às forças das águas correntes. A vazão dos rios está ligada ao volume da precipitação meteórica sobre a bacia hidrográfica, afetando a quantidade de carga detrítica que é capaz de ser transportada. Bloom (1972) analisou essas relações ao observar que a carga detrítica em suspensão aumenta mais rapidamente que a largura ou a profundidade do leito, em certo ponto do curso fluvial (seção transversal), no início da elevação da vazão causada pelo volume de água precipitado na bacia. Dessa forma, a erosão do leito, responsável pelo aumento da largura e/ou profundidade, não seria a única fonte da carga detrítica. A maior parcela da carga seria lançada ao rio pela remoção detrítica das vertentes, devido ao escoamento superficial promovido pelas mesmas chuvas que causaram a elevação da vazão.

Após a drenagem do volume precipitado na bacia, ocorre a diminuição da vazão, levando a deposição de grande parte da carga detrítica. Como explicou Morisawa (1985), com a diminuição da vazão ocorre redução da velocidade do fluxo da corrente e, conseqüentemente, redução da energia disponível para o trabalho fluvial. Assim, com a diminuição da vazão, a correspondente velocidade do fluxo não é mais capaz de manter o transporte dos detritos. Nesse caso, o rio perde capacidade de transportar os sedimentos, reduzindo o volume da carga transportada através da deposição. Os detritos lançados ao rio pela erosão superficial das

vertentes no início do processo compõem o material aluvial depositado que acaba por construir a planície fluvial.

A organização do material aluvial depositado nas planícies é determinada pelas características hidrodinâmicas da corrente fluvial. Os processos de sedimentação responsáveis pela construção das planícies fluviais são de dois tipos fundamentais, de acordo com os modelos estabelecidos por Allen apud Miall (2006). O primeiro tipo de processo fundamental de sedimentação é a deposição por acréscimo lateral, cujos depósitos são formados nas margens do canal, onde os sedimentos são ordenadamente dispostos pelo fluxo da corrente correspondente às velocidades críticas de deposição. Apresentam-se frequentemente em barras inclinadas de areias grossas a médias, estando ligadas as migrações laterais do canal, como as barras laterais de sedimentos e os cordões marginais convexos (*point bars*) dos rios meândricos (Figura 2). Na base desses depósitos ocorrem os depósitos residuais ou de defasagem (*channel lag deposits*), os quais são constituídos por calhaus e seixos. Os depósitos residuais são formados pela acomodação residual da carga do leito mais grosseira, transportada por rolamento no fundo do canal.

Figura 2: Migração e tipos de depósitos.



Fonte: adaptado de Zancopé (2008).

O segundo tipo de processo fundamental de sedimentação nas planícies fluviais é a deposição por acréscimo vertical (Figura 2). Os depósitos de acréscimo vertical incluem os sedimentos depositados sobre as planícies nas épocas dos transbordamentos (*floodplain deposits*). Dessa forma, sua organização depende dos fluxos de transbordamentos sobre a planície. Os depósitos de acréscimo vertical formados próximo às margens do canal apresentam estruturas sedimentares ligadas as ondas de transbordamento e são constituídos, frequentemente, por areias médias a finas, como os diques marginais (*levee deposits*) e os depósitos de rompimento de diques (*crevasse splay deposits*). Os depósitos de acréscimo vertical formados no interior da planície, distantes das margens do canal, apresentam estruturas planas ligadas a deposição dos sedimentos finos (argilas) nas lagoas das bacias de inundação, brejos ou pântanos (*backswamps*). Como descreve Ab'Saber (2000), a medida que o fluxo de transbordamento transpõe as margens do canal, acaba organizando a distribuição granulométrica

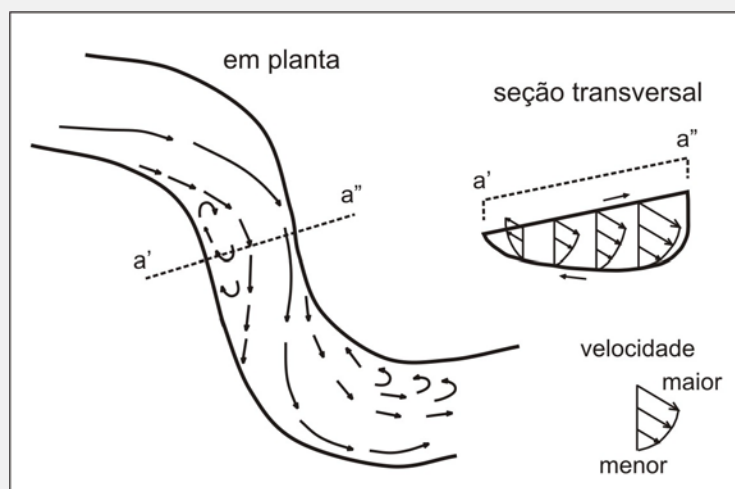
por meio de “uma triagem de sedimentos segundo seu peso e tamanho”, resultante da diminuição da velocidade e energia do fluxo em direção ao interior da planície. A redução da velocidade ocorre devido à rugosidade da superfície e do “mosaico de vegetação biodiversa e especializada”.

A proporção entre os depósitos de acréscimo vertical e os de acréscimo lateral é muito variada. Leopold, Wolman e Miller (1964) sugerem que 60% a 80% dos depósitos sedimentares das planícies fluviais estão relacionados aos processos de acréscimo lateral. De acordo com Cândido (1971) ocorre predomínio de depósitos de acréscimo lateral nas planícies de rios meândricos, em decorrência da migração lateral marcante. Contudo, como observaram Nanson (1980) e Knighton (1984), essas proporções são relativas às taxas de migração de cada meandramento. Planícies com canais de migração acelerada apresentam depósitos de acréscimo vertical de menor expressão, fortemente interdigitados por depósitos de acréscimo lateral. Planícies com canais de migração mais lenta apresentam espessos depósitos de acréscimo vertical, pois há disponibilidade de longos períodos para este tipo de deposição, até que sejam influenciados pela aproximação do canal devido à migração lateral.

Balanço sedimentar

Pode-se pensar, então, que a remoção detrítica das vertentes e a posterior deposição na planície acabaria por atulhar esta última até o preenchimento do vale e rebaixamento do modelado. Entretanto, fora dos períodos de cheia ou vazões elevadas, a corrente fluvial apresenta velocidades do fluxo capazes de remover parcela do material que compõe os depósitos aluviais da planície. Dependendo da morfologia do canal, os padrões de distribuição de velocidades da corrente permitem que velocidades críticas de erosão ocorram próximo às margens, causando erosão do seu material constituinte (Figura 3).

Figura 3: Distribuição das velocidades da corrente. As setas indicam a direção e sentido do fluxo da corrente. O comprimento das setas indica a intensidade da velocidade do fluxo: setas maiores indicam fluxos mais velozes; setas menores indicam fluxos com velocidade menor.



Fonte: Adaptado de Zancopé (2008).

A velocidade crítica de erosão corresponde à velocidade na qual atua a força crítica trativa (ou força de cisalhamento), capaz de colocar em movimento as partículas que compõem o material do leito e das margens dos rios. Essa força deve superar a força de gravidade para que a partícula entre em movimento. O valor de tal velocidade está relacionado à rugosidade do leito e ao fluxo turbulento, bem como às características das partículas, como tamanho, forma, densidade e coesão entre as partículas. O importante trabalho de Hjulström apud Suguio e Bigarella (1990), demonstra que partículas grandes, como calhaus e seixos, necessitam de elevadas velocidades críticas de erosão, pois sua massa maior exige mais força trativa para superar a gravidade e entrar em movimento. Contudo, partículas muito pequenas, como argilas e siltes, apresentam-se muito coesas, instituem leitos com pouca rugosidade e, conseqüentemente, fraca turbulência, necessitando também de elevadas velocidades críticas para entrar em movimento. As partículas de tamanho intermediário, como as areias, são as que necessitam de menor velocidade para se movimentar.

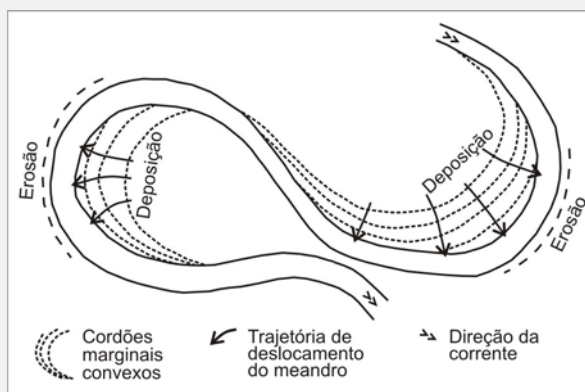
Por outro lado, uma vez em movimento, as partículas serão transportadas até o fluxo atingir a velocidade crítica de deposição. A velocidade crítica de deposição corresponde à velocidade do fluxo incapaz de manter em movimento partículas transportadas em suspensão no interior do fluxo da corrente fluvial (carga detrítica suspensa) ou partículas transportadas ao longo do fundo do rio (carga de fundo ou do leito). A velocidade de deposição está relacionada ao

tamanho e densidade da partícula transportada, bem como ao fluxo laminar ou divergente. Morisawa (1985) assinalou que as partículas arenosas são mais facilmente erodidas que as partículas siltsas e argilosas e os cascalhos. Porém, as partículas siltsas e argilosas são mantidas em transporte sob velocidades muito lentas. As velocidades de deposição das argilas e siltes são proporcionalmente muito inferiores às velocidades de erosão das mesmas. Ou seja, uma vez colocadas sob transporte, essas partículas dificilmente retornam ao repouso. Já, no caso das areias e cascalhos, uma redução da velocidade do fluxo é capaz de depositar os cascalhos e certa fração das areias.

As relações entre velocidades de erosão e de deposição ajudam a compreender as razões para os depósitos de acréscimo lateral serem arenosos e para os depósitos de acréscimo vertical serem siltsos e argilosos. As velocidades do fluxo no interior do canal mantêm em suspensão partículas siltsas e argilosas, porém uma redução dessas velocidades permite a deposição das areias, formando bancos de sedimentos no interior e nas margens do canal (depósitos de acréscimo lateral). As partículas argilosas e siltsas seriam depositadas no interior das planícies de inundação, no término dos transbordamentos, quando a vazão e as velocidades do fluxo se reduzem, permitindo sua deposição (depósitos de acréscimo vertical).

Essas relações também ajudam a compreender as razões das planícies não serem atulhadas de sedimentos até o preenchimento do vale e rebaixamento do modelado. Numa curva de um canal meândrico, por exemplo, as velocidades críticas de erosão estão próximas da margem côncava, enquanto que na margem convexa imediatamente oposta ocorrem velocidades críticas de deposição (Figura 3). Enquanto a margem côncava avança com a erosão, a margem convexa imediatamente oposta recua com a deposição, conservando a largura do canal (Figura 4). Isso resulta na migração lateral do rio, que pode se estender por toda a planície. (ZANCOPÉ, 2008; LEOPOLD; WOLMAN, 1960). Os paleocanais são vestígios da migração lateral registrados na superfície das planícies, como o caso mostrado na Figura 5.

Figura 4: Migração lateral dos rios meandранtes.



Fonte: Adaptado de Zancopé (2008).

Figura 5: Meandros do Rio Mogi Guaçu, município de Luís Antônio/SP. A presença dos meandros abandonados e paleomeandros espalhados pela planície mostram a remobilização do material aluvial. A largura do Rio Mogi Guaçu neste trecho é de aproximadamente 90 m, com fluxo da corrente da direita para a esquerda na imagem. Coordenadas aproximadas: 21°36'10"S e 47°50'40"W.



Fonte: GOOGLE (2010). Data da imagem: 10/Nov2003.

A remobilização dos depósitos decorrente da migração lateral dos rios coloca o material aluvial da planície novamente em transporte, o qual acaba sendo depositado mais a jusante. Como no caso dos rios meândricos, o material aluvial erodido na margem côncava se deposita na margem convexa da curva meândrica imediatamente a jusante. Em experimento de laboratório, Friedkin (1945) demonstrou inclusive que o material erodido das margens côncavas, transformado em carga do leito, se deposita nas margens convexas do mesmo lado do rio. Portanto, a carga detrítica do leito não atravessaria o canal. Tal situação não procede para a carga em suspensão, uma vez que esta se dispersa pelo canal com o fluxo turbulento, podendo ser depositado em qualquer margem e distância.

Dessa forma, o material aluvial da planície é remobilizado com a migração lateral do rio. Sendo transportado, acaba depositado mais a jusante, até que novamente seja remobilizado. Esse processo é o modo como o rio dá conta de toda a carga detrítica que é lançada nele e integra o balanço sedimentar da planície fluvial, equilibrando o volume do material aluvial. Mantido esses processos, o material sedimentar que chega ao canal pela remoção detrítica das vertentes é temporariamente depositado nas planícies. Posteriormente, ele é remobilizado, transportado e depositado mais a jusante. Isso ocorre até que sejam lançados em outro rio, o qual se encarregará de levá-los adiante por meio dos mesmos processos, até chegar aos oceanos.

Leopold, Wolman e Miller (1964) fizeram outra observação importante sobre os mecanismos para contrabalancear o atulhamento das planícies. Assinalaram que o momento das vazões com maiores cargas sedimentares antecede as vazões de transbordamento, ou seja, na fase inicial da elevação das vazões (cheias) encontra-se a maior quantidade de carga detrítica. Quando as águas atingem a altura do transbordamento e se espalham sobre as planícies existe pouco material disponível para a deposição, pois o pico da carga sedimentar já passou. Isso vai ao encontro das observações de Bloom (1972) ao perceber que a carga detrítica em suspensão aumenta mais rapidamente no início da elevação da vazão, como apresentado anteriormente. Leopold, Wolman e Miller (1964), ainda destacaram a irregularidade da distribuição dos fluxos de transbordamento sobre as planícies, sendo que alguns destes podem apresentar força suficiente para erodir em vez de depositar.

Riscos de assoreamento

Os mecanismos do balanço sedimentar e as relações entre os rios e suas planícies são sensíveis a alterações de diversas naturezas. Alterações no volume da vazão, ou em sua variabilidade ao longo do tempo e/ou do curso fluvial, modificam os padrões de distribuição das velocidades da corrente em diversas seções transversais e os mecanismos do balanço sedimentar, transformando a relação erosão, transporte e deposição entre o canal e a planície.

O entalhamento dos vales, a formação de terraços fluviais, o recobrimento de depósitos aluviais antigos e elevação altitudinal da superfície das planícies estão relacionados a mudanças no balanço sedimentar e no trabalho fluvial. O entalhamento do leito e formação de terraços fluviais podem estar relacionados ao aumento do volume médio da vazão e do seu poder erosivo ou, ainda, ao aumento da frequência da vazão de margens plenas (*bankfull discharge*). A vazão das margens plenas corresponde à vazão que preenche todo o volume do canal sem ocorrência de transbordamento. Como assinalou Christofolletti (1981), a vazão das margens plenas possui maior significância geomorfológica por confinar no interior do canal a energia erosiva e de transporte do fluxo. Com o transbordamento do canal, a energia acaba por se dissipar pela planície, uma vez que a corrente se espalha por uma área mais ampla. Cabe lembrar que o entalhamento do canal leva a redução da largura do leito maior e diminuição do ritmo das inundações em certas áreas da planície.

A situação inversa, como o soterramento dos depósitos aluviais e construção de nova planície num nível altimétrico mais elevado pode ocorrer caso haja aumento da variabilidade da vazão. A variabilidade elevada da vazão corresponde a volumes de vazão muito distintos concentrados em épocas alternadas. Nesse caso, as épocas de cheias concentram vazões muito elevadas num período restrito, enquanto que as épocas de vazante concentram vazões muito baixas no período oposto seguinte. Assim, as épocas de cheias trazem grande quantidade de carga detrítica, que não consegue ser processada nas épocas de vazante, antes da chegada da nova cheia. Nesse caso, os depósitos aluviais trazidos na cheia anterior são atulhados na planície e acabam soterrados pelos sedimentos trazidos com a cheia seguinte, elevando a superfície da planície.

Essas transformações da relação erosão, transporte e deposição entre o canal e a planície podem ocorrer ao longo da história geomorfológica das bacias hidrográficas, como aquelas que ocorreram ao longo do Período Quaternário, observadas por Bigarella e Mousinho (1965), quando

estudaram depósitos aluviais nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, bem como por muitos outros pesquisadores.

Entretanto, as transformações na relação erosão, transporte e deposição entre o canal e a planície podem ocorrer ao longo da história da ocupação humana nas terras das bacias hidrográficas. Um sintoma dessas transformações constitui os assoreamentos do leito dos rios. As modificações da cobertura vegetal, como o desmatamento para implantação de pastagens e práticas agrícolas não-conservacionistas ou em desacordo com a capacidade de uso das terras, podem levar ao aumento do volume dos detritos (ou de certa fração deles) carregados aos rios pelo escoamento superficial (Figuras 6 e 7). Tais modificações no uso e ocupação das terras intensificam a ação do escoamento superficial, promovendo maior erosão laminar ou linear (sulcos e ravinas). Os detritos são levados aos rios que, em vista da maior quantidade, acabam depositando-se no interior do canal, formando bancos de sedimentos laterais ou centrais de grande expressão, reduzindo a profundidade da coluna d'água.

Figura 6: Trecho do Rio Mogi Guaçu, município de Leme (SP). Retirada da mata ciliar para implantação de citricultura.



Foto: Salvador Carpi Júnior, 2001.

Tricart (1966) salientou a complexidade existente na correlação entre erosão e a carga detrítica dos rios, decorrente do caráter descontínuo dos fenômenos erosivos. Os processos morfogenéticos erosivos nas regiões tropicais são ligados a variabilidade dos episódios hidrológicos. (CRUZ, 1985). Dessa forma, possuem pouca eficiência para o transporte de material sólido, ou seja, os sedimentos produzidos pelos processos morfogenéticos acumulam-se localmente, formando os conhecidos colúvios, podendo se fixar distantes dos sistemas transportadores, como os cursos d'água. Por outro lado, os processos erosivos correspondentes ao escoamento superficial concentrado (erosão linear) possuem maior eficiência no transporte de sedimentos. Oliveira (1994) destacou que as feições erosivas lineares (sulcos, ravinas e voçorocas) constituem-se como áreas-fonte de sedimentos, elementos coletores de produtos da erosão laminar de áreas circunvizinhas e elementos transportadores, uma vez que ocorrem frequentemente em áreas de cabeceira de drenagem, estando conectados aos sistemas fluviais.

Figura 7: Trecho do Rio Mogi Guaçu com sinais de assoreamento, município de Leme (SP).



Foto: Salvador Carpi Júnior, 2001.

Marinho, Castro e Campos (2006) verificaram que o desmatamento e as práticas agrícolas não-conservacionistas ou discordantes da capacidade de uso das terras sobre o Cerrado na região

Sudoeste do Estado de Goiás intensificou os processos erosivos, promovendo a ocorrência de grande número de voçorocas e o aumento da carga sedimentar do alto Rio Araguaia.

Suguio e Bigarella (1990) comentaram contundentemente a contribuição do desmatamento da região de Tubarão e da serra do vale do Itajaí-açu, no Estado de Santa Catarina, para a erosão dos solos e a destruição causada pelas inundações de março de 1974. Durante esse evento catastrófico, a erosão das vertentes aumentou a carga detrítica e a capacidade erosiva das correntes dos rios, que acabou por destruir pontes, edificações, vias de comunicação e de transmissão de energia. Após a enchente, as planícies dos cursos d'água mais a montante foram cobertas de material arenoso, enquanto que nos cursos mais a jusante por material siltooso e argiloso.

O uso da água pelas sociedades humanas também pode levar a transformações dessa natureza. O abastecimento urbano e industrial pode levar a transposição de águas entre bacias e conseqüente redução da média das vazões dos rios que sofreram a captação. Nesses casos, a capacidade de transporte dos rios diminui, tendo em vista o menor volume de água disponível para o escoamento e trabalho fluvial. Assim, parte da carga detrítica acaba se depositando no interior do leito fluvial, formando bancos de sedimentos. A superexploração da água por irrigação também podem levar a redução das vazões dos rios. O emprego descontrolado da irrigação leva a perdas acentuadas por evapotranspiração do volume da água utilizada. Isso acarreta um saldo hídrico negativo para os cursos d'água que serviram de fonte captadora.

