

# JC na escola

## CIÊNCIA



# MUDANÇAS CLIMÁTICAS, DESASTRES NATURAIS E PREVENÇÃO DE RISCOS

Foto: Quioshi Goto

**Organizadores:**

Lourenço Magnoni Júnior   Renato Delicato Zaiden   Sérgio Purini   João Carlos do Amaral   Luís Victorelli   Eymar Silva Sampaio Lopes   José Misael Ferreira do Vale  
Evandro Antonio Cavarsan   Maria da Graça Mello Magnoni   Wellington dos Santos Figueiredo   Pedro Fernando Caballero Campos

**Instituições Parceiras:**

## EDITORIAL

A publicação que chega às mãos do leitor do Jornal da Cidade, através do seu programa social educativo JC na Escola, desenvolvido numa iniciativa conjunta com a Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho de Cabrália Paulista, unidade de ensino do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, é fruto do esforço de vários estudiosos e pesquisadores que dirigiram o olhar para a questão das mudanças climáticas, dos desastres naturais, preservação, conservação e recuperação do ambiente e para o tema do aquecimento global do planeta Terra.

Com apoio da Organização das Nações Unidas (ONU) e participação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), subordinado ao Ministério da Ciência e Tecnologia do Governo Federal, da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Bauru (AGB), da Coordenadoria de Defesa Civil da 7ª Região

Administrativa (REDEC – 17), e das Faculdades Logatti de Araraquara, a Etec Astor de Mattos Carvalho através do seu Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais (CIADEN) houve por bem articular-se com respeitado órgão de imprensa de Bauru (SP) para oferecer ao público em geral o presente JC na Escola voltado para a séria questão do clima, e seus desdobramentos, na região de Bauru (SP) e no país.

O JC na Escola contém artigos reflexivos que vão desde o registro da contribuição científica e tecnológica na resolução dos problemas ambientais até a análise de riscos de desastres naturais em ambientes urbanos passando pela importância da Educação na conscientização socioambiental, desenvolvimento sustentável, efeito das mudanças climáticas, desastres naturais e seus tipos, geotecnologias para monitoramento e prevenção de desastres

naturais bem como o papel do CIADEN na prevenção e antecipação de desastres naturais que afetam as populações de muitas regiões do Brasil.

A publicação também apresenta um capítulo sobre a maneira mais adequada de prevenir-se de vários riscos de desastres naturais e, por último, um texto sobre projeto de pesquisa sobre biodigestores anaeróbios desenvolvido na Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho de Cabrália Paulista.

O JC na Escola agora tornado público por meio da comunicação impressa poderá ser objeto de leitura e estudos pelos alunos da Educação Básica, professores que atuam nas escolas do Brasil e pelo público em geral interessado em ciência e tecnologia postas a serviço do bem estar do ser humano.

*Boa leitura.*

### Sumário

#### A contribuição da ciência e tecnologia na resolução dos problemas ambientais

José Misael Ferreira do Vale

#### Educação e conscientização socioambiental

Antônio Francisco Magnoni, Lourenço Magnoni Júnior, Maria da Graça Mello Magnoni

#### A importância da educação ambiental no mundo contemporâneo

Nilza Aparecida Freres Stipp

#### Educação ambiental e desenvolvimento sustentável

Elian Alabi Lucci, Elvis Christian Madureira Ramos, Wellington dos Santos Figueiredo

#### Planeta Terra e as mudanças climáticas

Marcelo Eduardo Freres Stipp

#### Desastres naturais: conceitos e classificações

Eymar Silva Sampaio Lopes, João Bosco Coura dos Reis

#### Efeito das mudanças climáticas no Brasil

Gilvan Sampaio

#### Tipos de desastres naturais no Brasil

Eymar Silva Sampaio Lopes, João Bosco Coura dos Reis

#### Influência do homem nos desastres naturais

Eymar Silva Sampaio Lopes, João Bosco Coura dos Reis

#### Geotecnologias para monitoramento e prevenção de desastres naturais

Edson Luís Piroli

#### Análise de Riscos de Desastres Naturais em Ambientes Urbanos

Rodrigo Lilla Manzione

#### Prevenção de riscos naturais

Paulo Vaz Filho, Pedro Fernando Caballero-Campos, Brena Segura da Cruz, Claudio de Oliveira Bueno, Danielle Eliza Buainain da Silva, Danilo Henrique Borsari, Rafaela Bermudez Posseti, Raphael Augusto Braga, Renan Henrique Carlesci, Tabita Teixeira

#### CIADEN: prevenir e antecipar para não remediar

Evandro Antonio Cavarsan, Eymar Silva Sampaio Lopes, Guido Branco Júnior, Lourenço Magnoni Júnior, Wellington dos Santos Figueiredo

#### Desenvolvimento de biodigestores anaeróbios para transformar resíduos agropecuários em biofertilizante e bioenergia

Daniel do Carmo de Camargo, Edson José dos Santos, Lourenço Magnoni Júnior, Wilson Tadeu Lopes da Silva

### Expediente

#### Publicação do Jornal da Cidade de Bauru

**Diretor Administrativo e Marketing:**  
Renato Delicato Zaiden

**Diretor Industrial e de Tecnologia**  
Marco Antonio C. Oliveira

**Gerente de Produtos Editoriais**  
João Jabbour

**Jornalista Responsável:**  
Giselle Hilário

**Editora Executiva:**  
Márcia Duran

**Gerente Industrial:**  
Célio Marcos

**Gerente Comercial/Marketing:**  
João Carlos do Amaral

**Gerente de tec. da Informação:**  
Evandro Ferreira Campanha

**Coodernador do JC na Escola:**  
Sérgio Purini

### Parceiros

**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**  
**Diretor:**  
Gilberto Câmara

**Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza**  
**Diretora Superintendente:**  
Laura Laganá

**Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho de Cabrália Paulista**  
**Diretor:**  
Lourenço Magnoni Júnior

**Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais de Cabrália Paulista**  
**Pesquisadores:**  
Eymar Silva Sampaio Lopes  
Lourenço Magnoni Júnior  
Evandro Antonio Cavarsan  
Wellington dos Santos Figueiredo  
Guido Branco Júnior

**Coordenadoria Regional da Defesa Civil REDEC 1/7**  
Mj. PM Rogério Gago  
Evandro Antonio Cavarsan

**Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru**  
**Diretor:**  
Elian Alabi Lucci

**Faculdades Logatti**  
**Diretor:**  
Walter Logatti Filho

**Revisão:**  
José Misael Ferreira do Vale (UNESP Bauru)  
Dilson César Devides (Fatec Bauru)  
Wellington dos Santos Figueiredo (Etec Cabrália Paulista)  
Maria Heloísa Helena Dias da Silva (Etec Cabrália Paulista)  
Michele Mittelstedt Devides (Etec Cabrália Paulista)

**Ilustração:**  
Tabita Teixeira

### Dados para Catalogação

Purini, Sérgio Roberto de Moura  
Programa educacional Jc na escola: promovendo a leitura:  
JC na Escola - Ciência; organizado por Sérgio Roberto Purini e outros  
Bauru; JC; São Paulo: FEBAB, 2011. p.il.

ISBN 978-85-98621-49-4



## A contribuição da Ciência e Tecnologia na resolução de problemas ambientais

*"Lamento haver deixado sem resolver tantos problemas. Sempre me vejo obrigado a apresentar a mesma desculpa, mas o mundo é realmente desconcertante, e eu não posso remediá-lo."*

Bertrand Russell



Sem o conhecimento científico e a contribuição decisiva da técnica será difícil avançar na previsão e encaminhamento racional dos problemas ambientais. A prática científica se orienta no sentido de explicar e compreender o funcionamento da realidade natural. A prática tecnológica, por sua vez, procura produzir instrumentos que permitam, como meios, colaborar com a ciência no encaminhamento de questões relacionadas ao conhecimento da realidade natural e oferecer possíveis soluções para muitos problemas e acontecimentos reais a que estamos sujeitos, como peregrinos, neste planeta azul.

A explicação é sempre caudatária de uma teoria adotada pelo pesquisador ou de um conjunto de princípios compartilhado pelo cientista para dar sentido à coleta de dados. É nosso pensamento, com base nos estudos de Daniel W. Griffiths, que sem determinado esquema teórico fica difícil ordenar e dar sentido aos fatos complexos da realidade natural. Sem, por exemplo, a teoria da evolução muitos fenômenos biológicos ficariam sem explicação plausível. Em termos lógicos a explicação funciona à base de implicação (Se p, então q). Em termos científicos se p for verdadeiro, q será verdadeiro. Em termos práticos diríamos que a leitura analítica da realidade pela ciência permite-nos dizer, após profundas pesquisas: Se isto, então aquilo. Se o oceano se afasta da praia após abalo sísmico, então, provavelmente, o mar retornar sob a forma de grande onda. Quando se atinge tal grau de evidência, a previsão dos fenômenos naturais torna-se uma possibilidade efetiva e o controle da situação uma decorrência necessária para evitar desastre maior através de medidas acatadoras.

Acontece, porém, que na práxis científica a maioria dos casos e fatos científicos não se revela, facilmente durante a

investigação de modo a apresentar ao pesquisador a relação direta entre um antecedente (p) e um conseqüente (q) como, por exemplo, no caso da assertiva Se não bebermos água por muito tempo, então correremos o risco de desidratação e morte. Seria interessante observar que a expressão "por muito tempo" exigiria estudos analíticos para nos indicar a partir de que momento e, em que condições a pessoa correria o risco de desidratação e morte. A pesquisa científica aqui seria essencial para fornecer indicadores confiáveis. E já os temos mercê de pesquisa médica. Assim, em muitos casos, devido à complexidade da realidade natural, será necessário recorrer analiticamente às observações ou experimentos p1, p2, p3, p4... pn verdadeiros para concluir pela verdade de Q. Sabemos, também, que a implicação, sob a perspectiva lógica, desde tempos remotos da antiguidade clássica, seguia uma regra básica: "uma implicação é válida sempre que não tenha antecedente verdadeiro e conseqüente falso".

Cumpra observar, entretanto, que a implicação estudada pela perspectiva dos lógicos e matemáticos não se coaduna com o senso comum e as afirmações das ciências empíricas. Eis o ponto fundamental deste texto. As ciências empíricas, do fato ou dos fenômenos naturais diferem das ciências da razão (lógica e matemática) segundo entendimento de Leibnitz, citado por Garcia Morente, em Lecciones preliminares de filosofia (pág. 199). As "ciências da razão" são produtos das ideias do espírito e as "ciências do fato" são produtos do espírito sobre a realidade natural. As primeiras têm como fundamento as "vérités de raison", verdades necessárias, e as segundas as "vérités de fait", verdades contingentes. Essa célebre distinção nos conduz a outra, entre dedução e indução, muito discutida pela Filosofia da Ciência, e, em especial, pelo filósofo alemão em Nouveaux Essais sur L'entendement Humain. (Novos Ensaio sobre o Entendimento Humano).

No caso específico das ciências empíricas e das tecnologias, a observação direcionada para a realidade factual pode oferecer inúmeras análises que permitirão o conhecimento da realidade estudada mediante a formulação de leis, princípios e novas teorias, estas entendidas como sínteses compreensivas (e, até certo ponto, provisórias) sobre o objeto ou a realidade analisada. São provisórias porque o conhecimento científico da natureza tem fundamento em "verdades de fato", contingentes, que evoluem historicamente com os estudos e as pesquisas de muitas pessoas interessadas em desvendar

o caminho da natureza e o funcionamento de sua complexa estrutura.

A ciência e a tecnologia são, numa visão dialética, concretos pensados, isto é, "sínteses de múltiplas determinações", resultado de análises e sínteses. Os fenômenos climáticos, as correntes marinhas, o aquecimento global do planeta terra, as erosões, os cataclismos em geral não se explicam cientificamente por uma única razão.

Na maioria dos casos um fenômeno é convenientemente explicado mediante o relacionamento de várias, profundas e complexas análises. A ciência é sempre uma prática que articula, isto é, relaciona muitas análises como meio de dar conta da complexidade efetiva dos fenômenos naturais.

No caso específico dos problemas ambientais através do relacionamento de muitas análises podemos chegar a uma síntese compreensiva que esclareça, em parte ou no todo, o funcionamento da natureza e evidencie, ao pensamento, a magnitude da questão abordada pelo cientista. Mas, a ciência, que gera o conhecimento, necessita da técnica para chegar a transformar as condições adversas que os humanos encontram na relação com o meio ambiente. Através da tecnologia, que é a técnica aplicada aos problemas materiais e humanos, a cultura civilizada consegue enfrentar os desafios postos pela realidade complexa, natural e humana.

Com razão se diz que a ciência tem a idade da técnica, pois mediante a construção de instrumentos é possível, também, a exploração e o conhecimento dos fenômenos naturais. A luneta de Galileu ampliou a visão do mundo e o telescópio Hubble desvendou os confins do universo possível presentemente. A lente garantiu a pesquisa da realidade micro com Pasteur e o microscópio eletrônico revelou-nos a estrutura da matéria. A lente recobra a visão da pessoa com necessidades especiais: a física se une à medicina para tornar a vida humana mais suportável. A nanotecnologia e a física das partículas abriram novas perspectivas à investigação científica avançada e ao uso de instrumentos minúsculos. O aperfeiçoamento gigantesco dos computadores articulados aos satélites levounos à possibilidade de previsões sobre o clima do planeta e ao monitoramento da vida na terra. Os satélites artificiais permitiram evidenciar o grau de agressão que os humanos causam à natureza do planeta Terra. Sem tecnologia não teríamos chegado à lua e jamais conseguiríamos corrigir os problemas da visão humana. Sem os instrumentos radiológicos atuais os diagnósticos médicos correriam riscos

de erros fatais. Em suma, com a ajuda da ciência e dos instrumentos tecnológicos o ser humano perscruta o céu, a terra, o mar e a si mesmo com possibilidade de desvendar muito dos "mistérios" deste mundo. O monitoramento dos mares por meio de satélites e sondas permitiu a medição da temperatura das águas marítimas, e com essa informação científica foi capaz de detectar o rumo das correntes marítimas e os reflexos sobre as condições climáticas globais. E a perspectiva futura aponta para o refinamento dos instrumentos e o avanço do conhecimento científico, cada vez mais profundo, da natureza dos fenômenos permitindo a compreensão racional do universo. A prática científica se revela, afinal, como possibilidade de compreensão racional dos fenômenos naturais.