A superexploração (extração excessiva) da água subterrânea, seja para abastecimento urbano e uso agrícola ou industrial, leva ao rebaixamento da superfície freática. Um exemplo muito conhecido do início dos anos 2000 foi a superexploração do Aquífero Ogallala, no Meio-Oeste dos EUA. A extração excessiva da água deste aquífero, para irrigação agrícola, principalmente, causou a queda da pressão da água de cerca de 170 mil poços e rebaixamento de aproximadamente 30 m da superfície freática regional.

O rebaixamento da superfície freática afeta os rios por meio da redução do fluxo basal. O fluxo basal corresponde à parte da vazão fluvial alimentada pelo escoamento subterrâneo, enquanto que a outra parte da vazão provém da precipitação meteórica e do escoamento superficial. O rebaixamento da superfície freática reduz o gradiente hidráulico e, por conseguinte,

diminui a velocidade do fluxo de água subterrânea para os cursos d'água. Dessa forma, menor quantidade de água chega aos rios através do fluxo subterrâneo, afetando o volume das vazões e as velocidades do fluxo das correntes. Isso acarreta a diminuição da capacidade de transporte fluvial, levando a deposição de parte da carga sedimentar no interior dos canais.

Os represamentos dos rios para instalação de usinas hidrelétricas ou para abastecimento também alteram as relações entre erosão, transporte e deposição. As barragens têm a função de regularizar o fluxo fluvial, ou seja, diminuir a variabilidade das vazões. Sendo assim, diminui a ocorrência das vazões muito elevadas e muito baixas. Nesse caso, promoveria um controle sobre os transbordamentos, contendo os efeitos danosos das inundações ou da falta de água durante as estiagens. Contudo, essa alteração da variabilidade das vazões trazida pela implantação das barragens interfere profundamente no trabalho fluvial. Os afluentes do rio a jusante da barragem continuam a lançar suas cargas detríticas. Porém, as vazões capazes de transportar adiante essa carga oriunda dos afluentes ocorrem a intervalos de tempo muito grandes, em vista da regularização do fluxo fluvial pela barragem. Assim, a carga detrítica dos afluentes pode depositar-se nos trechos de jusante no interior do leito do rio.

Tal situação é atenuada pela interrupção do fluxo sedimentar oriundo de montante das barragens. Grande parte da carga detrítica acaba sendo depositada quando chega ao remanso e braços dos lagos das barragens. As mudanças das forças hidráulicas entre a corrente fluvial a montante e as águas do reservatório da barragem organizam os processos de deposição da carga sedimentar. Somente a carga dissolvida e partículas pequenas da carga em suspensão conseguem transpor o reservatório e prosseguir seu curso. Dessa forma, o fluxo fluvial a jusante da barragem teria sua carga reduzida, atenuando o assoreamento de jusante.

Com relação ao assoreamento dos reservatórios de barragem, Oliveira (1994) mostrou que a relação entre a erosão nas bacias contribuintes e o assoreamento nos reservatórios depende da transferência dos sedimentos das áreas-fonte para os cursos d'água (tributários) e destes para os reservatórios. O autor estudou os depósitos correlativos aos processos erosivos lineares, decorrentes da ocupação histórica no Oeste paulista, nas bacias contribuintes do reservatório de Capivara no Rio Paranapanema, entre os Estados de São Paulo e Paraná. Demonstrou que os cursos d'água com maior capacidade de transporte eram aqueles com maior declividade do talvegue, enquanto que os rios com declividade menor eram pouco eficientes. Os

braços do reservatório de Capivara com evidência de assoreamento estavam conectados às desembocaduras dos cursos d'água com maior capacidade de transporte. Oliveira (1994) sugeriu que os cursos d'água com maior declividade eram mais eficientes no transporte dos sedimentos produzidos pelos processos erosivos lineares nas bacias contribuintes, depositando-os nas desembocaduras junto aos braços do reservatório. Os rios com menor declividade eram pouco eficientes e depositavam os sedimentos ao longo dos seus cursos, demonstrado pela ocorrência elevada dos depósitos correlatos aos processos erosivos, em trechos a montante da desembocadura junto aos braços do reservatório.

Transbordamentos e largura das planícies

Foi comentado anteriormente que a inobservância ou desconsideração de alguns processos geomorfológicos que cercam os rios pode suscitar alguns riscos ambientais. Os rios e as planícies fluviais, suas gêneses e dinâmicas, estão intimamente relacionados. Como observado anteriormente, as planícies fluviais são consideradas áreas de risco por conta dos transbordamentos periódicos dos rios. Contudo, esses transbordamentos são parte integrante dos processos de desenvolvimento das planícies e possuem uma função importante na hidrologia do escoamento fluvial. Os processos geomorfológico-fluviais, as inundações e os riscos ambientais nas planícies fluviais são indissociáveis.

A dimensão das planícies fluviais está relacionada ao comportamento hidrológico dos rios. O comportamento hidrológico refere-se a variação da magnitude das vazões, bem como sua frequência, incluindo as vazões de cheia e de transbordamento. A esse respeito, Leopold, Wolman e Miller (1964) verificaram que a largura das planícies depende do tamanho dos rios que elas margeiam, da ordem relativa de encaixamento e da resistência do substrato rochoso. Assim como as variáveis de geometria hidráulica (vazão, largura do canal, profundidade do fluxo, velocidade da corrente, etc.) variam ao longo do curso fluvial, as larguras das planícies, e, por conseguinte, das suas áreas inundáveis, variam proporcionalmente.

De acordo com os modelos de geometria hidráulica, observa-se um aumento das vazões dos rios em direção de jusante, devido ao aumento da área da bacia e do número de afluentes. Proporcionalmente ao aumento da vazão de um rio, ocorre aumento da largura e da

profundidade do canal e da velocidade da corrente. Foi observado que a largura do canal aumenta mais rapidamente a jusante que a profundidade, enquanto que a velocidade aumenta com a menor intensidade entre as variáveis anteriores. (CHRISTOFOLETTI, 1981, p. 79).

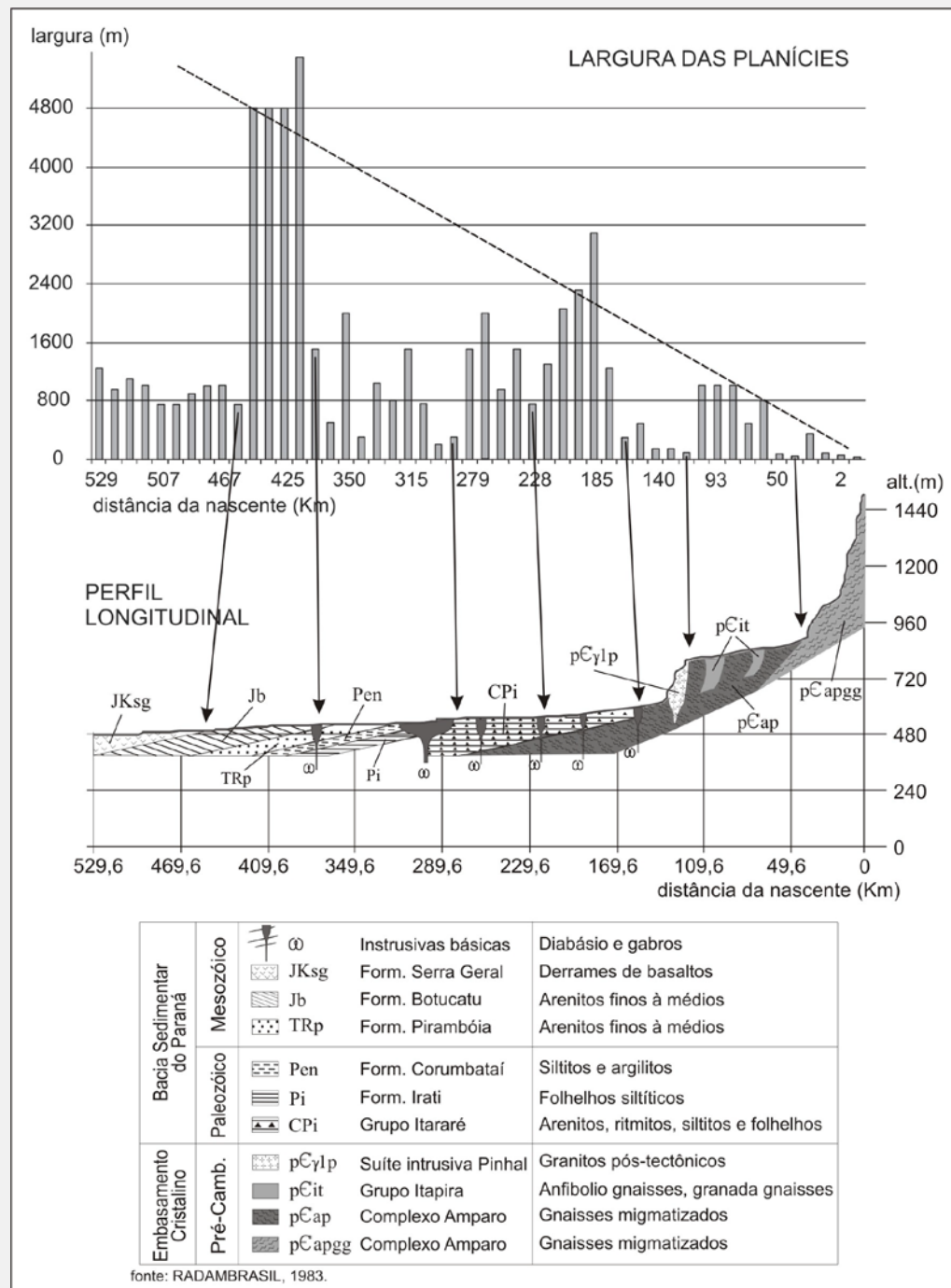
Perez Filho e Christofolletti (1977) observaram esse relacionamento entre a grandeza das planícies e o comportamento hidrológico dos cursos fluviais, ao estudarem a bacia do Rio São José dos Dourados, localizada na região Norte ocidental do Estado de São Paulo. Verificaram que o aumento gradativo da largura das planícies de inundação acompanha proporcionalmente ao aumento da ordem hierárquica da bacia, comprovando que a largura da planície aumenta progressivamente a jusante com o crescimento da vazão e da área da bacia hidrográfica. Os autores sugerem que o aumento da largura das planícies representa um ajuste ao aumento das variáveis de geometria hidráulica em direção de jusante.

Zancopé e Perez Filho (2006) demonstraram que a distribuição das planícies ao longo dos cursos d'água sofre influência marcante das litologias e estruturas geológicas sobre as quais escoam. Ao estudarem a distribuição das planícies fluviais do Rio Mogi Guaçu, localizado na região centro ocidental do Estado de São Paulo, verificaram que as planícies são estreitas quando o Mogi Guaçu escoar sobre estruturas geológicas, como falhas, ou litologias resistentes ao entalhamento fluvial. Em contrapartida, a montante e a jusante destas estruturas e litologias as planícies são amplas (Figura 8). Zancopé e Perez Filho (2006) concluíram que estas estruturas e litologias atuam na forma do perfil longitudinal, afetando o gradiente daquele trecho do rio, favorecendo a sedimentação e desenvolvimento das planícies fluviais a montante e a jusante. Concomitante a essas variações condicionadas pelos fatores geológicos destacaram ainda que a tendência do aumento das larguras das planícies do Rio Mogi Guaçu em direção de jusante permanece.

A análise combinada entre o comportamento hidrológico do rio, as variações dos elementos de geometria hidráulica em direção de jusante e as relações entre a distribuição das larguras das planícies e o substrato geológico da bacia permite perceber as implicações sobre os riscos de inundação. Quando a vazão em elevação ultrapassa a altura das margens do canal, as águas se espalham pela planície. A partir de então, o nível da água eleva-se lentamente mesmo que o volume da vazão aumente rapidamente. Com o aumento da vazão de inundação a água se espalha alagando mais áreas da planície. Como as planícies muito frequentemente apresentam-se mais largas que o rio, elas têm capacidade de suportar maior volume de água. Dessa forma,

quando o transbordamento invade a planície, a velocidade de elevação do nível da água se reduz. A medida que o fluxo de inundação passa, a vazão decresce, então as águas retornam ao canal, reduzindo a área inundada. Na fase decrescente da cheia da inundação, o retorno das águas e a velocidade de diminuição do nível da água são lentos. Assim a planície devolve paulatinamente as águas que a invadiu.

Figura 8: Distribuição das larguras das planícies do Rio Mogi Guaçu. Tendência do aumento das larguras das planícies em direção de jusante e influência das litologias resistentes à incisão fluvial sobre trechos com planícies estreitas.



Fonte: modificado de Zancopé e Perez Filho (2006).

A planície funciona, então, como área de escape das vazões elevadas, amortizando os efeitos do transbordamento. No que diz respeito aos riscos ambientais, esses efeitos referem-se à

velocidade de elevação e de diminuição do nível da água e à área sujeita à inundação. Nos trechos fluviais onde as planícies são muito estreitas a água, durante os transbordamentos, pode atingir alturas elevadas em um curto intervalo de tempo. O nível da água sobe muito rapidamente e o fluxo da inundação em direção de jusante passa velozmente. A duração da inundação é muito curta e o nível d'água decresce tão rápido quando se eleva. Aquino, Stevaux e Latrubesse (2005) verificaram que no médio Rio Araguaia as vazões são amortecidas pela Planície do Bananal, verificadas pela baixa variabilidade dos fluxos. Entretanto, no alto e baixo curso do Rio Araguaia a variabilidade da vazão é maior, em virtude das planícies serem mais estreitas.

É possível perceber que os riscos de inundação vão além daqueles relativos ao comportamento hidrológico do rio, analisado pela variabilidade das vazões. As dimensões das planícies e sua variação ao longo do curso fluvial são variáveis importantes que devem ser consideradas na análise e gestão de riscos e desastres ambientais.

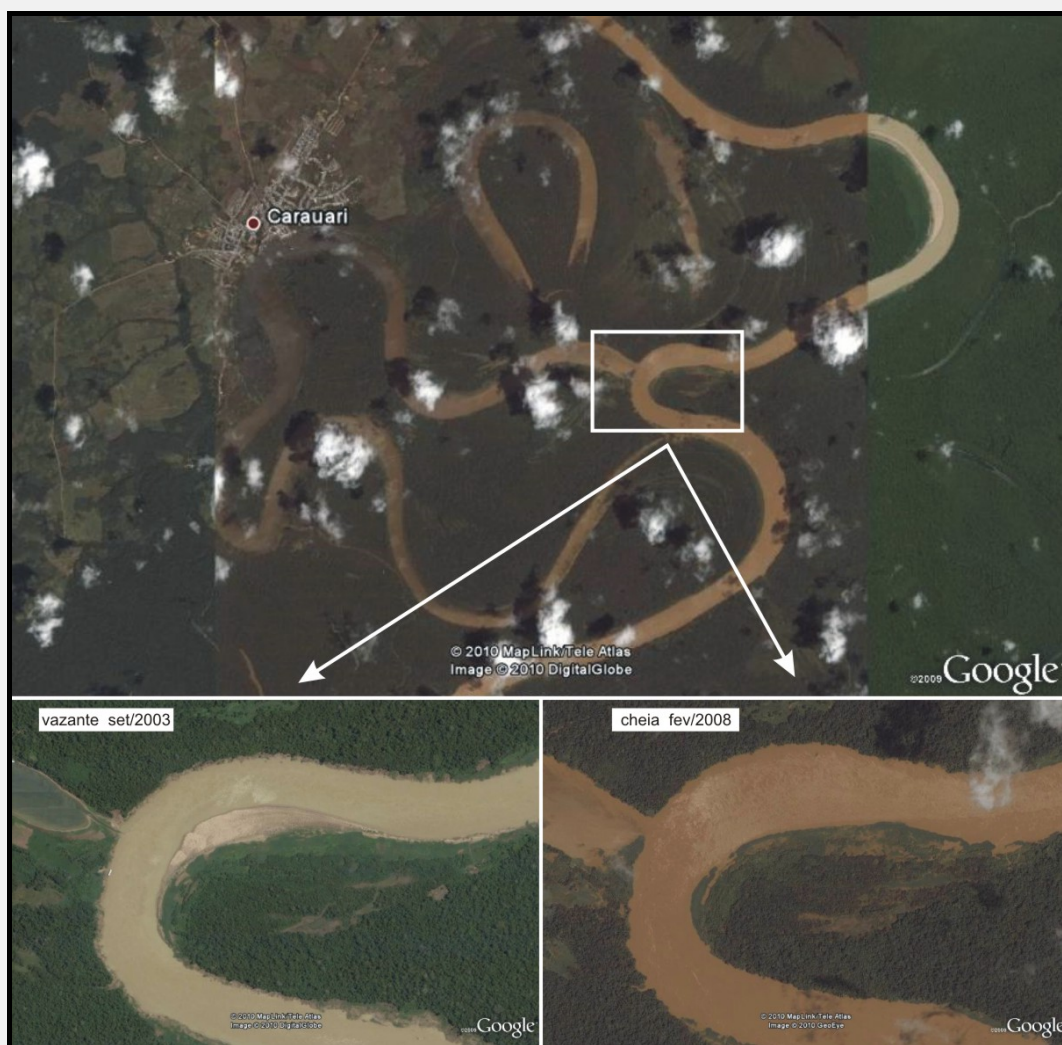
Um caso

Por fim, um estudo de caso nos ajuda a compreender os riscos e danos ambientais no contexto da Geomorfologia fluvial. Monteiro (1964) mostrou exemplo de um caso de riscos associados a processos geomorfológico-fluviais que ameaçavam uma população ribeirinha amazônica. Ele relata a morfodinâmica do rio Juruá, afluente Sul do Rio Solimões, na Amazônia ocidental, ao descrever a migração meândrica e formação dos sacados (termo regional para os meandros abandonados). O município de Carauari, no sudoeste do Estado do Amazonas, aproximadamente 790 km de Manaus, estava ameaçado de isolamento, segundo Monteiro (1964), pois o meandro do Juruá, que a cidade margeia, estava em vias de se tornar um sacado.

A rede hidrográfica amazônica com seus furos e igarapés funcionam como vias de transporte e comunicação das comunidades locais. A formação daquele sacado, pelo fechamento das extremidades do meandro, impediria o acesso navegável à cidade. Por outro lado, a sinuosidade do Juruá prolonga as viagens por dias e o abandono dos meandros encurta o caminho. Furos e igarapés são usados com essa função. Como os meandros do Juruá são muito longos e amplos, Carauari ficaria a aproximadamente oito de quilômetros do rio, graças a esse processo morfodinâmico muito freqüente naquele curso d'água (Figura 9).

Segundo Monteiro (1964), as autoridades municipais de Carauari tentaram desassorear uma extremidade do meandro que estava sofrendo o processo de abandono. O procedimento não teve sucesso e aquele trecho ficou estreito e raso, a ponto de barcos de maior calado não conseguirem atravessá-lo no período da vazante. O próprio pesquisador, ao final do seu relatório, propôs medidas corretivas naquele trecho, para que o fluxo do Juruá tornasse a escoar pelo sacado.

Figura 9: Carauari/AM e o Rio Juruá. O detalhe destaca a extremidade do sacado ainda conectado ao Juruá. O quadro inferior esquerdo mostra o estreito durante o período de vazante. O quadro inferior direito mostra o período de cheia, podendo ser observado a pluma de sedimentos em direção ao interior do sacado. A entrada de sedimentos favorece a colmatagem do sacado. Os quadros inferiores mostram detalhes com a mesma escala em ambos. A largura média do Rio Juruá neste trecho é de aproximadamente 400 m, com fluxo da corrente da base para o topo na imagem superior. Coordenadas aproximadas: 4°52'45,5"S e 66°53'59,7"W.



Fonte: GOOGLE (2010). Datas da composição: Set/2003 – Fev/2008.

ZANCOPÉ, M. H. de C. *Riscos e danos ambientais no contexto da geomorfologia fluvial*, 2011, p. 352.

Observações de imagens orbitais atuais (Figura 9) revelam que o processo morfodinâmico seguiu curso, isolando o meandro e o município de Carauari do Rio Juruá. A ligação continua a ser feita por um furo que liga o rio ao sacado, porém não permite a passagem de embarcações maiores que navegam pelo Rio Juruá. Mercadorias e pessoas precisam fazer baldeação na entrada do furo para chegarem até Carauari. Se não fosse a instalação de um aeroporto municipal a cidade teria sofrido consequências mais sérias.