A ciência gera conhecimento. A tecnologia gera poder. Em suma, o conhecimento científico aliado à tecnologia, quando na mão de poucos, gera poder efetivo aos seus detentores. De igual modo, nunca foi salutar que apenas uma nação tivesse o domínio de conhecimentos e o poder da técnica. Quando disseminado pela Educação o conhecimento científico leva o povo à compreensão dos fenômenos naturais livrando-o de credices e superstições. Caso exemplar, de como a falta de conhecimento científico gera credice, seria o caso do fenômeno natural denominado eclipse considerado, por vários povos primitivos, como presságio de desgraças e castigos. A esse respeito, o relato de Mário A. Manacorda sobre os papuas da Nova Guiné durante a 2.ª Guerra Mundial é, sem dúvida, significativo. Os papuas ficaram admirados quando os norte-americanos chegaram com os aviões militares reluzentes. Quando estes se retiraram, os papuas construíram, a sua maneira, aviões de madeira no alto do morro na tentativa de chamar os companheiros alados de metal que se foram pelos ares. Esta é a "visão mágica" da realidade que a ciência pôs por terra por meio do conhecimento ou saber científico.

Mas, a realidade natural é complexa ao extremo e a ciência relativamente limitada para dar conta de todos os fenômenos que se apresentam à investigação humana. Não há como não ficar atônito diante de nossa relativa ignorância diante do mundo e dos enigmas que se apresentam atrás de fenômenos naturais com os quais nos deparamos. Somente através da ciência será possível diminuir a ignorância sobre o mundo natural. Somente através da técnica será possível enfrentar muitos dos problemas que se apresentam à sociedade humana.

A ciência foi o modo que a humanidade, ao longo de séculos, descobriu para conseguir acumular, gradativamente, um número significativo de informações racionalmente estruturadas e provisoriamente admitidas como meio de decifrar ou pelo menos compreender como se estrutura e funciona a natureza, nos planos micro e macro. Conhecimento relativo com certo grau de incerteza, mas o único meio humano de tentar descrever, explicar e prever e, até certo ponto, diminuir os efeitos de muitos fenômenos naturais que, a rigor, não dependem da vontade humana. Um raio não avisará onde cairá, mesmo com a existência de pára-raios.

Os desastres naturais, como movimentação das placas tectônicas, erupções vulcânicas, tsunamis, terremotos, deslizamentos de terras, enchentes, movimentação das correntes marítimas, erosões, incêndios, descargas elétricas, temporais, furacões, tornados etc., são exemplos de fenômenos naturais reais que atingem o ser humano, desde sempre, com resultados a lamentar e sobre os quais temos pouco controle e relativo poder de previsão. Não bastasse a gama variada de fenômenos naturais que acontecem no planeta há, ainda, a questão do aparecimento do ser humano sobre o planeta terra que, sem dúvida, significou o início da mutação da primitiva paisagem natural em paisagem social, isto é, em paisagem modificada pelo poder de transformação do meio ambiente pelo ser humano para dar conta de suas necessidades básicas tais como vestir para enfrentar as intempéries, procurar alimentos, construir moradias e sobreviver num mundo hostil. Como ser dotado de inteligência e vontade, pleno de necessidades e carecimentos, a pessoa humana sempre se pôs à busca renovada de alimento, vestimenta, moradia e meios de defesa para se manter vivo.

Com o processo crescente das necessidades humanas e o domínio gradativo das forças naturais pela ciência e tecnologia, as sociedades humanas se desenvolveram social, econômica e culturalmente, e, em consequência, surgiram modos de vida e de produção cada vez mais complexos. Hoje, o modo de produção capitalista em que vivemos constitui imenso ambiente de produção de mercadorias, circulação de produtos, compra e venda de bens materiais, a par da acumulação de riquezas decorrente do comércio, agricultura, mineração e industrialização. Os serviços sociais e culturais ligados ao terceiro setor se agigantaram para dar conta dos complexos problemas gerados pelo processo de urbanização em todo o mundo.

O crescimento desmedido das cidades com necessidades específicas de abastecimento de água, alimento, energia, saneamento básico, saúde, educação, calçamento e transporte tem gerado inúmeros problemas correlatos bem conhecidos como desmatamentos ilegais, acúmulo de lixo e resíduos sólidos, poluição do ar, dos rios e das

nascentes com reflexos diretos na qualidade de vida das pessoas. A zona rural geradora de alimentos com agricultura intensiva e pecuária em espantoso desenvolvimento tem pressionado os biomas com desmatamento desregrado e uso desmedido de água, com resultados danosos ao meio ambiente. Com a complexidade da vida social, sempre crescente, a exigência por mais e mais alimentos e mercadorias gerou a civilização consumista, rica em produtos, mas produtora de gases perigosos e metais pesados que poluem a atmosfera e o solo terrestres com danos à qualidade de vida de milhões de pessoas.

Hoje com uma população de quase sete bilhões de seres humanos a ocupar o planeta, a terra, vista por Gagarin como planeta azul, corre o risco de sucumbir e se tornar cinzenta e imprópria para a existência humana. E a perspectiva não parece ser a melhor porque a raça humana é prolífica, isto é, a reprodução pelo nascimento constante de novos indivíduos humanos e o aumento médio da existência humana tendem a pressionar o nível de sustentabilidade do planeta pela ampliação do processo de exploração e degradação do meio ambiente em decorrência da má distribuição das riquezas e aumento da pobreza. Assunto sério que exige a conscientização de todos em relação aos limites de exploração e uso dos recursos do meio ambiente para sustentar a relação dialética entre o ser humano e a natureza. Não se trata, entretanto, de aterrorizar as novas gerações sobre um possível caos ambiental, mas, desde cedo, influenciar pelo exemplo e pela ação efetiva no sentido do respeito pela natureza que nos propicia a existência através do uso do solo, da água, do ar e da energia em suas diferentes modalidades. É neste ponto da trajetória humana no cosmo que a filosofia, a arte, a literatura, a história, a geografia, a física, a química, a matemática, a biologia, a meteorologia, as ciências da terra, a educação, a engenharia, a agronomia, a informática etc. como manifestações de racionalidade científica e tecnológica, podem prestar relevantes serviços à manutenção sustentável do planeta garantindo a qualidade de vida para todos. A Educação, como processo de conscientização e promoção do ser humano será o meio fundamental para criar uma nova mentalidade voltada para a conservação, recuperação e proteção do meio ambiente em todo o planeta.

Acreditamos que não haverá como reverter processos naturais inscritos na evolução do universo a partir do início identificado como a grande explosão inicial da energia concentrada. Mas, será necessário defender, tanto quanto possível, o mundo dos desastres naturais e daqueles gerados pela incúria e ambição humanas. Será preciso desde cedo, desde a educação infantil, criar a cultura do plantio, aos milhões, de essências florestais. "A floresta faz chover", diz o ribeirinho amazonense. Manter a floresta em pé é

condição sine qua non para manter o Brasil e o mundo em condições climáticas favoráveis à vida humana. Será preciso criar o hábito de preservar e recuperar, a todo custo, os mananciais. Será preciso despoluir os cursos de água e investir urgentemente em saneamento básico. Será preciso evitar o desmatamento do bioma cerrado para a produção de carvão. Será preciso estabelecer linha demarcatória para fazer frente ao agronegócio que pressiona o bioma amazônico. Será preciso evitar a poluição das praias e oceanos. Será preciso investir na reciclagem metódica dos materiais sólidos. Será preciso reduzir a emissão de carbono na atmosfera. Será preciso melhorar os motores automotivos e os combustíveis. Será preciso investir na produção de energia limpa e renovável. Será preciso praticar a agricultura de baixo carbono. Será preciso defender as florestas e recuperar as matas derrubadas. Será preciso pensar num mundo verde, rico em água potável e em terras ricas em nutrientes para usufruto de todos. Será preciso recuperar as pastagens degradadas...tornando-as produtivas. Mas, para isso acontecer será preciso uma Educação Escolar de qualidade baseada no conhecimento científico e na ação técnica acrescida de vontade política para investir numa educação que além da conscientização e cidadania tenha como escopo a promoção do ser humano em todos os aspectos de sua formação. E a sociedade humana terá que encontrar meios de repartir riquezas, oferecer ocupação condigna para o ser humano e oportunidade para o desenvolvimento de "todos os sentidos humanos".

Hoje com o avanço científico e tecnológico será possível monitorar o céu, a terra e o mar para reduzir os impactos da natureza sobre a vida em sociedade. O Brasil, através do Governo Federal, criou o Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) de onde os cientistas poderão, com 12 horas de antecedência, alertar as cidades de regiões que poderão ser assoladas por inundações terríveis como as ocorridas recentemente no nordeste brasileiro e no sul do país. O CEMADEN terá, também, a possibilidade, através de instrumentos científicos de última geração, de alertar e prevenir as populações, com 2 a 6 horas de antecedência, para a ocorrência de deslizamentos de morros e encostas como dos fatos acontecidos, em 2010, no Estado do Rio de Janeiro.

Na Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho, de Cabrália Paulista, unidade educacional subordinada ao Centro Paula Souza de São Paulo, foi instalado o CIADEN (Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais) com a função precípua de alertar, em tempo real, os municípios da região de Bauru (SP) sobre eventos meteorológicos graves que venham afetar áreas com alguma vulnerabilidade ambiental. O projeto de cooperação técnico-científica tem como centro coordenador o Instituto Nacional de Pesquisas

Espaciais (INPE), ligado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto preocupado fundamentalmente com a séria questão das mudanças climáticas, desastres naturais e prevenção de riscos.

O CIADEN conta com o apoio da Prefeitura Municipal de Cabrália Paulista, através da Defesa Civil, e tem a participação conjunta da Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB) – Seção Bauru. Instalado em prédio próprio na área interna da Escola Técnica Estadual, o CIADEN além da função de alerta às populações e aos produtores rurais sobre desastres naturais (chuva de granizo, vendavais e outros acontecimentos) terá sob sua responsabilidade a tarefa de fomentar as pesquisas científicas sobre mudanças climáticas, principalmente aquelas ligadas ao fenômeno de aquecimento global e monitoramento climático regional. Como espaço público, o CIADEN terá como escopo a prestação de serviços à comunidade, o desenvolvimento de pesquisa sobre o clima, disseminação do conhecimento científico e informação, em tempo real, dos eventos meteorológicos extremos com poder efetivo de destruição e morte. Por último, o CIADEN da Etec Astor de Mattos Carvalho procurará desenvolver, implantar e acompanhar os aplicativos geográficos para uso em sistemas de coleta, análise e disseminação de informações geográficas.

## Notas

1- Professor aposentado da UNESP (Unidades Universitárias de Marília e Bauru); Ex-Diretor da Faculdade de Ciências (FC), Campus de Bauru (SP); Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru.  
E-mail: jmisael@terra.com.br

## Referências

- ABBAGNANO, Nicola. *Dicionário de Filosofia*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- GRIFFITHS, Daniel E. *Teoria da administração escolar*. São Paulo: Nacional e Edusp, 1971.
- MANACORDA, Mario A. Depoimento. In: *Revista da Associação Nacional de Educação – ANDE*. Ano 5, n.º 10, 1986, p.59-64.
- HUISMAN, Denis e VERGEZ, André. *Curso Moderno de Filosofia* (Introdução à Filosofia das Ciências). São Paulo: Freitas Bastos, 1967.
- MARX, K. F. e ENGELS, F. *A ideologia alemã*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1965.
- LEIBNIZ, Gottfried W. *Nouveaux essais sur l'entendement humain*. Paris: Garnier-Flammarion, 1966.
- MORENTE, Manuel García. *Lecciones preliminares de filosofía*. Buenos Aires: Editorial Losada, 1962.
- RUSSELL, Bertrand. *Nosso conhecimento do mundo exterior*. Brasil: Nacional, 1966.

## Educação e conscientização socioambiental



A tarefa cotidiana dos educadores é formar pessoas, uma atividade que transforma os profissionais da educação em corresponsáveis pelo presente e pelo futuro daqueles aos quais ensinam. A ação formadora que cada professor realiza em pequena sala de aula ajuda a preparar o “aqui e agora” e também o “dever” de cada educando e do segmento social a que ele está vinculado. O resultado do trabalho, adequado ou insuficiente, que um professor obtém com uma turma de alunos em uma escola da grande rede brasileira de instituições educativas, surtirá efeitos durante a existência dos formandos e refletirá objetiva e subjetivamente, no entorno social de todos eles.

O jeito de cada professor exercer seu “ofício” e a maneira de cada instituição escolar organizar e aplicar seu projeto de ensino e aprendizagem irá determinar, para bem ou para o mal, o processo de inserção social de cada geração egressa de determinado sistema escolar. Mesmo nas sociedades contemporâneas com seu aparato técnico-científico e informacional ímpar, a escola é ainda o principal instrumento para a formação dos valores e de referências sociais, sendo a sala de aula um espaço estratégico para cultivar consciências com a intenção de que tenham autonomia crítica, para que tenham cidadania com cultura democrático-participativa.

Nos dias atuais, cresce o número de pessoas que se preocupam com a preservação dos espaços vitais e advogam a necessidade imediata de disseminar nova visão coletiva da relação Homem-Ambiente. No entanto, não há meios de mudar mentalidades e atitudes, se não houver políticas e ações de mobilização efetiva dos sistemas nacionais de educação e do grande contingente de docentes que eles empregam. As instituições de ensino e os veículos de comunicação reúnem condições físicas e simbólicas para moldarem gradativamente uma nova percepção coletiva

sobre os desafios ambientais, que aos poucos estão desestabilizando o modo de vida contemporâneo baseado no consumo em escala planetária.

Como vivemos inseridos em um modelo de “progresso”, que veio sendo moldado pelas sociedades urbano-industriais a partir da Primeira Revolução Industrial inglesa, o nosso modo de vida que depende da extração constante e crescente de inúmeros recursos naturais, para poder sustentar as desmedidas necessidades individuais e coletivas, de produção de bens e de energia. O modelo predatório de exploração do planeta, que tem sido praticado nos últimos dois séculos, já demonstra sinais preocupantes de exaustão. É preciso redefinir os modelos atuais de “desenvolvimento” e convencer todos os seres humanos, de que também são animais dependentes de um espaço geográfico vital, de um habitat adequado, de um ecossistema preservado, para que possam seguir produzindo a própria existência de forma sustentável.

A questão da Educação Ambiental se resume num impasse: “o modo de produção capitalista” gera “relações de produção” voltadas para o “lucro”, “a mais-valia”, “o excedente”, núcleo da exploração entre a classe dominante e a classe dominada. Nesse sentido, a Educação Ambiental tem limites ditados pelo capital. É nesse ambiente de “guerra de posições” que a educação ambiental procura ganhar “os corações e as mentes” das novas gerações apostando na Educação Escolar e não-escolar como meio de conscientização dos dominados diante das pressões sobre o ambiente.