Os processos morfodinâmicos fluviais ainda ameaçam Carauari. A colmatação do sacado (meandro abandonado) pode concluir o isolamento do município. No período das cheias, a corrente carregada de sedimentos do Juruá avança no interior do sacado (Figura 9, quadro inferior direito), que pela redução da energia do fluxo deposita sua carga. A contínua sedimentação no sacado causará seu preenchimento, secando a lâmina d'água. Então, o acesso ao município terá que ser concluído por terra.

Considerações finais

Os rios e as planícies são intimamente ligados. A existência das planícies depende da dinâmica geomorfológica dos cursos d'água. A desconsideração desse vínculo entre eles nos processos de ocupação de áreas ribeirinhas ou na definição do seu zoneamento territorial aumenta a probabilidade de ocorrência de um sinistro. Pela perspectiva dos processos geomorfológico-fluviais, a escala temporal influencia sobremaneira as decisões sobre o processo de ocupação. O caráter descontínuo dos fenômenos geomorfológicos está contido nessa escala temporal, que por vez não é percebido ou excede a expectativa na escala humana e que somadas a pressões sócio-econômicas acabam sendo subestimados. Perez Filho (1987) verificou o longo termo dos processos fluviais ao apontar a recorrência de 30 anos das vazões mais elevadas para o Rio Mogi Guaçu, região centro-oriental do Estado de São Paulo.

A natureza dos riscos e danos está ligada ao tipo de uso das terras marginais aos rios e aos processos geomorfológicos. Sendo assim, os danos podem ser de natureza socioeconômica, como perdas de bens e produtos agrícolas, destruição de edificações e mortes; mas também podem ser de natureza ambiental decorrente das alterações dos sistemas naturais, como

destruição de habitats de espécies altamente especializadas, redução da produtividade ecológica e da biodiversidade, assoreamentos e redução do potencial dos recursos hídricos.

Os processos geomorfológico-fluviais que podem oferecer riscos não se restringem apenas às variações das vazões que causam enchentes, mas ligam-se com o trabalho fluvial (relação entre erosão, transporte e deposição) e até mesmo com as migrações dos canais fluviais.

Referências

- AB'SABER, A. N. O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2000. Cap. 1. p. 15-43.
- AQUINO, S.; STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. Regime hidrológico e aspectos do comprotamento morfohidráulico do Rio Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 6, n. 2, p. 29-41, 2005.
- BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, v. 16/17, p. 153-197, 1965.
- BLOOM, A.L. **Superfície da Terra**. São Paulo: Edgard Blücher, 1972.
- BRASIL. Presidência da República. **Lei no. 6.766**. Brasília, DF: Casa Civil, 1979. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm>. Acesso em: 12 mar. 2010.
- BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. **Biogeografia**. 2ª. ed. Ribeirão Preto: Funpec, 2006.
- CÂNDIDO A. J. Contribuição ao estudo dos meandramentos fluviais. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 11, n. 22, p. 21-38, 1971.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial: o canal fluvial**. 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.
- CRUZ, O. A escala emporal-espacial nos estudos dos processos geomorfológicos erosivos atuais: uma questão de método. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 33, p. 1-6, 1985.
- FRIEDKIN, J. A laboratory study of the meandering of alluvial rivers. **Technical Reports, U. S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station**, Vicksburg, Mississippi, USA, 1945.
- GOOGLE Earth 5.2.1. Mountain View: Google Inc. 2010.
- HICKIN, E. J.; NANSON, G. C. The character of channel migration on the Beatton River, northeast British Columbia, Canada. **The Geological Society of America Bulletin**, Bolder, CO v. 86, n. 4, p. 487-494, 1975.

KNIGHTON, D. **Fluvial forms and process**. London: E. Arnold, 1984.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G. Rivers meanders. **The Geological Society of America Bulletin**, Bolder, CO, v. 71, n. 6, p. 769-794, 1960.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. **Fluvial process in geomorphology**. San Francisco: W. H. Freedman & Co., 1964. (Books in Geology).

MARINHO, G. V.; CASTRO, S. S.; CAMPOS, A. B. Hydrology and gully processes in the upper Araguaia River basin, Central, Brazil. **Zeitschrift fuer Geomorphologie**, Stuttgart, v. 145, p. 119-145, 2006.

MIALL, A. D. **The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology**. 4ª. ed. New York: Springer, 2006.

MONTEIRO, M. Y. **O sacado: morfo-dinâmica fluvial**. Manaus: INPA, 1964. (Cadernos da Amazônia, 3).

MORISAWA, M. **Rivers: forms and process**. N. York: Longman, 1985. (Geomorphology texts, 7).

NANSON, G. C. Point bar and floodplain formation of the meandering Beatton River, Northeast British Columbia, Canada. **Sedimentology**, Oxford, v. 27, n. 1, p. 03-29, 1980.

OLIVEIRA, A.M.S. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR**. 1994. 2v. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

PEREZ FILHO, A. **As relações entre solos-relevo na porção centro-oriental do Estado de São Paulo**. 1987. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

PEREZ FILHO, A.; CHRISTOFOLETTI, A. Relacionamento entre ordem e largura de planície de inundação em bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 17, n. 34, p. 112-119, 1977.

SARAIVA, M.G. **O rio como paisagem: gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento territorial**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Fundação para Ciência e Tecnologia, 1999.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluvial**. 2ª. ed., Florianópolis: Ed. da UFPR e Ed. da UFSC, 1990.

TRICART, J. Os tipos de leitos fluviais. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 4, n. 11, p. 41-49, 1966.

TRICART, J. As discontinuidades nos fenômenos de erosão. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 6, n. 12, p. 3-14, 1966.

ZANCOPÉ, M. H. C. **Análise morfodinâmica do Rio Mogi Guaçu**. 2008. 111 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociência, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

ZANCOPÉ, M. H. C.; PEREZ FILHO, A. Considerações a respeito da distribuição das planícies fluviais do Rio Mogi Guaçu. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 7, n. 1, p. 65-71, 2006.

Sobre o autor:

¹ Márcio Henrique de Campos Zancopé

Professor Adjunto do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais (IESA), Universidade Federal de Goiás (UFG), Campus Samambaia, Goiânia (GO), Brasil.

Contatos: zancode@iesa.ufg.br – mhzancode@terra.com.br

LOS CICLONES TROPICALES Y SU IMPACTO EN LA CUENCA DEL CARIBE

Maira Celeiro Chaple¹
José Manuel Mateo Rodríguez²

Introducción

El segundo miércoles de Octubre se celebra el Día Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales, instituido por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el año 1990, con el objetivo de promover una cultura mundial de reducción de los Desastres Naturales, que comprenda prevenirlos, mitigarlos y estar preparados para enfrentarlos.

Tres tipos de desastres con frecuencia agobian a la humanidad: los terremotos, los ciclones tropicales y los volcanes. Los tres ocurren en el Caribe, una de las regiones geográficas más afectadas en el planeta por fenómenos naturales de peculiar intensidad, que destruyen todo lo creado por los seres humanos sobre sus espacios y que causan enormes pérdidas humanas. De ellos, son los ciclones los que tienen mayor frecuencia causando en algunos de sus espacios enormes desastres debido a su costo ambiental, económico y social.

Aunque no siempre el paso de un ciclón tropical constituye un desastre, porque estos también son un elemento esencial en la temporada de lluvias, minimizando los períodos de sequías que también azotan la región. Para las sociedades caribeñas, el paso de un ciclón es un acontecimiento y prevenir sus impactos negativos, reconstruir la vida, después de su paso, se ha convertido en un problema cardinal de seguridad para los diferentes territorios que componen la región.

Sin embargo, la capacidad de las autoridades y de la sociedad de lidiar con los ciclones, no es una cuestión simple. Está en dependencia al menos de dos tipos de factores: del carácter aleatorio del ciclón como peligro natural, y de condiciones políticas, económicas y tecnológicas, vinculadas con la gestión, la gobernabilidad y la gobernanza, o sea, con elementos propios de la estructura geopolítica del poder.

Es justamente el propósito de los autores con este artículo de mostrar lo que significan los huracanes para las sociedades caribeñas y de presentar los aspectos fundamentales de la gestión de riesgos asociados al ciclón como desastre natural.

El Caribe

El Caribe se define de maneras disímiles. Sin lugar a dudas, el Mar Caribe, que junto con el Golfo de México forma el llamado “Mediterráneo Americano” mar semi abierto, que desemboca en el gran océano Atlántico, es el elemento más conspicuo que determina cualquier tipo de regionalización que se pretenda realizar de la parte septentrional del continente americano. (MATEO RODRIGUEZ, 1979, p. 20).

Desde el punto de vista meteorológico y climatológico, por Caribe se entiende a aquellos territorios que forman parte de la cuenca del citado mar, o sea cuyas cuencas y redes de drenaje fluyen hacia el mar Caribe. En este sentido la Región del Caribe estaría formada por un conjunto insular de espacios naturales muy diversos y de pequeño tamaño (el llamado fenómeno de “miniaturización del espacio”), y por una región continental de penínsulas y terrenos llanos, tropicales, fundamentalmente húmedos y super húmedos, dispuestos fragmentariamente. (MATEO RODRIGUEZ, 1989, p.1).

La parte insular ha sido asimilada económicamente, constituyendo en lo fundamental una gran plantación de caña de azúcar, con otros tipos de usos asociados, tales como ganadería y cultivos de subsistencia, tabaco y plantaciones de frutales. Cada uno de estos tipos de usos, forma diferentes estilos en la organización del espacio y en la explotación de los recursos naturales. La misma está desde el punto de vista territorial extremadamente fragmentada. Se suman un total de 12 estados independientes y 11 dependencias coloniales o semi coloniales, en un área que abarca 232.000 kilómetros cuadrados. Los Estados, constituyen entidades con escaso poder y débil capacidad de organización, sus economías están controladas en lo fundamental por el capital extranjero o transnacional. Los intentos de integración territorial, aunque existen, no han pasado ni siquiera el nivel de la retórica.

América Central está formada por siete Estados independientes, con una economía más diversificada y desarrollada, se enfrenta con la misma situación de estados relativamente débiles,

aunque con una mayor capacidad de gobernabilidad, y de gestión económica. Forman también parte de la cuenca del Caribe, tres grandes estados continentales: México, Colombia y Venezuela.

Los ciclones tropicales

Durante la reunión del Comité de Huracanes de la Asociación Regional IV, celebrada en Nassau en 1997, se definió:

Ciclón tropical: término genérico de un ciclón de escala sinóptica que no va acompañado de un sistema frontal, que se forma sobre aguas tropicales o subtropicales y que tienen una convección organizada y una circulación de los vientos en superficie claramente ciclónica (el sentido de rotación de los vientos alrededor del centro es contrario a las agujas del reloj en el hemisferio norte y a favor de las mismas en el hemisferio sur). (ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. COMITÉ DE HURACANES DE LA ASOCIACIÓN REGIONAL IV, cap. I, 1997).

Se incluye dentro de este término al huracán, la tormenta tropical y la depresión tropical:

- El Huracán es cuando los vientos máximos sostenidos son mayores de 117 km/h (mayor de 63 nudos).
- La Tormenta Tropical es cuando los vientos máximos sostenidos están entre de 63-117 km/h (entre 34 nudos y 63 nudos).
- La Depresión Tropical: es cuando los vientos máximos sostenidos son inferiores a 63 Km/h (35 nudos). (ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. COMITÉ DE HURACANES DE LA ASOCIACIÓN REGIONAL IV, cap. I, 1997).

Los ciclones tropicales se forman fundamentalmente sobre aguas cálidas tropicales con un marcado comportamiento estacional, que en el Caribe tiene su máxima frecuencia de formación durante el final del verano y el otoño en el Mar Caribe y en el Océano Atlántico y se extiende desde el 1 de junio hasta el 30 de noviembre, coincidiendo con las mayores temperaturas de la superficie del mar, denominándose a este período “temporada ciclónica”, siendo los meses de mayor actividad ciclónica septiembre, agosto, octubre, julio, junio y noviembre. (RUBIERA, 2002, p. 293).

La fuente principal de energía para la formación de un ciclón tropical, es la liberación del calor latente en las nubes, proveniente de la superficie del mar a través del flujo evaporativo, pero

requieren de condiciones específicas para que se produzca la transición desde una poca organizada perturbación de carácter convectivo hasta un intenso vórtice, estando relacionado con los siguientes factores:

1. Aguas oceánicas cálidas con temperaturas iguales o superiores a los 26.5 grados Celsius con una profundidad de al menos 50 metros.
2. Existencia de un disturbio incipiente.
3. Débil cizalladura vertical directamente sobre la zona perturbada, lo cual se manifiesta usualmente como una profunda corriente del este.

La génesis de los ciclones tropicales es variada, cerca de un 75 % de ellos se forman a partir de ondas del este.

Los países del Caribe pertenecen a la Asociación Regional IV, de la Organización Meteorológica Mundial, y por tanto deben realizar las mediciones del viento máximo en un Ciclón Tropical, calculando el promedio en 1 minuto del viento máximo sostenido, estableciendo en la región la escala Saffir-Simpson para clasificar los huracanes (Tablas 1 y 2). Esta escala consta de 5 niveles en función de la fuerza de sus vientos, los valores de presión mínima y los daños producidos.

Tabla 1. Clasificación de los huracanes según la escala Saffir-Simpson.

Categoría	Presión central (hPa)	Viento máximo sostenido (km/h)	Surgencia de la Tormenta (m)
1	980	118-153	1.0-1.7
2	965-979	154-177	1.8-2.6
3	945-964	178-209	2.7-3.8
4	920-944	210-250	3.9-5.6
5	<920	>250	>5.6

Fuente: Simpson (1974).

Tabla 2. Daños asociados según la Escala de Saffir-Simpson para la clasificación de los Huracanes.

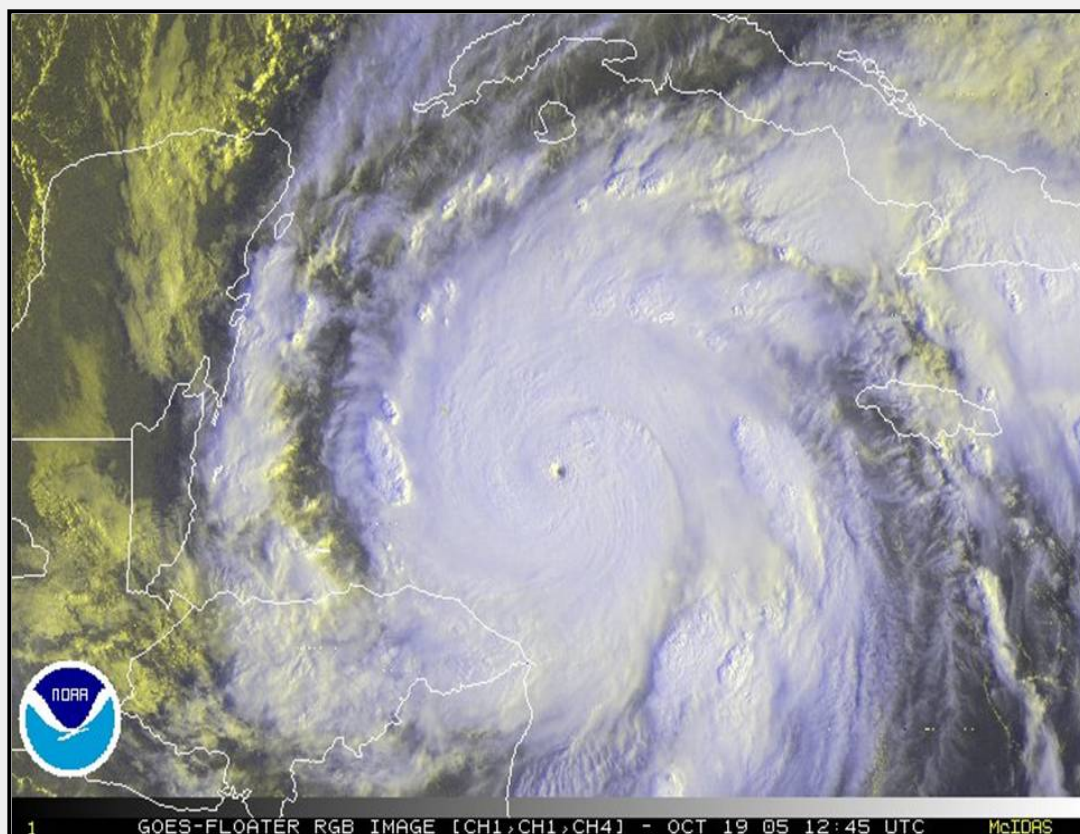
Categoría 1	– Daños primarios a los arbustos, árboles, follaje y a las viviendas móviles no ancladas. Se inundan las carreteras costeras, se producen daños menores en los muelles, algunas embarcaciones pequeñas con anclajes expuestos rompen sus amarras.
Categoría 2	– Considerables daños a la vegetación, algunos árboles son derribados. Extensos daños a las viviendas móviles expuestas y a las estructuras sencillas como letreros, vallas, etc. – Algunos daños en tejados, puertas y ventanas de los edificios. Las carreteras costeras y los caminos bajos se inundan y se hacen intransitables de 2 a 4 horas antes de que arribe el centro del huracán. Considerables daños en los muelles. Las embarcaciones pequeñas rompen los anclajes no protegidos.
Categoría 3	– El follaje de los árboles es arrancado; grandes árboles son derribados. Prácticamente todas las viviendas móviles y las estructuras sencillas como letreros, vallas, etc, son destruidas. Se producen daños en los tejados; algunas puertas y ventanas son dañadas. Se producen algunos daños estructurales en las pequeñas edificaciones. Ocurren serias inundaciones costeras y muchas pequeñas estructuras cerca de la costa son destruidas; – Grandes estructuras cerca de las costas son dañadas por el batir de las olas y de los objetos flotantes. Las carreteras costeras y los caminos bajos se inundan y se hacen intransitables de 3 a 5 horas antes de que arribe el centro del huracán. Los terrenos llanos bajos (por debajo de los 4 metros de altura a nivel del mar) se inundan hasta 13 km tierra adentro.
Categoría 4	– Arbustos y árboles son derribados; todas las estructuras sencillas son derribadas. Extensos daños en los tejados, puertas y ventanas. Destrucción total de los techos de muchas residencias pequeñas. Completa destrucción de las viviendas móviles. – Los terrenos llanos bajos (por debajo de los 8 metros de altura a nivel del mar) se inundan hasta 10 Km tierra adentro. Importantes daños en los pisos bajos de las estructuras cercanas a las costas debido a las inundaciones y al batir de las olas y de objetos flotantes. Las carreteras quedan intransitables de 3 a 5 horas antes de que arribe el centro del huracán. Gran erosión en las playas.
Categoría 5	– Arbustos y árboles son derribados; considerables daños en los techos de las edificaciones; todas las estructuras sencillas son derribadas. Extensos y severos daños en las puertas y ventanas. Completa destrucción de los techos de muchas residencias y edificios industriales. Extensas roturas de cristales de ventanas y puertas. Algunos derrumbes completos de edificios y pequeñas construcciones de uso general son derrumbadas o arrancadas. Importantes daños a los pisos bajos de todas las estructuras que se encuentran a menos de 12 m sobre el nivel del mar y a poca distancia de la costa.

Fuente: Simpson (1974).

Los ciclones tropicales se nombran cuando alcanzan la categoría de tormenta tropical y cuando se intensifican se denominan “huracanes” en el Atlántico y noroeste del Pacífico,

“tifones” en el noroeste del Pacífico y “ciclones” en el océano Índico. Son características de éstos el rápido decrecimiento de su presión hacia el centro, con un aumento de la velocidad de sus vientos así como lluvias intensas, gran nubosidad en forma de bandas y fuerte oleaje y surgencias o mareas de tormentas, también un ojo o centro de la tormenta con una relativa calma y cielo despejado que se puede observar en las imágenes de satélites y de los radares (Fig. 1).

Figura 1: Foto de satélite del Huracán Wilma a su paso por el Caribe el 19 de octubre de 2005.



Fuente: NOAA (2005).

Otra característica es que los vientos más fuertes y las lluvias más intensas ocurren en el semicírculo derecho con respecto a la dirección del movimiento. La estructura del campo nuboso de los huracanes es la siguiente:

- El ojo: área de relativa calma en el centro de un huracán. En su interior no hay nubes debido a que prevalecen los movimientos descendentes (subsistencia). El descenso del aire genera altas temperaturas y una disminución de la humedad relativa. Su diámetro puede medir entre 20 y 60 Km.