Urge reverter os enormes danos ambientais presentes e resolver as disparidades sociais da vida contemporânea. Para mudar o mundo é necessário transformar culturalmente bilhões de pessoas, é preciso multiplicar ações sistemáticas para incutir novos valores individuais e coletivos. Para as novas gerações, a formação de uma sólida consciência socioambiental depende do convencimento familiar, da mobilização do grupo social no qual elas estão inseridas. Também depende do desenvolvimento de um projeto político-pedagógico que contemple o desafio socioambiental e que permita engajar professores das redes públicas de ensino em uma perspectiva de formação integral de seus alunos. Importante também para a mobilização coletiva, o uso educativo de meios de comunicação, como televisão e a internet, difundem imagens de biomas ameaçados ou destruídos e podem mostrar os efeitos da degradação ambiental sobre a vida humana e de todos os demais seres.

Pensar a educação a partir desse contexto, em especial a Educação Ambiental

voltada à construção de uma consciência socioambiental não utilitarista e transformadora dos indivíduos, implica no aprofundamento dos estudos destinados à identificação das causas e dos efeitos das mudanças que vêm ocorrendo no ambiente. É tarefa que exige desvendar e criar novos conhecimentos e recursos técnico-científicos para enfrentar os desafios e resolver os problemas ambientais que afligem cada vez mais todas as camadas sociais. Afinal, as alterações climáticas não decorrem somente de processos naturais. O “progresso” trazido pela vida moderna está entre as causas do agravamento dos desastres naturais e da degradação ambiental, em muitas regiões do planeta. É preciso agir rápido e coletivamente, para mitigar os efeitos devastadores que resultam dos desequilíbrios das forças naturais.

Acreditamos que, diante dos problemas e contradições vividas no mundo contemporâneo, não é prudente trabalhar com educação e, principalmente com educação ambiental, sem que haja conhecimento consistente de suas concepções teóricas e filosóficas, de seus objetivos, das finalidades e valores. O educador deve estar bem preparado para poder assumir o seu compromisso com a transformação social e com a preservação dos ambientes naturais, mesmo que eles tenham que continuar a servir as necessidades humanas. Só há sentido em falar da preservação e recuperação da Natureza se houver também preocupação com os destinos da Humanidade. O conhecimento avançado sobre a diversidade ambiental que há no território brasileiro, é essencial para subsidiar o desenvolvimento de concepções e métodos de educação socioambientais, que apresentem capacidade de formar cidadãos críticos, conscientes e preparados para lutar pelos interesses da sociedade civil e para questionar e rechaçar a lógica mercantilista global própria do capitalismo atual. Segundo SANTOS (1996),

*“A história das chamadas relações entre sociedade e natureza é, em todos os lugares habitados, a da substituição de um meio natural, dado a uma determinada sociedade, por um meio artificializado, isto é, sucessivamente instrumentalizado por essa mesma sociedade. Em cada fração da superfície da terra, o caminho que vai de uma situação a outra se dá de maneira particular; e a parte do “natural” e do “artificial” também varia, assim como mudam as modalidades de seu arranjo” (p. 186).*

É também SANTOS (1996) que demonstra que a história do meio geográfico pode ser grosseiramente dividida em três etapas: o meio natural, o meio técnico (período de emergência do espaço mecanizado) e o meio

técnico-científico-informacional. A última categoria apontada pelo autor já caracteriza o meio geográfico da globalização capitalista, que se distingue dos períodos anteriores em virtude da crescente interação entre a ciência e a técnica.

SANTOS (1996) ressalta que a união entre a ciência e a técnica deu-se sob a égide do mercado. Foi graças exatamente ao desenvolvimento extraordinário da ciência, da criatividade e da inovação técnica, que o mercado pôde se organizar em âmbito global, a partir dos anos 1950. Desta forma, a idéia de ciência, de tecnologia e de mercado global deve ser analisada conjuntamente. São conceitos, que devidamente entendidos poderão oferecer uma nova interpretação à questão ecológica e climática, que hoje aflige alguns segmentos mais esclarecidos e críticos, em diversas sociedades contemporâneas. Afinal, as mudanças que ocorrem na natureza também se subordinam à lógica do mercado. Para as doutrinas liberais, o mercado é o motor do progresso. Por tal razão, ele deve pairar acima de todas as coisas. Os domínios mercantis subordinam os interesses da maioria dos seres humanos, com sua lógica de acumulação e de consumo massivo.

No mundo contemporâneo, a cultura pós-industrial e a globalização financeira apropriam-se cada vez mais do meio técnico-científico-informacional para criar um “tecnocosmo” para servir apenas aos interesses estratégicos de conglomerados econômicos. As investidas “desenvolvimentistas” vão reduzindo sistematicamente os diversos, frágeis e raros ecossistemas em todas as regiões do planeta.

No caso do Brasil, a derrubada do Cerrado e da Floresta Amazônica destrói a biodiversidade de enormes áreas, para transformá-las em meras produtoras de commodities. A veloz devastação de tais biomas alimenta a expansão do imenso complexo produtivo sucro-alcooleiro, planta pastos exóticos para produzir carne bovina, para cultivar soja e outros grãos alimentícios, que compõem as principais mercadorias do agronegócio exportador globalizado. É uma imensa teia capitalista que se alimenta de matérias-primas abundantes, com baixo valor agregado e que são produzidas à custa de países com enormes contingentes de pessoas pobres, como há no Brasil, nos demais países da América Latina, na África e em grande parte da Ásia.

MARX (1985) é enfático ao dizer:

*“A mercadoria é, antes de tudo, um objeto externo, uma coisa, a qual pelas suas propriedades satisfaz necessidades humanas de qualquer espécie. A natureza dessas necessidades, se elas se originam do estômago*

ou da fantasia, não altera nada na coisa. Aqui também não se trata de como a coisa satisfaz a necessidade humana, se imediatamente, como meio de subsistência, isto é, objeto de consumo, ou se indiretamente, como meio de produção” (1985, p. 45).

Não importa que a mercadoria existente no tempo de Marx possa ter sido diferente da mercadoria do mundo contemporâneo. A diversidade e a qualidade das mercadorias de hoje não têm comparação com os produtos do início da era da industrialização. Mas, tanto agora, como outrora, a mercadoria se define como um objeto ou coisa que atende às necessidades humanas e é portadora de um valor de uso e de um valor de troca. São esses atributos que Marx identifica na mercadoria em geral que se produz no interior da formação econômico-social chamada capitalismo, independentemente da época considerada.

No século XXI, os interesses econômicos e geopolíticos globais conduzidos pelos países ricos e pelas suas empresas transnacionais articulam o domínio das áreas abundantes em recursos naturais (minerai e biodiversos), em reservas de água doce, que se concentram mais nas regiões pobres do planeta.

Para MOREIRA (1996), a terceira revolução industrial, científica e tecnológica, concebida após a segunda Guerra Mundial, está desencadeando, a partir do crescente domínio da biodiversidade do planeta Terra, a revolução biotecnológica. Aos poucos vemos nascer um “novo” conceito de recurso natural e de matéria-prima e, portanto, um “novo” conceito de natureza, agora ligado ao mundo vivo, orgânico das plantas e animais, que substitui o conceito mineral, vindo dos recursos do subsolo. A biodiversidade passa a ser o recurso a ser pesquisado e explorado pela biotecnologia e a engenharia genética, recurso de feição genética e, portanto, sem fronteiras territoriais fixadas, com “exploração” realizada em laboratórios - não por acaso - dos países ricos.

Na concepção de mundo que acreditamos ser a mais sustentável, a natureza passaria a ser vista como um processo dinâmico e complexo capaz de garantir a permanência do Homem e dos demais seres vivos sobre a superfície terrestre, e a água potável seria reconhecida como recurso natural que deve ser preservado e disponibilizado igualmente para todos os homens do presente e do futuro.

Em um contexto em que a Natureza torna-se o objeto de disputa estratégica do grande capital nacional e internacional, a resistência social e política dos brasileiros contra a destruição da biodiversidade nacional dependerá muitíssimo de educação ambiental em larga escala tanto na escola como na mídia crítica que expõe os crimes ambientais. A sustentação de uma concepção crítica de natureza que sirva aos interesses do Brasil e de todos os brasileiros deverá, portanto, passar pela escola e terá que ser articulada e



desenvolvida no âmbito de uma educação interdisciplinar capaz de construir consciências críticas e transformadoras, que respeitem o meio ambiente, a dignidade e a alteridade humana.

É a fala de um índio que nos alerta para a importância do contato com a realidade natural, um elemento fundamental para o processo de conscientização socioambiental.

“... O rio que é importante para o meu povo é o mesmo rio que vai dar água para seu filho e para o seu neto. A floresta que abriga e que dá alimento para as nossas tribos é a mesma floresta que vai dar oxigênio e que vai dar alimento para seu filho e para seu neto. Você não pode fingir que é um tatu e deixar essa coisa toda ser depredada, ser destruída, pensando que seu filho e seu neto vão resolver os problemas comprando tudo no supermercado.

Quem abastece o supermercado é a floresta, são os campos, é o sertão e são as roças. Eu não conheço aqui na cidade nenhum lugar que dê comida. O supermercado só vende comida, ele não faz comida. Essa criança que está crescendo na cidade, nascendo e crescendo e morando em apartamentos, corre o risco de viver até dez, doze anos sem pisar no chão, sem entrar num rio, sem correr no mato... Esses meninos vão acabar, quando ficarem grandes, reproduzindo o ambiente deles no resto do Brasil. Se um menino que nasceu e cresceu num prédio aqui de São Paulo for para Rondônia, ele vai chegar lá e vai botar cimento no chão, vai botar cimento no céu, porque o ambiente dele é o cimento. Ele vai produzir calçadas na Amazônia inteira. Como é que ele vai tolerar chegar no Mato Grosso e ver aquele cerrado? Ele não agüenta, ele mete o trator naquilo tudo. Se possível, ele passa asfalto. Se não for possível, ele planta soja ou ele bota boi. Mas ele não vai deixar mato ali. Porque mato dá pânico nele. Ele não nasceu no mato. Ele cresceu no cimento. Então, esse problema é muito grave.

Nós temos ouvido, nos últimos anos, as pessoas falarem de ecologia e de natureza. Não adianta nada falar de ecologia e de natureza para uma pessoa que nasce e cresce em cima do cimento, cercado de vidro e de cimento. Ecologia para ele, no máximo, vai ser um vasinho de planta, mas nunca vai ser uma cachoeira, nunca vai ser um rio, nunca vai ser o mato. Por quê? Porque não dá. Não é possível para ele, organizar a vida no mato”. (KRENAK, 1991, p. 23).

As palavras de Aílton KRENAK, legítimo representante de uma das culturas mais antigas da América, que labuta para se manter viva em uma era de extremo assédio aos recursos naturais pelo capital, demonstram que a consciência ambiental exige acima de tudo a transposição das fronteiras do mundo artificial, do tecnocosmos consumista e individualista. A frieza, a dureza, a cor acinzentada do cimentado das cidades têm moldado as relações desumanizadas do homem contemporâneo, cada dia mais encarcerado no insalubre ambiente urbano.

A ampliação do pensamento do “índio”- cidadão Aílton KRENAK (1991) nos adverte para as relações cotidianas expressas na degradação ambiental. Também cobra a posição de educadores e educadoras, diante da necessidade de reflexão sistemática e contínua sobre o ambiente e das atitudes que vêm sendo disseminadas e incentivadas a partir da necessidade da prática da Educação Ambiental, num país sem consciência em relação à preservação de seus recursos naturais e humanos.

A reflexão sobre a Educação Ambiental nos leva à questão mais ampla da Educação do brasileiro ao envolver valores, objetivos que a sociedade propõe para o processo educativo. E, ao se definirem os valores e objetivos para a Educação, definimos prioridades, decidimos, enfim, o que é válido e o que não é válido em termos de formação do ser

humano.

Ao definir os objetivos da Educação, SAVIANI (1996) o faz a partir da relação Educação-Sociedade, apresentando como questão central do processo educativo a teleologia, ou seja, a finalidade da Educação. Ele pergunta: “que sentido terá a Educação se não estiver voltada à promoção do homem?” (1996, p. 35).

Nesse sentido, a partir da visão Histórico-Crítica de Educação, avalia o quanto a Educação esteve sempre preocupada em formar determinado tipo de homem, tipo este que varia de acordo com as diferentes exigências das diferentes épocas e contextos.

Segundo SAVIANI (1996), o homem apresenta-se como um ser que existe num meio definido pelas coordenadas de espaço e tempo. A vida humana só pode se sustentar e se desenvolver a partir de um contexto natural; é daí que o homem tira os meios de sua sobrevivência.

Diferentemente dos outros animais, o ser humano, pelo trabalho, transforma a natureza criando a sua existência. Por isso, é levado a valorizar os elementos do meio ambiente: a água, a terra, a fauna, a flora etc. (no domínio da natureza) e as instituições, as ciências, as técnicas etc. (no domínio da cultura). Antes mesmo de se dar conta disso, o homem está exercendo uma atitude axiológica (valorativa) perante tudo o que o cerca.

Na verdade, valorizar é não ser indiferente, o que significa que o homem não é um ser passivo; é capaz de superar os condicionamentos da situação, é um ser autônomo e livre. E a consciência da necessidade abre ao homem um novo campo para a valoração. A Educação tem, então, a tarefa de tornar o homem cada vez mais capaz de conhecer os elementos de sua situação para intervir nela, transformando-a no sentido da ampliação da liberdade, da solidariedade, da comunicação e colaboração entre os homens.

Considerando que a Educação tem por objetivo a promoção do homem, são as necessidades humanas que irão determinar os objetivos da educação, essas necessidades devem ser consideradas “in concreto”, pois a ação educativa deverá ser desenvolvida num contexto existencial concreto do homem brasileiro.

Se a questão dos valores é considerada central na reflexão em relação à Educação é, então, a partir dos valores transmitidos e construídos em nossa realidade, no nosso contexto, implícitos na Educação escolar e não-escolar de nossas crianças, que poderemos organizar a ação educativa no sentido de transformar a Educação numa prática social voltada para a mudança da realidade sócio-econômica e cultural.

Só assim se resolverá o problema das crianças presas nos apartamentos ou nos barracos, cercadas nos condomínios ou nas favelas, vendo o mundo a partir do cimento e do ferro ou do lixo, do esgoto a céu aberto, do

papelão, da droga e da violência submissas às propagandas apelativas e homogeneizadoras, apesar das gritantes diferenças sócio-econômicas, sendo construídas na frieza, na dureza e na sede do consumo desenfreado ou negado.

Mas como pode o homem pobre e excluído utilizar os elementos da natureza, se ele não é capaz de intervir nela, discutir, engajar-se e assumir pessoalmente a responsabilidade de suas escolhas?