- La pared del ojo: es la densa pared de nubes *cumulonimbus* que rodea al ojo. En la pared del ojo se registran los vientos más intensos, ocurren lluvias muy intensas y tornados.
- Las bandas espirales: son densas bandas de nubes formadas por *cumulos* y *cumulonimbus*, que tienen apariencia espiralada. Éstas pueden medir de unos pocos kilómetros a decenas de kilómetros de ancho con una longitud que varía de 80 a más de 400 Km.

Las dimensiones características de los huracanes pueden oscilar entre:

Ancho: 200-500 Km

Altura: 8-12 Km

Diámetro del Ojo: 20-60 Km

Desplazamiento: 20-30 Km/h

La variabilidad estacional de los ciclones tropicales es alta. Según Ballester (2004, p. 20-21): “durante el período 1886-2002 el Mar Caribe fue afectado como promedio por 1.3 huracanes en cada temporada ciclónica, llegando a ser intensos (Categorías 3-5) el 39.2% y de éstos el 13.8% alcanzaron la máxima categoría”. La actividad ciclónica decreció en los años de 1980 con la intensificación de un solo huracán en el Caribe a partir de una tormenta originada allí. Este fue el caso del huracán Katrina de noviembre de 1981.

Se consideran elementos peligrosos en los ciclones tropicales:

Los Vientos Huracanados:

Características de los vientos huracanados:

- Adquieren gran importancia y es un elemento muy destructor.
- En grandes huracanes los vientos huracanados pueden llegar hasta distancias entre 150 y 200 km del centro.
- Los vientos huracanados son más turbulentos que los vientos de otras tormentas (llegan a tener decenas de miles de rachas).
- Pueden tener valores sostenidos por largos periodos de tiempo (horas).
- Pueden transportar gran cantidad de escombros y objetos volantes de diferente tamaño y naturaleza.

- En las Depresiones Tropicales y las Tormentas Tropicales los vientos tienen relativamente poca importancia.
- El área de los vientos destructores varía bastante, desde un ancho de 30 km en los huracanes pequeños y hasta 200 Km de ancho en los grandes huracanes del Atlántico.
- Las rachas de viento de 2 a 3 seg. de duración alcanzan hasta 1.5 veces el valor del viento sostenido.

En algunos huracanes la presencia de Tornados en las bandas espirales y en la pared del ojo puede incrementar los daños significativamente.

Las Lluvias Intensas:

Al paso de los huracanes pueden producirse lluvias muy intensas con valores entre los 200 y 400 mm en 24 horas.

Condiciones que propician la ocurrencia de lluvias muy intensas en los huracanes:

- El ciclón tropical se desplaza lentamente después de penetrar en tierra.
- Estacionamiento de Ciclonés Tropicales.
- Fuente sostenida de vapor de agua.
- Procesos físicos que favorecen las lluvias como: convergencia de flujo de vapor de agua, movimientos verticales ascendentes, gran Inestabilidad, convergencia en la capa fronteriza.

Efectos asociados al mar:

- Mar de leva: Se propaga en todas las direcciones y puede viajar cientos de kilómetros a gran distancia del centro del huracán.
- Marejadas por mar de viento: Son producidas por la mar de viento y causan a veces graves daños en asentamientos poblacionales costeros.
- La surgencia u ola del huracán: La surgencia u ola del huracán es una sobre elevación del nivel del mar que invade las costas bajas al tocar tierra el centro del huracán. Se produce en costas de aguas poco profundas, hasta 180 Km del punto de entrada a tierra del centro del huracán. A la izquierda del punto donde toque tierra un huracán el mar se retira decenas de metros, siendo un gran riesgo caminar por el lecho marino ya que repentinamente el mar volverá a ocupar su lugar.

Un ejemplo de huracán que ha producido surgencia, es el huracán del 9 de noviembre de 1932, conocido por los daños que causó por el nombre del “huracán de Santa Cruz del Sur”. Su trayectoria por Cuba con categoría 4, produjo una violenta penetración del mar, que en algunos lugares alcanzó los 4 m de altura y arrasó con el poblado de Santa Cruz del Sur, provocando la muerte de unas 3 500 personas. (LECHA; PAZ; LAPINEL, 1994, p. 126).

El debilitamiento y disipación de los Ciclones Tropicales ocurre cuando se produce:

- Interacción con tierra continental o insular por períodos prolongados.
- Aumento brusco de la cizalladura vertical del viento.
- Desplazamiento del sistema por superficies oceánicas con bajas temperaturas.
- Interacción con sistemas montañosos vigorosos.
- Transformación del sistema en un ciclón extratropical.

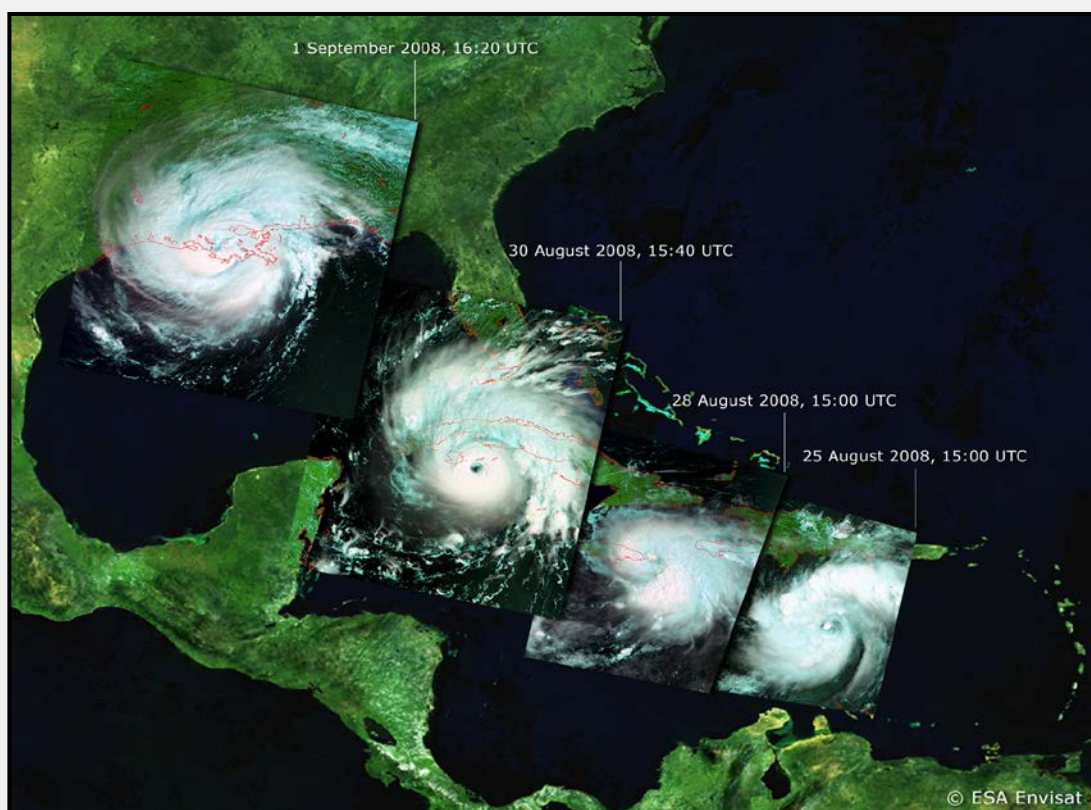
La relación entre el Cambio Climático y la actividad ciclónica es uno de los aspectos que presenta mayor controversia e incertidumbre en relación con el cambio climático global.

Algunos expertos consideran que la tendencia creciente del incremento en la temperatura superficial del mar a escala global, puede contribuir al incremento de la actividad ciclónica a nivel global, fundamentalmente en cuanto a la intensidad que los huracanes pudieran alcanzar, pero lo cierto es que los ciclones tropicales presentan variaciones naturales a escala de décadas y esto significa períodos de alta y poca actividad ciclónica que ocurren a lo largo del tiempo y esto hace muy difícil comprender si la frecuencia de ocurrencia de huracanes ha estado cambiando realmente.

Aún no existe hasta el momento una total evidencia científica para afirmar si realmente el cambio climático es el causante del aumento en los últimos años de la actividad ciclogénica en la cuenca atlántico-caribeña. Algunos ejemplos de huracanes que han provocado desastres en la región son los siguientes:

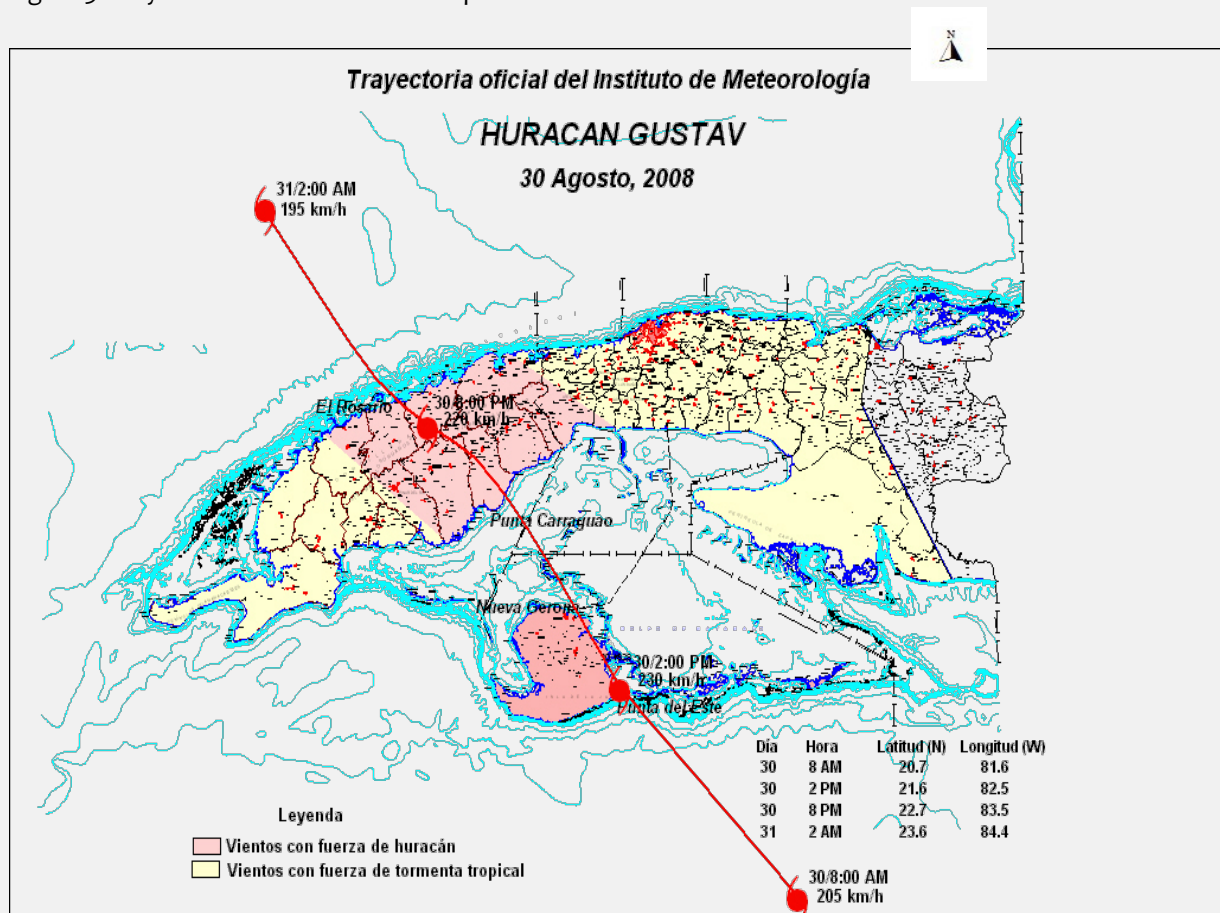
- octubre de 1963, ciclón “Flora” se movió por toda la región oriental de Cuba, haciendo un lazo sobre las actuales provincias de Las Tunas, Granma, Holguín y Camagüey. (CELEIRO; HERNÁNDEZ, 2002, p. 248). Las lluvias asociadas causaron inundaciones nunca antes vistas y provocaron alrededor de 6 792 muertes (en Haití, Cuba, Tobago y Granada) y daños económicos por 435 millones de dólares.
- agosto 1980, huracán "Allen" causa en el Caribe un centenar de muertos y 200.000 evacuados.
- septiembre de 1988, huracán “Gilbert” impactó el Caribe y la costa del Golfo de México como un huracán de categoría 5, causando daños generalizados en Jamaica, Haití, Guatemala, Honduras, República Dominicana, Venezuela, Costa Rica, Nicaragua, la Península de Yucatán en México y Texas (EEUU), con un saldo de 350 muertos y 8.000 millones de dólares en pérdidas.
- octubre de 1998, huracán “Mitch” con categoría 5, devasta el Caribe y Centroamérica provocando cerca de 11 000 muertos y daños materiales estimados en más de 3.500 millones de dólares, la mayoría de ellos en Honduras y Nicaragua.
- noviembre del 2001, huracán “Michelle”, categoría 4, con vientos de 160 kilómetros por hora y un acumulado de 161,4 milímetros de agua, dejó incontables daños en las viviendas, las telecomunicaciones, la agricultura, la pesca y particularmente, el turismo en Cayo Largo del Sur, Cuba.
- agosto del 2005, el huracán "Katrina" inunda amplias zonas de Luisiana, Mississippi y Alabama, donde causa al menos 1.833 muertos y daños que superan los 63.000 millones de euros. Nueva Orleans quedó inundado en un 80 por ciento hubo más de 1,5 millones de damnificados.
- agosto del 2008, huracán “Gustav” (Fig.2). La Organización Meteorológica Mundial (OMM) reconoció una racha de viento de 340 kilómetros por hora producida durante el paso por Cuba (Fig.3), como la ráfaga de viento más fuerte jamás registrada en un huracán.

Figura 2: Montajes de fotos de satélite del huracán Gustav por el Caribe desde el 25 de agosto hasta el 1 de septiembre del 2008.



Fuente: ESA (2008).

Figura 3: Trayectoria del huracán Gustav por Cuba.



Fuente: Instituto de Meteorología de Cuba, 2008.

Impacto de los ciclones en la cuenca del Caribe

Los ciclones constituyen fenómenos que ejercen un significativo impacto tanto en la naturaleza, como en los sistemas ambientales, en la economía, en la población y en la organización espacial. Al constituir organismos, que en un lapso extremadamente corto de tiempo, traen consigo inmensas cantidades de precipitación (de 100 a 1000 milímetros en 5 días), y una intensa acción de los vientos, provocan cambios radicales en los procesos naturales. Provocan así:

- Desbordes de los ríos y arroyos, dando lugar a la formación de planos de inundación y terrazas, cauces y lagunas.
- Movimientos de masa de todo tipo (caídas de roca, deslizamientos, corrientes de fango) principalmente en los espacios montañosos.

- Deforestación generalizada de bosques naturales, secundarios y antrópicos, con la consecuente pérdida de la biodiversidad.
- Significativa alteración de las costas, erosión o formación de playas y dunas, destrucción y formación de acantilados, alteración de plataformas submarinas, rellenos o apertura de lagunas litorales.
- Intensificación de los procesos de carsificación, con desplomes, rellenos, aumento de la profundidad de las dolinas y depresiones cársticas.

El paso de los ciclones, provoca daños inmediatos en la población y la economía, tales como:

- Destrucción de edificios, viviendas y edificaciones e infraestructuras de obras económicas y sociales, por las inundaciones y los fuertes vientos.
- Alteración y destrucción en las redes (eléctricas, telefónicas, energéticas).
- Daños considerables en las infraestructuras hidrotécnicas tales como rellenos de sistemas de alcantarillados, contaminación de redes de drenaje y de acueductos, inundaciones violentas de embalses, destrucción de cortinas.
- Muertes y heridas de población por inundaciones, derrumbes de edificaciones, procesos naturales, acción de objetos voladores, etc.
- Destrucción de plantaciones, con un decrecimiento significativo de la productividad (cañaverales, platanales, plantaciones de cítricos, huertas de cultivos menores, etc.).
- Daños y destrucción de hoteles y de objetos turísticos.
- Pérdida del tiempo de explotación y disfrute por parte de los turistas.

Ya en un plazo mas largo, posterior al paso del huracán, el mismo provoca cambios significativos en la organización espacial que pueden resumirse de la siguiente manera:

- Cambios en las estructuras espaciales y el funcionamiento de sistemas ambientales, en particular los costeros y fluviales.
- Descenso significativo de la productividad de sistemas naturales, en particular en las montañas.
- Alteración de sistemas urbanos, con la desaparición de objetos y atractivos y en particular la destrucción de estructuras y paisajes urbanos.
- Decrecimiento significativo del patrimonio material, paisajístico y cultural de sistemas ambientales, en particular urbanos.
- Deterioro de estructuras y de la imagen turística de los territorios.

En resumen el paso de un ciclón por el Caribe, en dependencia del carácter del huracán y del impacto sobre la destrucción de sus estructuras naturales, sociales y económicas, pueden conducir, incluso al casi completo colapso del funcionamiento de los sistemas económicos y sociales, cuya recuperación puede durar de uno a cinco años, con pérdida significativa en la gobernabilidad económica y política y aumento de la deuda externa. Todo ello repercute de forma acumulativa en el grado del desarrollo y la sostenibilidad de los territorios afectados.

La gestión de riesgos y de los desastres provocados por los huracanes en su paso por los territorios caribeños

Este aspecto es necesario dividirlo en dos cuestiones: el riesgo y el desastre. Cuando se habla de riesgo, se tiene en cuenta la relación dialéctica entre el peligro y la vulnerabilidad, en su impacto sobre las estructuras sociales y económicas de los territorios afectados. El peligro, es dado por la posibilidad del paso de huracanes, de diferente intensidad y carácter, en cuanto que la vulnerabilidad, es la capacidad de las estructuras económicas y naturales de resistir y recuperarse de dichos impactos. (MALJAZOVA; CJALOV, 2004, p.221). Al hablarse de riesgos, se tiene en cuenta la capacidad de un territorio, de poder reducir al máximo el impacto de los huracanes, sobre todo por medio de la reducción de las vulnerabilidades. En ese sentido, el trabajo de gestión de riesgo, debe de ser llevado a cabo, teniendo en cuenta una triple dimensión:

- la propia capacidad de la reducción de las vulnerabilidades, mediante el diseño y puesta en explotación de estructuras económicas y sociales, debidamente articuladas con las estructuras ambientales, o sea, mediante una dimensión ambientalmente concebida en el diseño de dichas estructuras. Se trata en ese sentido que todos los sistemas de objetos estén localizados, distribuidos y articulados de tal manera que se reduzca al máximo la vulnerabilidad. Ello implica edificaciones sólidas, ubicaciones no propensas al impacto del peligro (zonas bajas, de vientos, intensas, en áreas costeras, etc).
- la capacidad de las estructuras gubernamentales de reducir los conflictos, aglutinar a los diferentes actores sociales y agentes económicos, de utilizar los recursos y las infraestructuras, de tal manera que se reduzca la vulnerabilidad a los peligros que constituyen los huracanes.
- la capacidad de explotar los sistemas naturales y espaciales con altos niveles de eficiencia, eficacia y efectividad, a pesar de la existencia de peligros y del paso de los huracanes, aumentando su capacidad de resiliencia, de re estructuración y regeneración.

Por lo tanto, al hablar de gestión de riesgos, se debe tener en cuenta implementar las diferentes categorías de planificar, para prever la ocurrencia de posibles daños con el paso de los

huracanes. (MATEO RODRIGUEZ, 2007, p. 99; 2008, p. 73). Cuando se habla de desastres, se tiene en cuenta la gestión de los sistemas en el caso de los ciclones. Se trata de reducir al máximo posible el daño, tanto en la población, los objetos económicos, los funcionamientos de los sistemas naturales y las estructuras espaciales y territoriales. Es básicamente un problema de seguridad nacional y de defensa civil, económica y ambiental.

En el Caribe, en general, la planificación ambiental y territorial es casi inexistente, cuando se han implementado algunos programas, éstos han tenido un carácter fragmentario y reduccionista. Ha predominado la asimilación, ocupación y apropiación espontánea de los espacios, motivado en lo fundamental por las leyes del mercado. La plantación azucarera, que históricamente conformó la formación de la mayor parte de los territorios insulares, condujo a una homogenización exagerada del espacio, con el aumento de la fragilidad de los sistemas naturales, al no existir mecanismos naturales de defensa que limitasen o amortiguasen dichos impactos. Si bien, en los últimos años se ha producido una reducción significativa de los espacios dedicados a la plantación de la caña de azúcar, dicho estilo homogenizador aun se ha mantenido en los territorios caribeños.