Alcançamos a era em que “a grande cópia de bens materiais produzidos não significa abundância, mas contribui para a criação da escassez, a época em que as possibilidades de liberação, ainda se traduzem numa alienação”. Milton SANTOS (1993), ao analisar a situação da humanidade frente aos avanços técnicos e científicos, relaciona a racionalidade capitalista à alienação e às consequências profundas para o desenvolvimento da consciência social e consequentemente ambiental.

Na educação escolar, Célestin FREINET (1977), atento às situações do cotidiano e à necessidade de impedir a perpetuação da práxis que não proporcionava nem a compreensão dos procedimentos nem o conhecimento da realidade nas quais deveriam ser aplicadas, tomou como básico na construção do conhecimento a “experiência tateante”. O objetivo de FREINET (1977) era partir das várias experiências reais dos alunos para vincular a educação escolar às questões sociais, científicas, políticas, culturais e econômicas. As técnicas desenvolvidas junto aos seus alunos tiveram por objetivo influenciar o comportamento das crianças, proporcionando-lhes o desenvolvimento da capacidade de iniciativa, de participação, de responsabilidade e de respeito: condições que permitem a conscientização.

A conscientização que implica, como salientou Paulo FREIRE (1993), o ultrapassar a esfera espontânea de apreensão da realidade, supõe a superação da falsa consciência que invade o conhecimento científico e o ensino. A investigação dos “temas geradores”, ou seja, da temática significativa para o povo, tem como objetivo fundamental a captação dos seus temas básicos, a partir de cujo conhecimento é possível a organização do conteúdo programático. A prática pedagógica que não permite a construção do conhecimento pelos sujeitos cognoscentes, ou seja, que não proporciona ou não se utiliza das condições necessárias para o ato de conhecer impede a capacidade crítica necessária à apropriação do conhecimento efetivo para a sociedade.

A participação como exercício de ter voz, de ingerir, de decidir em certos níveis de poder, de direito de cidadania, acha-se em relação direta, necessária com a prática educativa progressista (FREIRE, 1993). Ao propor a educação “como conscientização” para uma sociedade desacomodada à livre-expressão, à participação, FREIRE (1993) direciona o processo educativo aos sujeitos

participativos, fazedores de história, que lutam contra a alienação intencional da população explorada.

Paulo Freire, no início da sua reflexão em educação, influenciado pelo personalismo cristão, trata a educação como “prática da liberdade”. É a sua fase “idealista”. Somente a partir da Pedagogia do Oprimido, quando Paulo FREIRE percebe que a Educação é libertação, no sentido de consciência da opressão, meio de luta contra todos os fatores (ou causas, melhor dizendo) que impedem as pessoas e as classes populares de se realizarem na história e pela história em confronto com os dominadores.

“Consciência da necessidade” é a conceituação de liberdade feita (ou pensada) por Hegel que Marx adota para evidenciar que somente quando as camadas populares adquirirem “a consciência da necessidade” de se realizarem na história como classe dirigente, haverá, realmente, transformação e superação das desigualdades sociais.

Como escreve BRANDÃO (1986), “a educação que FREIRE vislumbra não é apenas politicamente utilitária. Há uma proposta politicamente mais humana, a de criar, com o poder do saber do homem libertado, um homem novo, livre também de dentro para fora” (p.86).

MARX (1967) percebe que “o modo como os homens se relacionam com a natureza depende do modo como os homens se relacionam entre si” (p. 441)

Por isso no sistema de produção capitalista, o homem, ao adaptar a natureza às suas necessidades e interesses, provoca graves problemas ambientais, pois a natureza, que é condição para a sua existência, é vista e convertida em recurso, em fonte de lucro. O “valor de troca” suplanta em importância o “valor de uso”. A partir da apropriação privada desses recursos, o homem cria objetos materiais e não materiais que permitem a dominação econômica, redundando em dominação cultural.

Então perguntamos: como conseguir harmonizar os objetivos capitalistas aos objetivos de preservação ambiental, quando têm princípios tão contraditórios?

A base do modo de produção capitalista está assentada nas relações de produção que envolvem relações de trabalho, forma de propriedade e relações de distribuição e troca e nas forças produtivas, que correspondem à força de trabalho, meios de produção e instrumentos de trabalho.

O capitalismo implantou na sociedade um modelo em que as relações de produção assumiram o domínio e o comando das relações produtivas e sociais, em que capital e trabalho foram separados, reproduzindo uma estrutura na qual um pequeno grupo (dominante) se apropria dos espaços; das riquezas e dos meios de produção, transformando à natureza e o homem em objetos de manipulação, de lucro e exploração.

A intenção do lucro evidencia que tais

relações quando levadas ao extremo resultam no processo de degradação ambiental que afeta indiscriminadamente a natureza e os homens, expondo as contradições e a irracionalidade do sistema. Independentemente da classe social, os homens sofrem as consequências da poluição da água, do ar e do solo, são afetados pela pobreza na situação de carência ou na situação de ameaça que os despossuídos representam aos opulentos de nossa sociedade. Assim sendo, não podemos nos esquecer de que no capitalismo a racionalidade do sistema gera a irracionalidade através da exclusão ou pobreza. Um sistema que cria riquezas fabulosas gera, contraditoriamente, o oposto, os excluídos, os miseráveis, os despossuídos.

MARX (1985) diz que para fazer história o ser humano precisa comer, beber, vestir, calçar, etc. Entretanto, quando o homem passa a consumir bens materiais mais do que o necessário, caracteriza-se o consumismo, que é o gastar em produtos supérfluos, aumentando a demanda por mais matéria-prima e a consequente pressão sobre o meio ambiente.

Daí, a necessidade de uma análise objetiva da formação econômico-social dominante. MARX e ENGELS (1987), no “Manifesto do Partido Comunista”, mostram que o capitalismo lançou a humanidade a novo patamar de desenvolvimento. Mas o desenvolvimento tem um preço, que hoje é alto. É preciso sempre que possível refletir sobre a “lógica do capitalismo”: a minoria segue e gosta; a maioria não tem como fugir às determinações objetivas do sistema que aposta no trabalho alienado, explorado pelo modo de produção capitalista.

DIAS (2002) afirma:

*“Poluímos o ar que respiramos, degradamos o solo que nos alimenta e contaminamos a água que bebemos. O ser humano parece não perceber que depende de uma base ecológica para a sustentação de sua vida e de seus descendentes. Vive como se fosse à última geração sobre a Terra”.* (2002, p. 10)

No entanto, a preocupação sobre a degradação ambiental não é recente. As obras “Primavera Silenciosa” (1962) e “O Mar a Nossa Volta”, foram a forma que a norte-americana Rachel Carson (1907-1964) encontrou para registrar e divulgar as cenas de destruição ambiental que registrara, denunciando o envenenamento do ambiente e dos alimentos, intensificado a partir dos anos 1950. Uma formação econômico-social baseada na geração da mercadoria e expropriação do trabalhador ataca a natureza de inúmeras formas, degradando-a em defesa do direito de propriedade privada, do lucro e consequentemente da livre iniciativa, mecanismo essencial para garantir a hegemonia do mercado, como entidade acima e sobre todas as coisas.

Como escreve SANTOS (1996), a globalização da economia capitalista unifica a

natureza: suas diversas frações são postas ao alcance dos mais diversos capitais, que as individualizam, hierarquizando-as segundo lógicas com escalas diversas. A Natureza é agora unificada pela História, em benefício de empresas transnacionais, Estados e classes hegemônicas. Mas não é mais a Natureza Amiga, e o Homem também não é mais seu amigo.