Por otra parte, con excepción de Cuba, son casi inexistentes los servicios de defensa civil en los países caribeños. Con la ocurrencia de desastres lo que prevalecen son soluciones de urgencia, a corto plazo y posteriores al paso de los ciclones.

Consideraciones finales

El análisis conjunto de los tres problemas analizados permite señalar que:

- El Caribe es altamente vulnerable al paso de los huracanes, tanto por su exposición a este tipo de peligros, como por el predominio de estructuras ambientales fragmentadas, poco sólidas, poco integradas, frágiles y potencialmente inestables.
- Los huracanes son fenómenos naturales de fuerte intensidad, y significativo impacto, que en los últimos años, aumentan en cuanto a su intensidad y la frecuencia de su paso.
- Los países del Caribe, con excepción de Cuba, no poseen la capacidad de gobernabilidad y gobernanza ambiental y la infraestructura que les permita reducir la vulnerabilidad a los riesgos y minimizar el impacto de los desastres.

Es de interés establecer la relación entre la gestión de riesgos y desastres con los conceptos de gobernabilidad y gobernanza. De acuerdo a Ochoa y Olsen (2007, p. 16): “se entiende como gobernabilidad la capacidad de una sociedad de dar la orientación y el destino de los cambios que espera, de acuerdo a su proyecto de conducción y organización”. Corresponde a los fundamentos, a la base ética, a las grandes políticas que definen el tipo de sociedad que se anhela y que están en la base de los cambios que se quieren lograr. Una manifestación directa de este concepto es la definición de gobernanza. Por ello se entiende a la capacidad operativa de construir y manejar los mecanismos y practicas que aportan y sostienen los recursos hacia resultados esperados. Corresponde a los mecanismos y procesos concretos por medio de los cuales se organizan y guían los cambios.

Si se acepta, que la mayor y más fuerte intensidad de los riesgos y desastres causados por los huracanes es uno de los elementos fundamentales del cambio ambiental y climático que ocurre en la actualidad en el Caribe, entonces debe de considerarse que la gobernabilidad ambiental deberá tener como fundamento establecer la capacidad de las sociedades caribeñas a manejar esos cambios. En este sentido la gestión de riesgos y desastres causados por los huracanes, se incluiría dentro de las nociones de gobernabilidad y gobernanza ambiental.

Aceptándose que la gobernabilidad y la gobernanza ambiental en los territorios caribeños está muy limitada por factores tales como la débil capacidad de las autoridades, la falta de integración y la extrema carencia de recursos, y considerando a los huracanes como el factor mas importante dentro de dichos conceptos, es posible sugerir al menos dos vías para mitigar dichos impactos dentro de una concepción de gobernabilidad y gobernanza ambiental:

- El desarrollo de una planificación ambiental y territorial integrada a nivel de todo el Caribe, que tenga como propósito manejar los cambios ambientales y climáticos, reducir la vulnerabilidad ante los huracanes y reestructurar los procesos de asimilación, ocupación y apropiación espacial.
- La implementación de un servicio caribeño de auxilio a desastres ambientales, enmarcado dentro de proyectos de planificación ambiental y territorial caribeños y teniendo en primer lugar a los huracanes, partiendo de la experiencia cubana en base a los proyectos de integración que se llevan a cabo bajo la égida de la Alianza Bolivariana para las Américas, el consorcio Petro Caribe y con la participación de programas diseñados y gestionados por la Unión Sudamericana de Naciones (UNASUR).

De este modo, el tema de los riesgos y los desastres se convierte en una temática priorizada, en los nuevos esfuerzos tendientes a conformar una nueva geopolítica regional, en el

marco de la colaboración Sur-Sur y bajo los esfuerzos de considerar a la región caribeña como una nueva entidad territorial integrada, en la que se junten de forma sinérgica los esfuerzos de los pequeños estados insulares y los estados continentales grandes y medianos que conforman la región.

En esta dirección, la experiencia y la cooperación brasileña, en el contexto de los nuevos procesos de integración regional, puede ser extremadamente significativa en el aumento de la gobernabilidad y la gobernanza ambiental ante los ciclones en la región caribeña.

Referencias

BALLESTER, M. **Pronóstico de la actividad ciclónica en la región del Atlántico norte, con énfasis en el Caribe y Cuba**. Proyecto de Investigación 4050. Informe Científico. Loma de Casablanca: INSMET, 2004.

CELEIRO, M.; HERNÁNDEZ, J. R. Las huellas del huracán Flora de 1963 en la memoria de Cuba. En: HUPP, J. L.; INVAR, M. (Comp.). **Desastres Naturales en América Latina**. México: Fondo de Cultura Económica, 2002, p. 243-265.

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. COMITÉ DE HURACANES DE LA ASOCIACIÓN REGIONAL IV. **Plan Operativo de Huracanes de la Asociación Regional IV**, informe núm. PCT-30, cap. I, OMM, Ginebra, 1997.

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). **Montajes de fotos de satélite del huracán Gustav por el Caribe desde el 25 de agosto hasta el 1 de septiembre del 2008**. Disponible en: <http://www.esa.int/esaEO/SEMVoRO4KKF_index_o.html>. Consultada el: 15 de septiembre de 2008.

GRAY, W.M. Atlantic seasonal hurricane frequency. Part I: El Niño and 30 mb quasi-biennial oscillation influences. **Mon. Wea. Rew.** 112, 1, 1984, p.1649-1668.

PANEL INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO – IPCC. Summary for Policymakers. En: **Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, eds), Cambridge: Cambridge University Press, 2007, p. 7-22.

INSTITUTO DE METEOROLOGÍA DE CUBA. **Trayectoria del huracán Gustav por Cuba**. Centro de Pronóstico, 2008.

LECHA, E.; PAZ, C.; LAPINEL, B. **El clima de Cuba**. La Habana: Editorial Academia, 1994.

LIMIA M.; VEGA, R.; PÉREZ, R.; DURAND, J. **Climatología de los ciclones tropicales que han afectado a Cuba (1799 - 1998)**. Informe Científico. Loma de Casablanca: INSMET, 2000.

CHAPLE, M.C.; MATEO RODRÍGUEZ, J.M. Los ciclones tropicales y su impacto en la cuenca del Caribe, 2001, p. 373.

MALJAZOVA, S. M.; CJALOV, R. S. **Los procesos antropógeno-naturales y los riesgos ecológicos**. Tomo IV, Facultad de Geografía, Universidad Estatal de Moscú. Moscú: Editorial Gorodets, 2004.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. **Paisajes de Cuba**. Tesis de Doctorado. Universidad Estatal de Moscú, Moscú, 1979.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. **Mapa de paisajes de Cuba**. En: Nuevo atlas nacional de Cuba; Madrid, 1989.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. **Aportes a la formulación de una teoría geográfica de la sostenibilidad ambiental**. Universidad de La Habana. Tesis para la obtención del Grado de Doctor en Ciencias, La Habana, 2007.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. **Planificación ambiental**. La Habana: Editorial Félix Varela, 2008.

NEUMANN, J.C.; JARVINEN, B.R.; MCADIE, C.J.; HAMMER, G. R. **Tropical cyclones of the North Atlantic Ocean, 1871 – 1998**. Historical Climatology Series 6-2. Asheville, NC, in cooperation with the National Hurricane Center, FL., 1999.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **Foto de satélite del Huracán Wilma a su paso por el Caribe el 19 de octubre de 2005**. Disponible en <<http://www.goes.noaa.gov/goesfull.html>>. Consultada el: 20 de octubre de 2005.

OCHOA, E.; OLSEN, S. B. **Elementos para preparar una línea de base de gobernabilidad**. Taller Regional sobre Humedales Costeros Patagónicos. Buenos Aires, 2007, p. 9-11.

PÉREZ, R. **Climatología de los ciclones tropicales de Cuba**. Proyecto de investigación 4071. Informe científico. Loma de Casablanca: INSMET, 2004.

RUBIERA, J. **El huracán Mitch: el más desastroso en la historia centroamericana**. En: Desastres Naturales en América Latina. México: Fondo de Cultura Económica, 2002, p. 289-299.

SIMPSON, R. H. **The hurricane disaster potential scale**. Weatherwise. 27, 1974, p. 169-186.

SIMPSON, R.H.; RIELH, H. **The hurricane and its impacts**. Baton Rouge: Louisiana State University Press, 1981.

Sobre os autores:

¹Maira Celeiro Chaple
Instituto de Geografía Tropical, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba.
Contato: mairac@ceniai.inf.cu

²José Manuel Mateo Rodríguez
Facultad de Geografía de la Universidad de La Habana, Cuba.
Contato: mateo@geo.uh.cu

DESASTRES NATURAIS DE ORIGEM ATMOSFÉRICA E SEUS IMPACTOS EM MOÇAMBIQUE

Cleusa Aparecida Gonçalves Pereira Zamparoni¹

Lucí Hidalgo Nunes²

Introdução

Desastres naturais de origem hidrometeorológica (enchentes e inundações, secas, ciclones tropicais) e suas consequências devastadoras estão sendo mais recorrentes no mundo todo. As causas do aumento na frequência e na intensidade dessas calamidades podem ser múltiplas, estando entre elas o crescimento populacional e a ocupação de áreas de risco.

Longe de refletir um processo cíclico e determinístico, essas calamidades espelham processos evolutivos a partir da interconectividade de variáveis dinâmicas, com um padrão de organização efêmero, que pode evoluir a partir de incontáveis possibilidades que se colocam em um sistema cuja complexidade pode ser ampliada com a intensificação de extremos climáticos, como secas, vendavais, tempestades severas, inundações e ciclones. (IPCC, 2007; QUEFACE, 2009; MAVUME, 2009).

No âmbito das mudanças climáticas o monitoramento de desastres naturais de origem hidrometeorológica é de fundamental importância para o planejamento de ações preventivas e para a definição de políticas públicas. (IPCC, 2007). Para Nunes (2002), qualquer medida com vistas a limitar os impactos climáticos na sociedade deve considerar que o ambiente atmosférico é altamente dinâmico e, assim como os demais sistemas do planeta, está em franca transformação; dessa maneira, qualquer esforço nessa direção deve considerar o contexto das mudanças climáticas globais.

Ainda que em ritmo menos acelerado do que há algumas décadas, o aumento populacional é considerável, especialmente em alguns países nos quais as taxas de natalidade não têm sido substancialmente alteradas. Boa parte da expansão da população em áreas urbanas acontece em locais de risco, o que evidencia que a oportunidade de uma vida com qualidade não se apresenta da mesma forma para todos. Isso faz com que parte da população, especialmente dos setores menos favorecidos economicamente, ocupem locais impróprios para moradia, por oferecerem riscos à vida, especialmente nas encostas e margens de rios. (MATTEDI; BUTZKE,

2001; CARVALHO; GALVÃO, 2006, entre outros). Dessa forma, as repercussões de episódios catastróficos são sentidas de forma desigual pelos afetados, de acordo com a situação socioeconômica, a capacidade de resposta local e outros parâmetros que devem ser avaliados em prol da minimização das consequências deletérias dessas ocorrências. (CASTELLANO; NUNES, 2007).

Segundo o relatório do *United Nations Development Programme* (UNDP, 2004) 75,0% da população mundial vivem em áreas que foram afetadas pelo menos uma vez por ciclones, enchentes, secas e terremotos entre os anos de 1980 e 2000. Não obstante, existe claro padrão socioespacial de risco aos desastres naturais em nível mundial, pois os países em desenvolvimento apresentam menor capacidade de resposta e ocupação de áreas de risco mais densa. Isso faz com que o convívio com os desastres naturais não possa ser totalmente evitado e assinala que todos estão expostos a eles, ainda que em diferentes graus. (NUNES, 2009a). As mudanças climáticas estariam associadas a vários padrões de risco a desastres hidrometeorológicos, como maior incidência de chuvas fortes, fato que se associa diretamente à segurança desses países.

A Figura 1 apresenta um panorama da vulnerabilidade das nações africanas frente às mudanças climáticas. Observa-se que os países estão sujeitos a impactos de diferentes ordens, que vão da destruturação da biodiversidade à disseminação de doenças. Para o setor sul-oriental, em particular, destacam-se os riscos às inundações, elevação do nível do mar, ciclones tropicais, perda de corais, erosão costeira e desmatamento.

Figura 1 – Vulnerabilidade do continente africano em relação às mudanças climáticas.



Fonte: GRID/Arendal, United Nations Environmental Programme - UNEP (<http://maps.grida.no/>). On line, Acesso em: abr. de 2010).

Considerando a incidência desigual dos desastres no mundo e suas relações com os condicionantes físicos e com as características socioespaciais e econômica dos lugares, o presente estudo avaliou padrões de risco a desastres hidrometeorológicos em Moçambique, com ênfase nos fenômenos que mais regularmente geram calamidades nessa nação: cheias (denominação local), secas e ciclones tropicais. Tais ocorrências derivam da suscetibilidade dos fatores geofísicos locais, associados à variabilidade climática e à vulnerabilidade da população. Quanto a isso, o Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental (MICOA, 2004), citando o relatório da *United Nations Environmental Programme* (UNEP, 1989), ressalta que Moçambique entre os 10

países a serem mais afetados caso ocorra elevação do nível do mar devido ao efeito estufa, dado que uma parte substancial da nação está abaixo dos 100 m de altitude.

Referencial teórico

Fenômenos como inundações, secas e terremotos fazem parte dos ciclos naturais da Terra, mas sempre impingiram impactos ao ser humano, que podem ser em grande escala, como desertificações e secas, ou em pequena escala, como escorregamentos de massa e inundações em áreas urbanas. Contudo, conforme alertado por inúmeros autores, entre os quais, Tobin e Montz (1997), Mattedi e Butzke (2001) e Pelling (2006), fenômenos naturais só se configuram como desastres quando afetam as pessoas. Assim, essas calamidades abarcam uma dimensão natural e uma social e refletem o contínuo embate entre sociedade e natureza.

Monteiro (1991) coloca que a existência do perigo é função do ajuste humano aos eventos naturais extremos; com isso, as enchentes não representariam perigo se as planícies inundáveis não fossem habitadas e, da mesma forma, os movimentos de massa não seriam perigosos se as encostas não fossem intensamente ocupadas. Tobin e Montz (1997) seguem a mesma linha, ao enfatizarem que um hazard (termo traduzido por alguns por perigo) representa o potencial de interação entre os seres humanos e um evento natural extremo. Todavia, em alguns locais de alta fragilidade mesmo eventos dentro do espectro da normalidade podem engendrar desastres, como apontou Araki (2007). Destarte, a degradação ambiental dos sistemas amplia suas suscetibilidades aos desastres naturais.

De acordo com o *Emergency Disaster Database* (EM-DAT), em 2009 ocorreram 328 desastres naturais espalhados em 111 países, que causaram mais de 10 mil vítimas fatais, afetaram aproximadamente 113 milhões de pessoas e trouxeram prejuízos da ordem de US\$35 bilhões. (CRED-CRUNCH 19, 2010). A África respondeu por 18,3% das ocorrências, 7,0% dos óbitos e 0% das perdas econômicas. Quanto a essa tendência, há que se alertar que os registros desse continente podem não ser tão precisos como de outras áreas, e que o fato das perdas econômicas terem sido insignificantes ressalta, entre outros fatos, a fragilidade da economia dos países africanos – no *rank* das nações com as maiores perdas aparecem Estados Unidos, China, França, Itália, Japão e Suíça.

Os muitos impactos negativos oriundos das calamidades naturais contribuem para o crescimento da preocupação com eles nas esferas científica, política e social. (BURTON; KATES;

WHITE, 1993; TOBIN; MONTZ, 1997; SMITH, 2004). Os prejuízos decorrentes podem comprometer investimentos sociais que objetivam amenizar a pobreza e a fome, proporcionar o acesso à educação, saúde, habitação, água potável e saneamento básico ou ainda para a proteção do ambiente e geração de emprego e renda por meio de investimentos econômicos. Por exemplo, o Banco Mundial financiou a construção 487 escolas por um período de 20 anos em Moçambique, mas um único evento – as inundações do ano 2000 – causou danos e/ou destruíram 500 escolas primárias e 07 secundárias. (WORLD BANK, INDEPENDENT EVALUATION GROUP – IEG, 2006).

Partindo do pressuposto de que as transformações cristalizadas na escala local estão vinculadas às escalas regional, nacional e global e que o fenômeno local só pode ser compreendido a partir da conexão com a análise das influências políticas, socioambientais e econômicas vigentes (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003; NUNES, 2009a), é possível afirmar que os desastres naturais estão associados, também, à forma como se processa a relação entre os homens, e destes com o modo de apropriação e uso dos recursos naturais.

Na seara dos debates e avaliações das mudanças climáticas é consenso que os desastres naturais vêm contribuindo para agravar os níveis de pobreza no mundo, com claro padrão socioespacial de injustiças econômicas e culturais, no qual a perversidade das desigualdades de oportunidades ocorre tanto no interior dos países quanto entre eles. Até a oportunidade fundamental de viver é distribuída de forma desigual: enquanto menos de 0,5% de todas as crianças nascidas na Suécia morre antes de completar um ano de vida, quase 15,0% de todas as crianças nascidas em Moçambique não alcançam esse marco. (MACHAVA, 2007 apud BANCO MUNDIAL, 2006).

Embora os governos e a iniciativa privada possam prestar auxílio às áreas atingidas pelos desastres naturais, muitas vezes as políticas públicas pouco contemplam a esfera da prevenção. Sobretudo, a magnitude dos impactos dos desastres está relacionada às relações estabelecidas pelas formas de apropriação, produção e (re)produção do espaço pelas sociedades no decorrer do processo histórico.

Conforme exposto, o desastre natural é derivado da combinação entre as características físicas do lugar, que refletem suas suscetibilidades e fragilidades, e a capacidade de resposta e recuperação da sociedade, expressas por sua vulnerabilidade e resiliência. Entretanto, os conceitos de suscetibilidade e vulnerabilidade têm sido muitas vezes confundidos. Dias e

Herrmann (2001), colocam que a suscetibilidade está diretamente relacionada com as informações físicas locais: no caso de escorregamentos de massa, por exemplo, especialmente no que se refere à morfologia. Um mapa de suscetibilidade mostraria os locais com diferentes graus de risco aos desastres naturais, e deriva das combinações de alguns elementos da paisagem, como cobertura vegetal, grau de declividade e de dissecação do relevo, além de características das encostas, visto que quanto mais retilíneas, maior o perigo de deslizamentos. Por outro lado, em locais preservados e com declividades reduzidas, a probabilidade de movimentos de massa é muito menor. No caso de outros fenômenos, como inundação, outros elementos físicos são condicionantes de desastres e revelam, assim, a suscetibilidade dos locais a esse fenômeno.

Por sua vez, o conceito de vulnerabilidade é socialmente construído, pois um evento só se transforma em desastre quando atinge uma população com reduzida capacidade de resistência. A vulnerabilidade engloba aspectos culturais, políticos e econômicos de um lugar no enfrentamento do perigo, fato que se reflete na resiliência, que pode ser entendida como a capacidade para se recuperar dos danos. Dessa forma, fenômenos físicos de igual magnitude podem ou não se constituir em desastre ou, em outros casos, a extensão da catástrofe pode ser bastante distinta em diferentes sociedades expostas a fenômenos físicos similares. (NUNES, 2009b).

O quarto relatório do *Intergovernmental Panel On Climate Change WGII* (IPCC, 2007) mostra que no tocante às mudanças climáticas as comunidades economicamente mais frágeis podem ser especialmente vulneráveis. Elas costumam ter capacidades de adaptação mais limitadas e são mais dependentes dos recursos sensíveis ao clima, como a oferta local de água e alimento. Com a intensificação dos eventos climáticos extremos, os custos econômicos e sociais dessas ocorrências aumentarão e serão substanciais nas áreas afetadas mais diretamente.

Vários estudos mostram previsões de que as mudanças climáticas poderão aumentar o risco de calamidades naturais e a exposição das populações aos seus efeitos negativos, especialmente nos países em desenvolvimento. (TEBALDI et al. 2006; PELLING, 2006; SILLMANN; ROECKNER, 2008; PATT et al., 2009). Neste contexto, o setor sul oriental africano é certamente uma das áreas com população mais vulnerável à variabilidade e à mudança do clima por causa das múltiplas tensões sócio/econômico/ambientais e baixa capacidade de adaptação e resposta.

Marcelino et al. (2006) lembram que toda ocorrência de desastres naturais envolve três fases distintas, que devem ter ações específicas com vistas a minimizar as conseqüências trágicas:

(a) o *antes* – fase de prevenção e preparo para o impacto, envolvendo a análise de risco, a execução de projetos de engenharia como diques, pontes, entre outros, a elaboração de políticas públicas, como plano diretor, zoneamentos ambientais, legislação, além dos sistemas de previsão meteorológica, hidrológica e de alerta; (b) o *durante* – envolvendo ações emergenciais que visam socorro e assistência às vítimas (evacuação, abrigo, alimentação, atendimento médico etc.); e (c) o *depois* – que implica na restauração das áreas afetadas e auxílio aos desabrigados para o restabelecimento das funções básicas de uma comunidade a médio e longo prazo. Assim, é necessário definir as medidas preventivas que serão adotadas a partir do conhecimento das causas e consequências de um desastre e estar preparado quando eles efetivamente acontecem, de forma a maximizar esforços e minimizar perdas.

Acima de tudo, enfrentar os danos causados pelos desastres naturais requer aumento da compreensão da dinâmica dos processos ecológicos e de como eles se expressam em diferentes contextos socioespaciais, além de melhorar a capacidade para suas previsibilidades. É uma questão geográfica por excelência, por refletir as formas como o meio técnico-científico faz a intermediação entre sociedade e natureza em um mundo globalizado, no qual, nas palavras de Camargo (2005), a técnica hegemônica e o mesmo modelo de desenvolvimento estariam na base dos problemas entre as populações e o meio natural. Soluções, portanto, requerem ruptura nessa interpretação única, considerando as especificidades dos lugares.

Neste estudo as questões físicas – notadamente de natureza atmosférica – e as socioeconômicas de Moçambique serão apresentadas, de forma a observar como a conjunção da suscetibilidade natural do país a alguns eventos atmosféricos severos e a vulnerabilidade das pessoas se associam no advento de calamidades, que têm afetado fortemente a população, comprometido esforços presentes e futuros em prol de um desenvolvimento igualitário, mas podem ser ainda ampliados pela deterioração dos lugares e pelas mudanças climáticas.

Os dados apresentados são oriundos dos bancos de dados *Emergency Disaster Database* (EM-DAT) e do *Instituto Nacional de Gestão de Calamidades* (INGC), de Moçambique. A base de dados internacional do EM-DAT é gerida pelo *Centre for Research on the Epidemiology of Desastre* (CRED) da Universidade Católica de Louvain, na Bélgica, que organiza informações sobre catástrofes naturais e tecnológicas. O EM-DAT considera um desastre natural todo evento que registra 10 ou mais óbitos e/ou 100 ou mais afetados e/ou que gere declaração de estado de emergência e/ou solicitação de ajuda internacional.

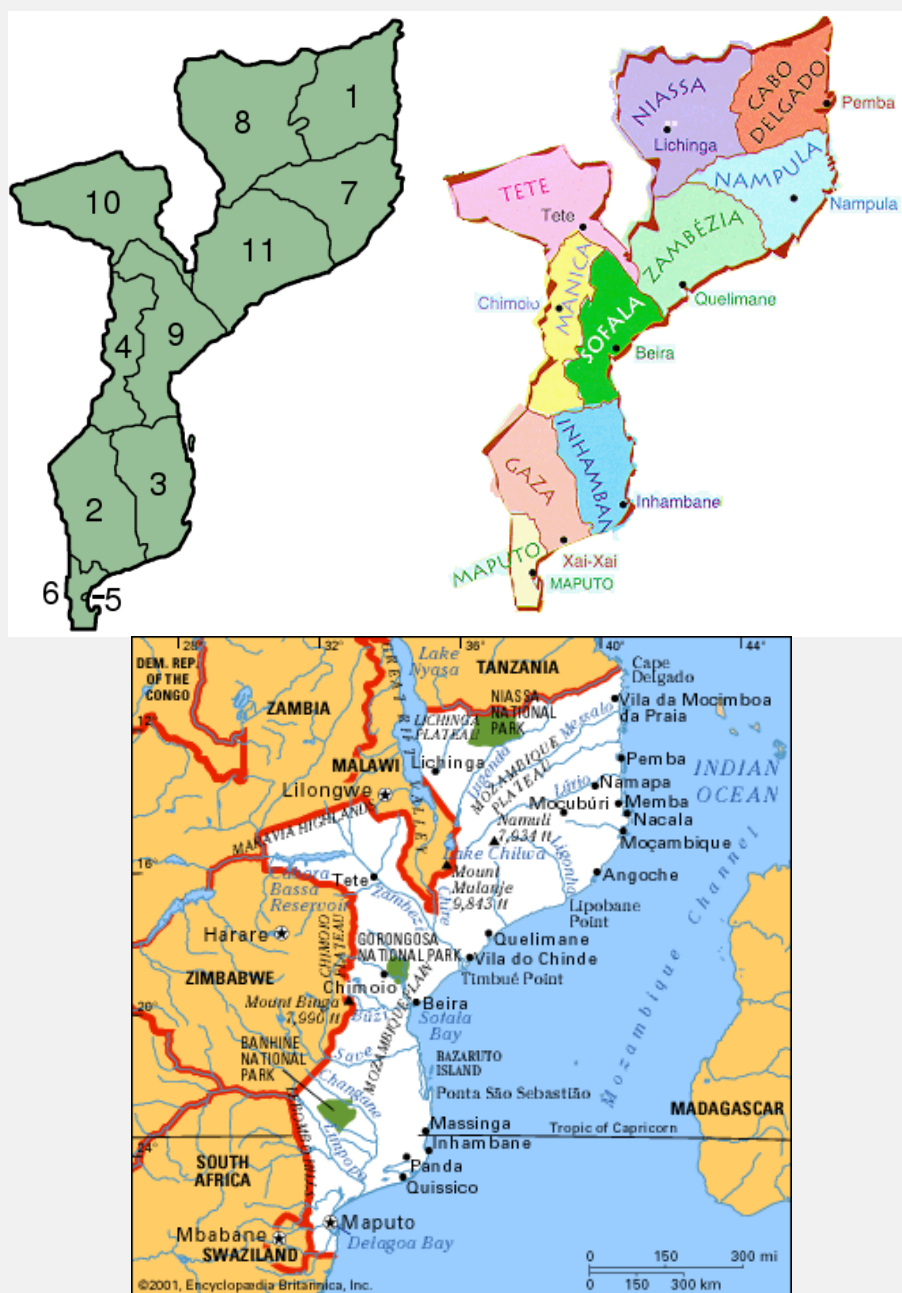
Características Físicas e Socioeconômicas de Moçambique

Características físicas

Moçambique, um dos países membro da União Africana, tem como capital a cidade de Maputo. Localiza-se na costa oriental da África Austral, entre as latitudes 10°27' e 26° 52' Sul, e longitudes 30°12' e 40°51' Leste, abrangendo área de 799.380 km², dos quais 13.000 km² ocupados por águas interiores. Banhado pelo Índico, a linha da costa tem um comprimento de cerca de 2.700 km, caracterizada por grande diversidade de praias arenosas, dunas costeiras, recifes de corais, estuários, cabos, baías, florestas e pântanos de maguezal, localmente conhecido como mangal. Nela, cerca de dois terços da população vive ao longo dos 50 km da linha da costa (MICOA, 2004), com destaque para a presença dos Cabos Delgado, das Correntes de São Sebastião (Inhambane), além de Santa Maria e Ponta do Ouro (Maputo). As diversas baías do país são importantes para os abrigos de barcos, a extração de sal e atividades turísticas.

O país faz limite ao norte com Tanzânia, a oeste com Malawi, Zâmbia, Zimbábue e República da África do Sul, a sudoeste com Suazilândia, ao sul com República da África do Sul e a leste, com o Oceano Índico. Está dividido em 11 províncias (Figura 2), a saber: 1. Cabo Delgado, 2. Gaza, 3. Inhambane, 4. Manica, 5. Maputo (cidade, mas com estatuto de província e governador provincial), 6. Maputo (província), 7. Nampula, 8. Niassa, 9. Sofala, 10. Tete e 11. Zambézia. As províncias estão divididas em 128 distritos, que se subdividem em postos administrativos e estes, em localidades - o menor nível administrativo do Estado.

Figura 2: Províncias de Moçambique.



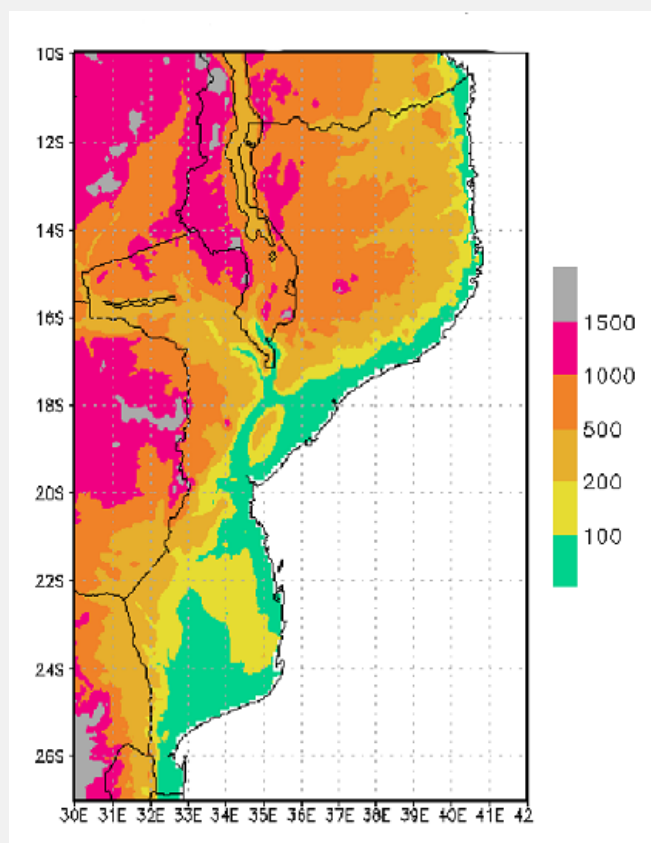
Fonte: Geography Merriam – Websters Atlas (2001).

Na costa moçambicana encontram-se depósitos sedimentares do Pré-Cambriano, que ocupam duas bacias principais: a Austral, na zona centro e sul de Moçambique e a do Rovuma, na zona costeira estreita da Província de Nampula, tornando-se mais largo na direção norte, desde o rio Lúrio até ao rio Rovuma, na Província de Cabo Delgado. Há ainda trechos formados por sedimentos recentes, em alguns setores inconsolidados e intercalados por solos aluvionares, com presença de basaltos terciários.

Parte do país se assenta em falhas tectônicas, estando sujeita a abalos sísmicos. O vale de Rift estende do Lago Niassa para sul, atravessando diversas províncias. Em 22 de fevereiro de 2006 um sismo de magnitude 7.0 e profundidade de 11 km afetou 1.444 pessoas e causou 4 óbitos. (INGC, 2008).

Cerca de 94,0% de Moçambique está abaixo dos 1.000m de altitude, havendo algumas elevações que ultrapassam 2.000 m. Por sua vez, aproximadamente 40,0% da área de Cabo Delgado e Zambézia, além de setores de Manica e Sofala, estão abaixo dos 200m de altitude, apresentando solos arenosos. O mapa de altitudes de Moçambique pode ser apreciado na Figura 3. Em Maputo, por exemplo, uma diferença topográfica de até 49m entre a praia/estuário com a cidade alta e o ângulo do talude contribuem para deslizamentos de terras e ravinamentos, que ocorrem na Formação da Ponta Vermelha, composta por arenitos ferruginosos e areia siltosa vermelha, variando de amarela para branca conforme sua profundidade. Esses solos permitem fácil infiltração da água nas camadas mais baixas, mas a falta de coesão desses solos causa a saturação quando do registro de chuvas.

Figura 3: Topografia de Moçambique.



Fonte: Pinto (2008).

A linha da costa é caracterizada por extensões intermitentes de praias arenosas, dunas recentes e lagoas e baías costeiras no setor sul, vegetação densa e pântanos de manguezais (mangais) na área central e recifes de coral, praias rochosas e ilhas, ao norte.

Em termos climáticos o país apresenta consideráveis variações ao longo de sua área, fruto de sua posição tropical em sua quase totalidade e na borda oriental do continente, banhado pelo Índico. Atravessado pelo Trópico de Capricórnio e com a maior parte de suas terras na zona tropical, tem expressão no país a atuação da Zona de Convergência Intertropical mais ao norte e a passagem de sistemas extratropicais ao sul. No setor oriental destacam-se a presença do anticiclone subtropical do Oceano Índico e a atuação da corrente quente das Agulhas, no Canal de Moçambique. Atuam ainda na área depressões térmicas da África Austral e sistemas de monções.

A temperatura do ar aumenta com a diminuição da latitude e com a distância para o interior, sendo a média anual de 23°C e 26°C, nas zonas costeiras da região sul e norte, respectivamente. Por estar inserido em latitudes tropicais, a variação das precipitações no país é mais importante do que a das temperaturas, principalmente mais ao norte. De modo geral, a estação seca ou de inverno se estende de março a agosto, enquanto que a chuvosa vai de setembro a fevereiro. Internamente condicionantes locais conferem maior diferenciação climática, como nas áreas de elevações mais expressivas, a oeste do país. A continentalidade também diferencia os volumes pluviais ao longo de Moçambique. O país apresenta zonas áridas muito secas a setores muito chuvosos, com extensos setores com condições de semiaridez (REDDY, 1984). Os montantes mais elevados ocorrem no centro (1.900mm) e a maior variabilidade interanual a oeste, o que dificulta a previsibilidade inter e intra-anual desse elemento.

O país é sensível às duas fases do fenômeno *El Niño* Oscilação Sul: durante a fase quente (*El Niño*) Moçambique experimenta diminuição das precipitações, sendo seus efeitos mais notórios na zona Sul de Moçambique. (MICOA, 2004). O oposto acontece em episódios de *La Niña*, que proporciona abundância de precipitação.

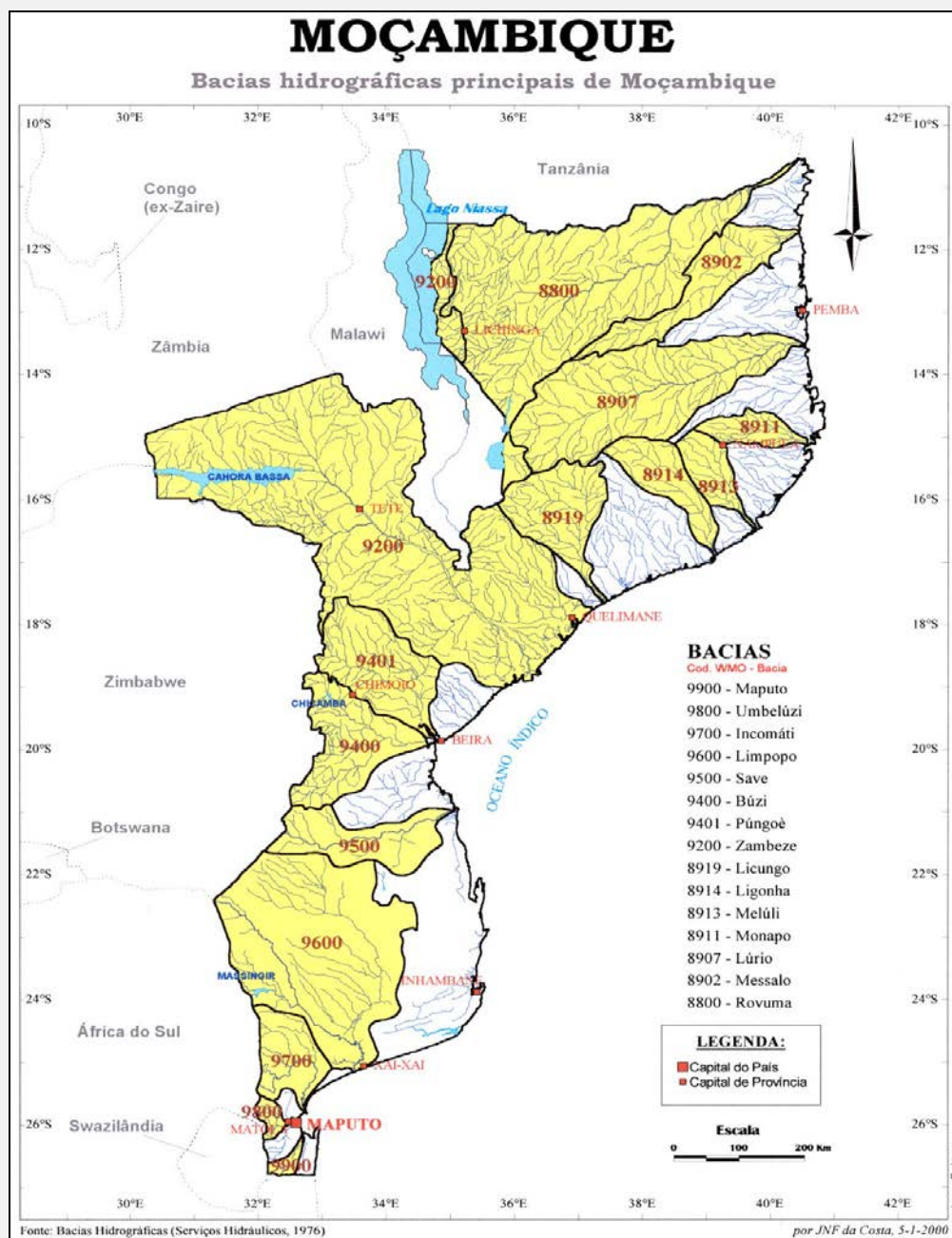
As temperaturas da superfície do oceano são elevadas devido a Corrente quente de Agulhas, fato que propicia grande diversidade faunística e florística: por exemplo, a área responde por aproximadamente 1,5% dos recifes de corais do mundo. Porém, eles são bastante sensíveis ao aumento da temperatura e estão ameaçados pelo processo de branqueamento (vide

Figura 1): em 1998, por exemplo, o aumento da temperatura devido ao fenômeno El Niño causou a perda de aproximadamente 90,0% dos corais da região. (HEILEMAN et al. apud OGURA et al., 2000).

As altas temperaturas do oceano favorecem os ciclones tropicais, sendo que aproximadamente 10,0% das ocorrências mundiais acontecem a sudoeste do Oceano Índico. Moçambique registra em média um evento anual, enquanto que as depressões de menor intensidade ocorrem três a quatro vezes por ano. A zona entre Pemba e Angoche e as proximidades da cidade da Beira são as mais atingidas. (MICOA 2005).

O país possui diversos rios que drenam suas águas para o Oceano Índico, a maioria compartilhada por outros países africanos. Esse fato traz implicações no advento dos desastres, sendo regulamentado por acordos com os países vizinhos em que nascem os rios que cortam Moçambique. O total de água de todos os rios do país é estimado em cerca de 216.000 milhões de m³, 54,0% proveniente dos países vizinhos (nove bacias). Cerca de 80,0% desse escoamento entra no oceano Índico através do Banco de Sofala, localizado na zona central do país, onde o rio Zambeze deságua. O escoamento dos rios apresenta marcada sazonalidade, sendo elevado na estação das chuvas e baixo durante a época da seca. (INGC, 2008). A Figura 4 mostra a localização das principais bacias hidrográficas do país.

Figura 4: Principais Bacias Hidrográficas de Moçambique.



Fonte: INGC (2005).

Características socioeconômicas

Moçambique possui recursos naturais como energia hidrelétrica, gás, carvão, minerais, madeiras e terra agrícola. Seus principais recursos minerais incluem: carvão, sal, grafite, bauxita, ouro, pedras preciosas e semipreciosas, além de reservas de mármore. O país exporta camarão, algodão, caju, açúcar, chá e copra (polpa seca do coco utilizada para fabricação de óleo

comestível) e apresenta potencial turístico, destacando-se as praias e zonas propícias ao mergulho nos seus mais de 2.000 km de litoral e os parques e reservas da natureza no interior do país. Entretanto, apesar de sua potencialidade, Moçambique está entre os países africanos que menos empregam no setor. (<http://www.grid/arendal.unep>. Acesso em: abril de 2010).

Cerca de 45,0% da área do país apresentam potencial para a agricultura, sendo que 80,0% da atualmente praticada são de subsistência. Nos últimos anos tem aumentado a atividade de extração de madeira das florestas nativas, em especial na porção norte. Assim como outros países africanos, a agricultura moçambicana tenta responder de forma mais eficiente à economia de mercado. No entanto, em estudo para a Bacia do Limpopo, Silva et al. (2009) assinalam que pequenos agricultores desenvolveram estratégias de ajuste à variabilidade intrínseca da área, que são efetivas para a agricultura de subsistência, mas não para a de mercado, de modo que a transição para um sistema globalizado os têm tornado mais vulneráveis às instabilidades climáticas e às eventuais mudanças do clima.

A reconstrução da economia, após o fim da guerra civil em 1992 e das enchentes de 2000, tem sido dificultada pela existência de minas terrestres não desativadas, o que compromete, também, os serviços de saúde do país. A Tabela 1 apresenta dados do último censo realizado no país pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), derivado dos dados coletados em 2007 e divulgados em 2009. Em 2007, a população do país era de 20.366.795 habitantes. Nampula e a Zambézia, no norte e no centro do país, são as províncias mais populosas, sendo que a maior parte da população vive nas áreas rurais e sobrevive por meio da prática da agricultura familiar.

Tabela 1: População total, distribuição por gênero e por províncias de Moçambique.

Moçambique	População
Homens	9.842.760
Mulheres	10.524.035
Total	20.366.795
Províncias	
Niassa	1.055.482
Cabo Delgado	1.683.681
Nampula	3.861.347
Zambézia	3.880.184
Tete	1.593.258
Manica	1.400.415
Sofala	1.715.557
Inhambane	1.444.282
Gaza	1.362.174
Maputo - Província	1.098.846
Maputo Cidade	1.271.569

Fonte: INE (2007). Org. por Cleusa A.G.P. Zamparoni e Lucí Hidalgo Nunes (2010).

A Tabela 2 revela que as províncias de Nampula e Zambézia estão também entre as que apresentam as maiores densidades demográficas, juntamente com a província de Maputo. O maior destaque, todavia, é para a cidade de Maputo. A concentração populacional revela que as oportunidades do país igualmente são extremamente concentradas no espaço, aumentando a diferença socioeconômica do país. É relevante lembrar que a concentração populacional em áreas mais desprovidas de assistência em geral se associa à maior dimensão dos desastres.

Tabela 2: Densidade Demográfica por províncias, Moçambique (2007).

Províncias	Superfície (km²)	População	Densidade Demográfica (hab./km²)
Niassa	129.056	1.055.482	8,17
Cabo Delgado	82.625	1.683.681	20,3
Nampula	81.606	3.861.347	47,31
Zambézia	105.008	3.880.184	36,95
Tete	100.724	1.593.258	15,81
Manica	61.661	1.400.415	22,71
Sofala	68.018	1.715.557	25,22
Inhambane	68.615	1.444.282	21,04
Gaza	75.709	1.362.174	17,99
Maputo	26.058	1.098.846	42,16
Maputo Cidade	300	1.271.569	4.238,56
Total	799.380	20.366.795	25,47

Fonte: INE (2007). Org. por Cleusa A.G.P. Zamparoni e Lucí Hidalgo Nunes (2010).

Independente há cerca de trinta anos e em paz há menos de vinte, Moçambique convive com grande parte da população analfabeta, infectada com o vírus da AIDS e expectativa de vida que não chega a 50 anos. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da Organização das Nações Unidas (ONU) sintetiza bem essa realidade: valores de 2007 mostram que enquanto Portugal ocupa a 34ª. posição, com índice de 0,909 e o Brasil está no 75º lugar, com IDH de 0,813, Moçambique tem um índice que é metade do brasileiro: 0,402, aparecendo como o 172º país menos desenvolvido entre 182 pesquisados. Com exceção de Zimbábue, que sequer aparece com todos os parâmetros na definição desse índice, Moçambique está atrás de todas as nações vizinhas, e entre os países de língua portuguesa apenas Guiné Bissau tem IDH mais baixo. (*Human Development Report*, UNDP, 2009). A Tabela 3 apresenta os parâmetros usados no cálculo para esse índice para Moçambique. A baixa expectativa de vida, os ínfimos índices de população alfabetizada (certamente com distinção no território, com valores ainda mais baixos em setores mais remotos do país) e do produto interno bruto (PIB) são elementos importantes para entender a vulnerabilidade socioambiental da população moçambicana. Ainda que baixo, há um esforço já reconhecível na educação, com maior comprometimento de investimentos nesse setor.

Tabela 3 – Índice de Desenvolvimento Humano 2007 e seus componentes.

Moçambique	Índices
IDH	0,402
Expectativa de vida	47,8
% de adultos acima de 15 anos alfabetizados	44,4
Razão do produto bruto empregado na educação	54,8
PIB per capita (US\$)	802
Índice de expectativa de vida	0,380
Índice educacional	0,478
Índice do PIB	0,348
Rank do PIB per capita menos o rank do IDH	-3

Fonte: UNDP, 2009. Org. por Lucí Hidalgo Nunes e Cleusa A.G.P. Zamparoni (2010).

Breve histórico de Moçambique e relação com a degradação ambiental

O colonialismo português apregoava que sua missão fundamental era “civilizar” os africanos; porém, além desse argumento se estabelecer a partir de parâmetros europeus, o que em si já é questionável (o que seria “civilizatório?”), o que se deu foi a expropriação de terras, a criação de impostos, a imposição de modalidades diferentes do trabalho compulsório e a criação de mecanismos cotidianos de hierarquização social, gerando profunda diferenciação social entre colonizadores e colonizados. Essa situação perdurou até os anos de 1960, marcando a estrutura

das colônias, cujos efeitos se prolongaram pelas décadas subsequentes, após a independência, em 1975. Neste processo aproximadamente meio milhão de portugueses e moçambicanos brancos deixaram o país, que se ressentiu com o êxodo populacional e evasão de mão-de-obra qualificada. Na época praticamente 90% da população moçambicana era analfabeta.

A coletivização da agricultura, iniciada em 1975 com comunas que substituíram os aldeamentos, fez com que 2 milhões de camponeses tenham sido transferidos de seus locais de origem, gerando revoltas populares. Como os deslocados desconheciam as características dessas novas áreas, suas vulnerabilidades podem ter sido ampliadas.

Reflexo da notável disparidade regional desse país, as regiões norte e centro, com potencialidades em termos de recursos naturais e fontes geradoras da riqueza nacional, são as menos desenvolvidas. Tal fato se deve à concentração de investimentos internacionais na zona sul, onde se localiza a capital do país, bem próxima à África do Sul. Entretanto, mesmo nesse setor as camadas sociais menos favorecidas constituem a maioria e vivem em situação de extrema pobreza ou de indigência. Os baixos índices de rendimentos agrícolas, base de sobrevivência de mais de 70% da população moçambicana, contribuem para esse quadro. Apesar de registrar crescimento econômico significativo nos últimos anos, sobretudo depois da assinatura do Acordo Geral de Paz, é ainda aguda a privação de grande parte dos moçambicanos aos benefícios dos resultados da riqueza nacional, visto que a oferta dos serviços sociais básicos, como educação e saúde, é insuficiente e insatisfatória.

Uma série de ocorrências naturais severas que se configuraram como graves desastres naturais atingiram o país recentemente, com destaque para a massiva seca de 1998 e as inundações de 2000. Isso corroborou para aumentar as dificuldades, já que a reconstrução das áreas requereu vultosas somas que poderiam ter sido usadas para a construção e modernização da infraestrutura do país, especialmente nos setores mais pauperizados de Moçambique.

Desastres Naturais em Moçambique: cheias, secas e ciclones

Recente estudo que mede o risco de perdas econômicas por danos e óbitos causados por desastres naturais – *The Natural Disasters Economic Loss Index (NDELI)* –, identificou Moçambique

como o segundo país mais vulnerável do mundo, superado apenas pelo Haiti. (http://www.maplecroft.com/about/news/economic_losses.html. Acesso em 3 de Março de 2008).

Assim, entre os países da África Austral, Moçambique é o mais afetado por calamidades (MICOA, 2005), sendo o único país africano que comparece na estatística dos 50 países cujos PIBs foram mais comprometidos pelo advento de desastres naturais entre 1991 e 2005, no 35º lugar (<http://www.isdr/africaaustal/moçambique>. Acesso em: Março de 2010). Dados do EM-DAT mostram que entre 1985-1999 houve 16.234 eventos catastróficos em Moçambique, que geraram prejuízos de US\$27 milhões, 105.745.877 mortos e 9.952.500 afetados, fato que se relaciona às características físicas, ao crescimento populacional e ao quase inexistente planejamento do uso da terra do país. Moçambique tem, ainda, baixa capacidade de previsão de eventos extremos, deficiente sistema de disseminação de avisos de alerta antecipados e elevado grau da pobreza absoluta (MICOA, 2004). Esse quadro revela a enorme incapacidade de adaptação a eventos climáticos extremos, o que se reflete em uma atitude menos preventiva e mais reativa na ativação dos mecanismos de gestão de desastres naturais. (MICOA, 2005).

A maioria das calamidades que aflige a nação está associada às instabilidades atmosféricas severas, que causam inundações, escorregamentos de massa, ravinamentos e erosões costeiras na época das cheias, além de vendavais, ciclones tropicais e estiagens. Esses registros acontecem em todo o país, sendo que secas têm maior incidência na região sul, cheias no centro e sul e ciclones tropicais na zona costeira. Enquanto a seca pode prevalecer por anos, as inundações (localmente chamadas de cheias) podem perdurar alguns meses e os ciclones, poucos dias. Em todos os casos as consequências deletérias persistem por bastante tempo, o que compromete o desenvolvimento econômico local e nacional. (MICOA, 2004).

Por se estender por um período maior, o impacto das secas é mais dramático do que o das cheias. O MICOA (2004) aponta entre os efeitos mais negativos perda de culturas e de pontos d'água, redução de áreas de pastagem, aumento de preços dos produtos agrícolas, maior importação de alimentos, necessidade de ajuda externa, perda de biodiversidade e eclosão de doenças em humanos e animais. Pode ocorrer, ainda, intrusão salina em cursos d'água e aquíferos, fato comum em Gaza e Tete, dada a irregularidade das precipitações nesses locais. Entre as secas severas destaca-se a de 1991-92, que atingiu a maior parte da região austral da África e todo o país, afetando somente em Moçambique 1,32 milhões de pessoas, e a de 1981-83, que afetou 2,46 milhões de pessoas no sul e no centro.

Quanto aos ciclones tropicais, sobressaíram-se nos últimos anos os eventos Nádía (1994, com 900.000 afetados), Elinne e Glória (ambos em 2000, cada um afetando 650.000 pessoas). Por associarem chuvas torrenciais e ventos fortes, eles são bastante destrutivos e letais, trazendo grande ruptura aos locais afetados e às atividades humanas.

Já as cheias se constituem nos desastres naturais mais difíceis de avaliar. Suas causalidades são de várias ordens: precipitações localizadas intensas, ciclones tropicais, falta ou ineficiência de um sistema de drenagem para recolher as águas pluviais e, em alguns setores, ocupação de áreas assentadas em solos com areias dunares, fato que reduz a infiltração e percolação da água, alterando o tempo entre o pico de precipitação e do fluxo superficial. (LANGA, 2007). Em alguns casos concorre para o advento das cheias a gestão deficiente das barragens, com escoamento das águas provenientes das descargas das barragens dos países vizinhos situados a montante.

Os impactos das cheias são superlativos no país: em anos recentes os eventos de 1981, 1985 e 2001 afetaram mais de 500.000 pessoas, enquanto que o de 2000 impactou mais de 2 milhões de habitantes e comprometeu 20,0% do PIB nacional (MICOA, 2005), (observar que esse número é relativo a aspecto diferente de apresentado anteriormente, que se referiu ao comprometimento do PIB para o período de 1991 e 2005). Na ocasião precipitou em Maputo 400 mm em quatro dias, sendo que a média mensal da estação chuvosa (outubro-março) é de 132 mm. A chuva saturou o solo, o que resultou em deslizamentos de terra, instabilidade de taludes e abertura de ravinas profundas, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia. (INM, 2006). Houve grande destruição de infraestrutura básica como moradias, escolas, estradas e fontes de abastecimento de água potável. Associadas a uma onda de ciclones, as cheias de 2000 tiveram um impacto ímpar na vida das populações e do país, com prejuízos de cerca de US\$600 milhões.

A Tabela 4 destaca os desastres que mais provocaram óbitos e a Tabela 5, os que atingiram mais pessoas em Moçambique, ambas reportando o período de 1956 a 2009. Os desastres hidrometeorológicos foram os mais comuns, destacando-se, pela dramaticidade, as secas de 1984-85, as cheias de 2000 e o ciclone tropical de 1994. No primeiro caso é relevante frisar que nesse período Moçambique se encontrava envolvido em guerra civil, com muitas pessoas deslocadas, acessos restritos dentro do país e deficiente sistema de produção de alimentos, contribuindo para agravar as consequências nefastas desse episódio. A seca de 1981-85 perdurou por período bem mais longo do que a cheia de 2000, mas ainda que o primeiro

fenômeno tenha afetado mais pessoas, por sua duração bem menor o segundo merece igualmente destaque. Outro ponto a assinalar é que muitos números são redondos, o que demonstra a dificuldade de contagens mais precisas. Essas especificidades que diferem os desastres necessitam ser cuidadosamente consideradas pelos intervenientes na gestão de calamidades para melhor identificação das prioridades na assistência à população.

Tabela 4 - Desastres naturais que provocaram mais óbitos em Moçambique (1956-2009).

Tipo de Desastre	Ano	Localização	Óbitos
Cheias	1971	Zambézia	500
Cheias	1977	Gaza	300
Secas	1981-85	Maputo, Gaza, Inhambane, Manica, Sofala e Zambézia	100.000
Ciclone Tropical	1984	Maputo, Gaza, Inhambane	109
Ciclone Tropical	1994	Nampula, Zambézia, Manica e Sofala	240
Cheias	2000	Maputo (Matutuíne, Manhiça, Magude e Marracuene), Gaza (Mabalane, Chokwé, Chibuto, e Xai-Xai), Inhambane, Sofala, Manica e Tete	800

Fonte: EM-DAT. Org. por Cleusa A.G.P. Zamparoni e Lucí Hidalgo Nunes (2010).

Tabela 5: Desastres naturais que provocaram mais afetados em Moçambique (1956-2009).

Tipo de Desastre	Ano	Localização	Afetados
Secas	1981/1985	Maputo, Gaza, Inhambane, Manica, Sofala e Zambézia	5.750.000
Cheias	2000	Maputo (Matutuíne, Manhiça, Magude e Marracune), Gaza (Mabalane, Chokwé, Chibuto, e Xai-Xai), Inhambane, Sofala, Manica e Tete	4.500.000
Secas	1991/1992	Sul e Centro de Moçambique	3.300.000
Secas	1998/1999	Maputo, Gaza e Inhambane	3.300.000
Ciclone tropical	1994	Nampula, Zambézia, Manica e Sofala	2.000.000
Secas	1994/1995	Centro e Sul de Moçambique	1.500.000
Secas	2005/2006	Maputo, Gaza, Inhambane, Sofala, Manica, Tete e Zambézia	1.400.000
Secas	2002/2003	Centro e Sul de Moçambique	600.000
Cheias	2001	Zambézia, Tete, Sofala, Manica e Gaza	549.326
Secas	2007	Centro e Sul de Moçambique	520.000

Fonte: EM-DAT. Org. por Cleusa A.G.P. Zamparoni e Lucí Hidalgo Nunes (2010).

Em complemento, a Tabela 6 revela que as inundações responderam por quase a metade de todas as calamidades que assolaram essa nação entre 1956 e 2009, seguidas pelas tempestades (que incluem os ciclones tropicais). Nota-se que 98,0% das mortes, 58,0% dos afetados e quase a totalidade dos prejuízos se relacionam às secas. Apesar de haver mais eventos de tempestades, eles causam menos óbitos do que as secas. Já dados do INGC (2008) apontam

que de todos os desastres entre 1956 e 2008 no país 30,0% foram provocados por cheias, 10,0% por secas e 19,0% por ciclones tropicais. Essa diferença entre os órgãos expõe as incertezas na organização das ocorrências e dificulta medidas com vistas a combater os eventos e assim minimizar o sofrimento da população.

Tabela 6: Panorama dos desastres naturais em Moçambique e seus impactos (1956 a 2009).

	Nº de eventos	Óbitos	Afetados	Prejuízos (US\$)
Secas	11 (19,3%)	100.068 (97,9%)	17.297.500 (58,0%)	50.000.000 (98,8)
Cheias/Inundações	26 (45,6%)	1.921 (1,4%)	8.960.126 (30,0%)	-
Tempestades	18 (31,6%)	639 (0,6%)	3.572.868 (12,0%)	110.550 (0,2%)
Movimentos de massa úmidos	1 (1,8%)	87 (0,1%)	2.500 (12,0%)	-
Incêndios	1 (1,8%)	49 (0%)	3.023 (0%)	-
TOTAL	57	102.764	29.836.017	50.110.550

Fonte: EM-DAT. Org. por Lucí Hidalgo Nunes e Cleusa A.G.P. Zamparoni (2010).

A Tabela 7 mostra a distribuição espacial de eventos de natureza atmosférica passíveis de engendrar desastres naturais e evidencia que o centro do país é a área mais propensa a eles e o norte, onde as probabilidades de registro são menores. Os ciclones tropicais se constituem no tipo de evento menos concentrado espacialmente, com chances grandes de atingir as três áreas do país. É importante salientar a falta de informação e de confiabilidade dos prejuízos econômicos incluídos na base de dados que foi utilizada. Na maior parte esse valor é medido pelo montante da ajuda solicitada pelo país para suprir as necessidades básicas depois da ocorrência da catástrofe.

Tabela 7: Distribuição das secas, cheias e ciclones tropicais em Moçambique, por regiões (1956-2008).

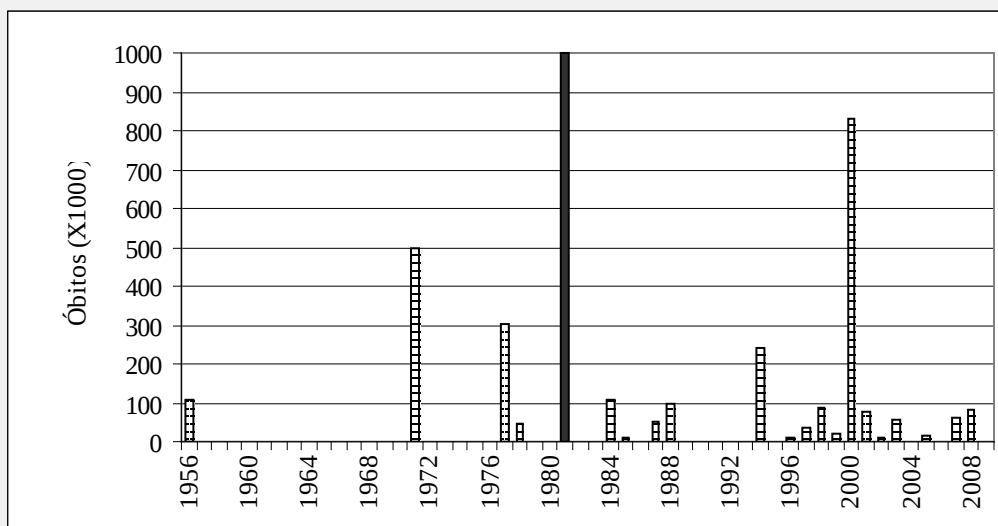
	Norte	Centro	Sul
Secas	6,0%	5,00%	44,0%
Cheias	14,0%	44,0%	42,0%
Ciclones Tropicais	25,0%	40,0%	35,0%

Fonte: INGC/2008. Org. por Cleusa A.G.P. Zamparoni e Lucí Hidalgo Nunes (2010).

As Figuras 5, 6 e 7 apresentam, respectivamente, a distribuição de mortos, de afetados e dos prejuízos econômicos relativos a todos os desastres de natureza hidrometeorológica e climática. As informações cobrem o período entre 1956 e 2009, estando discriminadas por ano. A

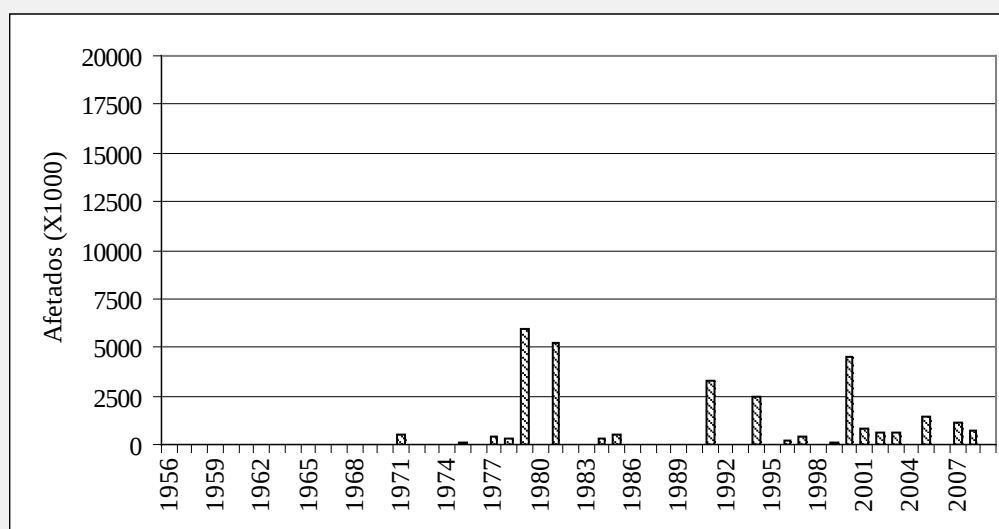
análise conjunta das figuras aponta alguns aspectos: os óbitos por desastres de natureza atmosférica em Moçambique têm sido altos, com destaque para o ano de 1981, que apresentou perdas de vida muito superior aos demais anos (nesse caso, devido à seca) e um número enorme de afetados; há maior semelhança no padrão de óbitos e afetados, com mais regularidade nos anos recentes; a inexistência de dados sobre perdas econômicas em anos em que houve afetados e mortos não revelaria, necessariamente, não ter ocorrido prejuízos econômicos: essa falta de informação poderia estar relacionada à dificuldade em fazer esses levantamentos. Como em qualquer país do mundo, mesmo naqueles em que a coleta de dados é mais sistemática e organizada, há maior facilidade no levantamento de informações mais recentemente, de maneira que se espera que as informações de Moçambique passem a ser doravante mais organizadas. Ainda quanto a seca do início da década de 1980, conforme aponta a Tabela 5, ela se prolongou até 1985. Considerando que nesse período o país se encontrava envolvido em guerra civil e que, por isso, a capacidade de apoiar a população era limitada pelas circunstâncias, é possível que o número de mortes tenha sido agravado pela situação de guerra. (QUEFACE, 2009).

Figura 5: Mortos por desastres naturais de origem climática (secas) e hidrometeorológicas (cheias, tempestades e incêndios), entre 1956 e 2009 (Obs.: o ano de 1981 destoou muito do padrão: foram 100.000 óbitos).



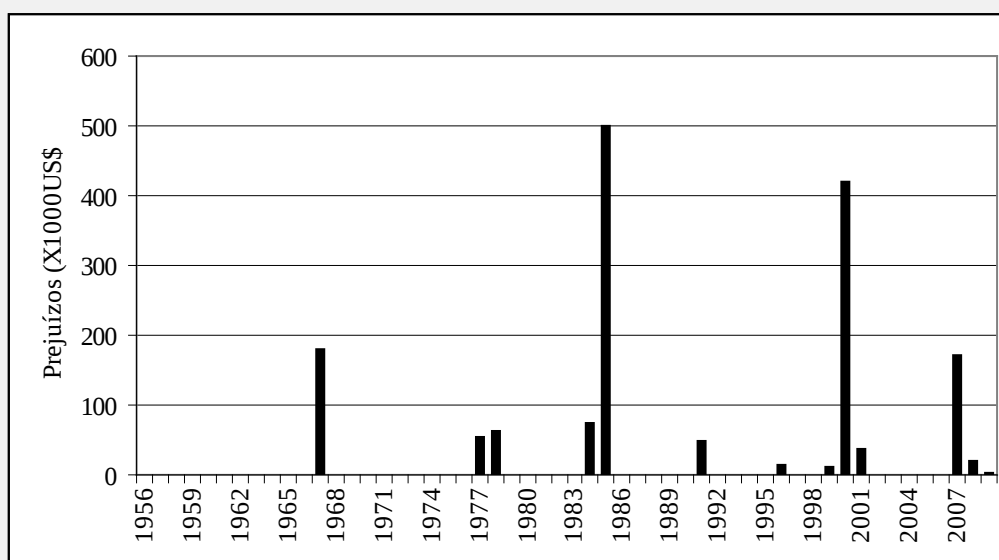
Fonte: EM-DAT. Org. por Lucí Hidalgo Nunes e Cleusa A.G.P. Zamparoni (2010).

Figura 6: Afetados por desastres naturais por desastres naturais de origem climática e hidrometeorológica entre 1956 e 2009.



Fonte: EM-DAT. Org. por Lucí Hidalgo Nunes e Cleusa A.G.P. Zamparoni (2010).

Figura 7: Prejuízos econômicos por desastres naturais de origem climática e hidrometeorológica entre 1956 e 2009.



Fonte: EM-DAT. Org. por Lucí Hidalgo Nunes e Cleusa A.G.P. Zamparoni (2010).

Cumprir lembrar que, ainda que o país esteja investindo em educação e ciência e contando com quadros bem formados de profissionais em diversas áreas, inclusive naquelas relacionadas aos desastres naturais, por outro lado não está conseguindo diminuir a diferença entre as províncias. Nesse sentido, observa-se similaridade perversa com o Brasil, com disparidades

regionais ainda mais dramáticas entre o sul, mais desenvolvido, e o norte, profundamente atrasado. Pior ainda, Moçambique se distancia de alguns vizinhos africanos que não apresentam bons indicadores de desenvolvimento, como a África do Sul, e tem ainda regredido em seu próprio desempenho (os indicadores do país pioraram entre 2005 e 2009).

A falta de infraestrutura no país é crônica e algumas medidas tidas como primordiais para seu desenvolvimento podem vir a criar mais problemas, caso não convenientemente planejadas. Por exemplo, Moçambique urge ter mais energia e um dos caminhos vislumbrados é por meio da construção de barragens. Porém, sem estudos adequados para minimizar seus impactos elas podem criar outros problemas: na zona costeira a variação das descargas nos rios devido ao controle das barragens poderia alterar a morfologia dos rios e contribuir para a erosão ao longo das margens, além de favorecer intrusão salina, fatos que já acontecem ao longo do Rio Zambeze. (MICOA, 2004).

Um dos passos positivos do Estado moçambicano é o apoio a órgãos que concentram dados básicos ao planejamento das ações estratégicas moçambicanas, como o Instituto Nacional de Estatística, o Instituto Nacional de Gestão às Calamidades, o Instituto Nacional de Meteorologia, a Administração Regional de Águas do Sul (Ara Sul), a Administração de Estradas de Moçambique e a maior universidade do país: Eduardo Mondlane. Diversos documentos com informações básicas têm sido gerados e observa-se que essas instituições trabalham em conjunto na proposição de medidas com vistas a diminuir a vulnerabilidade da população em todos os sentidos.

Na atualidade há no país muitos representantes de órgãos internacionais e também por parte do Brasil há maior interesse em se aproximar de Moçambique. Todo o esforço em prol da diminuição de risco às calamidades que recorrentemente assolam essa nação, presente em ações do Estado moçambicano e de organismos governamentais e não governamentais, tanto nacionais como internacionais, deve ter claro comprometimento de todas as partes, coordenação inequívoca do Estado e ter como um de seus balizadores o contexto cultural da nação. Com isso, certos segmentos da sociedade que exercem forte ascendência nas comunidades têm que participar ativamente dos planos de gestão de calamidades, como é o caso dos líderes religiosos e da Associação de Médicos Tradicionais, conforme destacado por Matusse, Barros e Barros (2009).

Considerações Finais

O presente estudo avaliou padrões de risco a desastres hidrometeorológicos de Moçambique, nação da África Austral banhado pelo Oceano Índico e que faz divisa com diversos países. Esses fenômenos geram grandes calamidades, relacionadas a sua suscetibilidade geofísica e características climáticas, além da vulnerabilidade da sua população – nesse caso tendo também por contribuinte sua recente independência, alcançada somente em 1975, a guerra civil concomitante com desastres naturais hidrometeorológicos de grandes proporções, além do fato de o país experimentar, em curto período de tempo, distintos regimes políticos. Tudo isso tem afetado seu desenvolvimento econômico e contribuído para que a população viva em constante situação de ameaça e instabilidade.

A maioria dos desastres se associa às instabilidades atmosféricas, que engendram cheias, escorregamentos de massa, ravinamentos, erosões costeiras, vendavais, ciclones tropicais e estiagens. Todo o país é atingido, ainda que prevaleçam padrões espaciais e temporais de ocorrência: as secas têm maior incidência na região sul e podem prevalecer por longos períodos de tempo (3 a 4 anos); as cheias, no centro e no sul, podendo perdurar alguns meses, e os ciclones tropicais, na zona costeira, com duração de poucos dias. Independente da duração, todos os casos comprometem o desenvolvimento econômico local e nacional.

Dos inúmeros eventos calamitosos do país destacam-se: a seca de 1984-1985 – que coincidiu com período da guerra civil que certamente fez com que o número de vítimas tenha sido ampliado – as cheias de 2000 e o ciclone tropical de 1994. As cheias se constituíram nas catástrofes mais comuns que assolaram Moçambique entre 1956 e 2009, seguidas de tempestades e secas, mas essas últimas provocaram mais mortes.

Os dados apresentados são oriundos dos bancos de dados EM-DAT e do INGC. A falta de convergência na maioria das informações revela a fragilidade e a (des)continuidade nos registros dos bancos e incertezas na organização das ocorrências, dificultando medidas com vistas a combater os eventos e assim minimizar o sofrimento da população.

A dramaticidade dos desastres em Moçambique espelha a limitada capacidade humana, institucional e financeira dessa nação e a necessidade de conhecimento científico e políticas para o enfrentamento dos fenômenos, com maior capacidade de previsão e ações coordenadas e

ágeis. Por sua posição geográfica essa nação de fato apresenta características físicas que deflagram situações calamitosas. Contudo, o estado de pobreza crônica, especialmente em algumas províncias e a falta de planejamento de medidas de combate aos problemas recorrentes do país, incluindo a existência de dados mais confiáveis e de planos de emergência quando do advento de desastres naturais, são elementos que não somente dificultam o desenvolvimento pleno do país, mas também comprometem a segurança do povo moçambicano.

O conhecimento da realidade é sempre o primeiro passo para a superação dos problemas, e nesse sentido Moçambique está no caminho certo, pois está se esforçando para consolidar suas competências e para que elas atuem de forma integrada. Outro passo – esse bem mais largo – é investir na educação maciça, de modo que a cidadania seja alcançada mais uniformemente e cada indivíduo reconheça seu papel na estrutura social do país, atuando de maneira próativa rumo a um ambiente mais saudável, seguro e universal e uma sociedade mais igualitária.

Referências

ARAKI, R. **Vulnerabilidade associada a precipitações e fatores antropogênicos no município de Guarujá (SP): período 1965 a 2001.** 2007. 201 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000417078>>. Acesso em: fev. de 2010.

BURTON, I.; KATES, R.W.; WHITE, G.F. **The environment as hazard.** New York: Guilford Press, 1993. 291p.

CAMARGO, L.H.R. de. **A ruptura do meio ambiente - conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência:** a geografia da complexidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 240p.

CASTELLANO, M.S.; NUNES, L.H. Eventos climatológicos extremos na cidade de Campinas (SP) no período de 1991 a 2000, 12/2007. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS, 2, 2007, Santos. **Anais...** Santos, 2007, p.1-12.

CARVALHO, C.S.; GALVÃO, T. (org). **Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas:** guia para elaboração de políticas municipais. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006. 11p.

EMERGENCY EVENTS DATABASE – EM-DAT. Centre of Research of Epidemiology of Disasters – CRED. **Disaster data:** a balanced perspective, Brussels, n. 19, Feb. 2010. Disponível em: <<http://www.emdat.be>>. Acesso em: abr. de 2009.

EMERGENCY EVENTS DATABASE (EM-DAT). Centre of Research of Epidemiology of Disasters – CRED. **The international disaster database.** Disponível em: <<http://www.emdat.be/>>. Acesso em: abr. de 2009.

DIAS, F.P.; HERRMANN, M.L.P. Susceptibilidade a deslizamentos: estudo de caso no bairro Saco Grande, Florianópolis - SC. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 3, n. 2 e 3, p. 30-42. 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (INE). **Quadros do 3º Censo Geral da População e Habitação 2007**. Disponível em: <<http://www.ine.gov.mz/censo07>>. Acesso em: mar. de 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE GESTÃO DE CALAMIDADES (INGC). **Plano de Contingência: avaliação da vulnerabilidade as mudanças climáticas e estratégias de adaptação**. Maputo: INGC, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE GESTÃO DE CALAMIDADES (INGC) **Estudo sobre o impacto das alterações climáticas no risco de calamidades em Moçambique**. Relatório Síntese, Maputo: junho 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INM). **Análises das situações das condições físicas de geomorfologia e clima em algumas localidades de Moçambique**. Maputo: 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE WGII – IPCC. **Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007**. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html>. Acesso em: abr. de 2010.

INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (ISDR). **Top 50 countries**. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/disaster-statistics/top50.htm>>. Acesso em: abr. de 2010.

LANGA, J.V.Q. Problemas na zona costeira de Moçambique com ênfase para a costa de Maputo. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Maputo, v. 7, p. 33-44, 2007.

MACHAVA, J.E. A situação da pobreza em Moçambique: diferenciações regionais e principais desafios. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v.5, n. 1, p.27-46, 2007. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/542>>. Acesso em: mar. de 2010.

MAPLECROFT. **Risk, Responsibility And Reputation**. Disponível em: <<http://www.maplecroft.com/>>. Acesso em: mar. de 2010.

MAPLECROFT. **Haiti and Mozambique most vulnerable to economic losses from natural disasters**. Disponível em: <<http://www.maplecroft.com/about/news/exonomic/losses.html>>. Acesso em: out. de 2010

MARCELINO, E.V.; NUNES; L.H.; KOBIYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.8, n.17, p.72 84, 2006.

MATTEDI, M.A.; BUTZKE, I.C. A relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e de desastres. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.4, n.9, p.1-22, 2001.

MATUSSE, R.M.; BARROS, A.B.; BARROS, A.M.A de Análise e avaliação do sistema de gestão da calamidades em Moçambique. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE DEFESA CIVIL, 5, 2009, São Paulo, 2009. **Anais eletrônicos...** São Paulo, 2009, 12p. Disponível em: <http://www.defesacivil.uff.br/defencil_5/Artigo_Anais_Eletronicos_Defencil_09_pdf>. Acesso em: out. de 2010.

MAVUME, A. **Estudo sobre o impacto das alterações climáticas no risco de calamidades em Moçambique**. Relatório Síntese, Maputo: Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique, p. 2 a 8, Junho 2009.

MINISTÉRIO PARA A COORDENAÇÃO DA ACÇÃO AMBIENTAL (MICOA). Direção Nacional de Gestão Ambiental. **Síntese da informação disponível sobre efeitos adversos das mudanças climáticas em Moçambique**. Moçambique: MICOA, 2004. 73p. Disponível em: <http://www.convambientais.gov.mz/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=18>. Acesso em: abr. de 2010.

MINISTÉRIO PARA A COORDENAÇÃO DA ACÇÃO DA AMBIENTAL (MICOA). **Avaliação da vulnerabilidade às mudanças climáticas e estratégias de adaptação**. Maputo: MICOA, 2005. 58p. Disponível em: <http://www.convambientais.gov.mz/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=14>. Acesso em: abr. de 2010.

MONTEIRO, C.A. de F. **Clima e excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenómeno geográfico. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1991. 241 p.

MONTEIRO, C.A. de F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

NUNES, L.H. Aproximações sobre mudanças climáticas globais. **Terra Livre**, São Paulo, v.1, n.18, 179-184, 2002.

NUNES, L.H. Mudanças climáticas, extremos atmosféricos e padrões de risco a desastres hidrometeorológicos. In: HOGAN, D.J.; MARANDOLA Jr., E. **População e mudança climática**: dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas: NEPO, p. 53-73, 2009(a).

NUNES, L.H. Compreensões e ações frente aos padrões espaciais e temporais de riscos e desastres. **Territorium**, v.16, n.1, p. 181-189, 2009(b). Disponível em: <<http://www1.ci.uc.pt/nicif/riscos/Territorium16.htm>>. Acesso em: mar. de 2010.

OGURA, A.; MACEDO, E.S. Procesos y riesgos geologicos. In: CURSO INTERNACIONAL DE ASPECTOS GEOLOGICOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, 2. 2000, Montevideo. **Notas de clase...** Montevideo, 2000, p. 114-137.

PATT, A.G; TADROSS, M; NUSSBAUMER, P.; ASANTE, K. METZGER, M; RAFAEL, J.; GOUJON, A.; BRUNDRIT, G. **Estimating least-developed countries' vulnerability to climate-related extreme events over the next 50 years**. Proceedings in the National Academy of Sciences - PNAS Early Edition, 2009. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/early/2009/12/15/0910253107.full.pdf+html>>. Acesso em: mar. de 2010.

PELLING, M. Paradigms of risk. In: PELLING, M. (org.) **Natural disasters and development in a globalizing world**. London: Routledge, 2006. p.3-16.

PINTO, I.S. de S. **Elaboração de um atlas de ventos para Moçambique usando o modelo regional do clima**. RegCM. Trabalho de Conclusão de curso (Licenciatura, Física) – Faculdade de Ciências, Universidade Eduardo Mondlane, 2008, 45 p.

QUEFACE, A. **História dos desastres naturais. Estudo sobre o impacto das alterações climáticas no risco de calamidades em Moçambique.** Relatório Síntese, Maputo: Universidade Eduardo Mondlane, p. 2 a 8, Junho 2009.

REDDY, S.J. **General climate of Mozambique - Clima geral de Moçambique.** Serie Terra e Água do Instituto Nacional de Investigação Agronómica. Comunicação n.19a, Maputo, 1984.

SILLMANN, J.; ROECKNER, E. Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 86, p. 83-104, 2008.

SILVA, J.A.; ERIKSEN, S.; OMBE, Z.A. Double exposure in Mozambique's Limpopo River Basin. **The Geographical Journal**, London, v.176, n.1, p. 6-24, 2009.

SMITH, K. **Environmental hazards: assessing risk & reducing disasters.** London: Routledge, 2004. 306p. 388p.

TEBALDI, C.; HAYHOE, C.; ARBLASTER, J.M.; MEEHL, G.A. Going to the extremes - an intercomparison of model-simulated historical and future changes in extreme events. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 79, 2006, p. 185-211.

TOBIN, G.A, MONTZ, B.E. **Natural hazards: explanation and integration.** New York: The Guilford Press, 1997.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME – UNDP. **Reducing disaster risk: a challenge for development.** New York, USA: UNDP, 2004.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME – UNDP. **Human Development Report 2009 - Overcoming barriers: Human mobility and development.** UNDP, 2009, 229p. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2009/>>. Acesso em: abr. de 2010.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. GRID-Arendal. **Environmental knowledge for change.** Disponível em: <<http://maps.grida.no/>>. Acesso em: abr. de 2010.

WORLD BANK INDEPENDENT EVALUATION GROUP – IEG. **Hazards of nature, risks to development** - an IEG evaluation of World Bank Assistance for Natural Disasters. Washington, 2006. Disponível em: <http://www.worldbank.org/ieg/naturaldisasters/docs/natural_disasters_evaluation.pdf>. Acesso em: mar. de 2010.

WIKIPEDIA. **Subdivisões de Moçambique.** Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Subdivisões_de_Moçambique>. Acesso em: mar. de 2010.

Agradecimentos:

Os resultados apresentados integram projetos de pesquisa financiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, a saber: processo 151806/2008-0 (Cleusa Aparecida G.P. Zamparoni) e 308269/2009-8 (Luci Hidalgo Nunes). As autoras expressam seus agradecimentos ao CNPq.

Sobre as autoras:

¹Cleusa Aparecida Gonçalves Pereira Zamparoni

Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Departamento de Geografia.

Contato: cazamp@terra.com.br

²Lucí Hidalgo Nunes

Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia

Contato: luci@ige.unicamp.br