Em todo o mundo se multiplica uma mesma paisagem geográfica: a dos grandes complexos industriais e urbanos circundados por imensidões de áreas agropecuárias cada vez mais submetidas à mecanização e a automação.

A cultura técnico-científica do capitalismo reorganiza o mundo impondo-lhe a uniformidade do padrão repetitivo, assim a diversidade subordina-se por inteiro a um único padrão técnico de organização, homogeneizando as formações vegetais pelos cultivos especializados, envenenando as águas, erodindo os solos, assoreando os rios. A padronagem heterogênea dos grandes espaços naturais desaparece diante da homogeneidade imposta pelos padrões mecânicos em rápida propagação pelas mais diferenciadas áreas rurais do mundo (MOREIRA, 1993).

E essa crise se exprime ambientalmente pelo fato de a cultura técnico-científica planetarizada ter por traços básicos características que conflitam com as da natureza: a cultura técnico-científica é um padrão uniformizante e não auto-regenerativo, enquanto a natureza, que essa técnica transforma, é pelo contrário diversamente padronizada e auto-regenerativa.

Essa uniformização do mundo vem sendo promovida sob os signos do progresso técnico-científico-informacional e do desenvolvimento econômico.

Diante da amplidão da questão Ambiental, muitas preocupações nos envolvem em relação à Educação Ambiental:

Quais os objetivos da Educação Ambiental?

Como devemos defini-la?

Como libertá-la do papel de porta-voz das ideologias ambientalistas, ou do papel de disseminadora do discurso oficial?

O que e como ensinar na direção de uma Educação Ambiental libertadora?

A Educação Ambiental é plural e reflete as várias tendências políticas, éticas e culturais. Entre as matrizes político-pedagógicas que orientam essa vasta diversidade de atividades e leituras, LIMA (2002 p.125) considera a conservadora e a emancipatória.

A matriz conservadora se interessa pela manutenção da atual estrutura social, com todas as suas características e valores econômicos, políticos, éticos e culturais. A matriz emancipatória, ao contrário, define-se no compromisso de transformação da ordem social vigente, de renovação plural da sociedade e de sua relação com o meio ambiente.

LIMA (2002) diz que, “esse conjunto de características, presentes, mais ou menos



intensamente, nos conteúdos e práticas educacionais, ao reduzir a complexidade real do problema, reflete-se na forma como os indivíduos e grupos sociais passam a compreender os problemas socioambientais e a reagir a eles. Se definirmos a questão ambiental como um problema técnico que pode ser resolvido tecnologicamente ou como um problema natural que não diz respeito à sociedade, mas somente à biologia ou à economia, esvaziamos a representação de suas dimensões política, social, cultural e ética” (p. 127-128).

Segundo LIMA (2002), um entendimento reducionista da crise ambiental não favorece a tomada de iniciativas em defesa da qualidade de vida, da responsabilização dos verdadeiros agentes de degradação e da luta por direitos ambientais entendidos como direitos de cidadania. Por outro lado, politizar e ampliar o debate e a educação ambiental pode significar justamente um estímulo à compreensão dos riscos presentes nas agressões ambientais. Pode conduzir a sociedade brasileira no rumo da identificação e da responsabilização dos reais agentes de degradação. Pode assegurar o reconhecimento de um ambiente limpo é uma conquista cidadã, fruto da participação organizada tanto na resolução de problemas comunitários, quanto na defesa do bem-estar público. A conjunção desses processos pode abrir caminhos profícuos para a construção de uma sustentabilidade emancipatória baseada na defesa da vida em largo sentido, da liberdade e da justiça social.

Como escreve LAYRARGUES (2002)

*“a Educação Ambiental poderá colaborar na direção da alienação, quando implementada de modo reducionista ou poderá colaborar com a desalienação, através de uma reflexão crítica e abrangente a respeito dos valores culturais da sociedade de consumo, do consumismo, do industrialismo, do modo de produção capitalista e dos aspectos políticos e econômicos da questão do lixo, buscando uma discussão que ultrapasse os aspectos técnicos, que considere também a dimensão política da questão”* (, p. 180).

DIAS (2002), ao identificar o modelo econômico como responsável primeiro pela degradação ambiental, em todas as suas formas, estabelece relação entre o consumismo

difundido pela mídia, e a pressão sobre os recursos naturais e a consequente degradação ambiental, em todas as suas formas. Essa relação tem continuidade ao associar o apelo dos países ao sistema financeiro internacional na busca por empréstimos, com o intuito de recuperar a qualidade de vida perdida. Assim, vai se estabelecendo uma cadeia de consequências: os empréstimos fazem aumentar a dívida pública e os juros, que nesse círculo vicioso geram a redução dos investimentos públicos, produzindo mais injustiça social, desemprego, violência, miséria, fome e analfabetismo (inclusive o analfabetismo ambiental). O modelo produz exclusão social e miséria por um lado; consumismo, opulência (abundância de riqueza) e desperdício, por outro. Ambos causam degradação ambiental.

Como se nota, a QUESTÃO AMBIENTAL, para ser compreendida, não pode ficar restrita à Ecologia. Ela é formada por diversas dimensões e não apenas pela dimensão ecológica. Portanto, para pensarmos a QUESTÃO AMBIENTAL, devemos considerá-la além do inorgânico (abiótico) e do orgânico (biótico), numa idéia de evolução em espiral, e não em ciclos que se fecham sobre seu ponto inicial de partida. Nessa direção, tanto os aspectos inorgânico e orgânico como os sociais (mais que o homem-natureza) participam do movimento como substâncias em processo de ressignificação de novos aspectos.

BENKO (2000), ao analisar o agravamento dos problemas econômicos e ambientais encontrados na maior parte dos países em desenvolvimento, chama a atenção para o avivamento dos conflitos entre os objetivos de desenvolvimento econômico e aqueles ligados à preservação da qualidade do ambiente das populações e ao respeito pelos mecanismos de base de regulação dos sistemas naturais. O produto das aspirações legítimas das populações ao desenvolvimento e das perspectivas de crescimento demográfico do século XXI, nos conduz a conjecturas sobre um forte crescimento das tendências a sobrepujar e coloca difíceis problemas de arbitragem quanto às prioridades humanas. Esta situação atribui uma importância decisiva à pesquisa imaginativa das soluções técnicas, econômicas e institucionais suscetíveis de harmonizar objetivos, a princípio contraditórios.

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL nesse contexto tem importância estratégica, pois terá por finalidade, dentro e fora das Escolas, de proporcionar espaços para análise do paradigma sobre o qual nossa sociedade foi estruturada e as consequentes relações que foram estabelecidas com o ambiente. A partir do despertar de outro tipo de consciência, será possível pensar novos paradigmas, outras possibilidades. Assim, a própria definição de Meio Ambiente (ou simplesmente ambiente) seria ampliada.

LOUREIRO (2002) afirma que a Educação Ambiental é

*“uma práxis educativa e social que tem por finalidade a construção de valores, conceitos, habilidades e atitudes que possibilitem o entendimento da realidade de vida e a atuação lúcida e responsável de atores sociais individuais e coletivos no ambiente. Nesse sentido, contribui para a tentativa de implementação de um padrão civilizacional e societário distinto do vigente, pautado numa nova ética da relação sociedade-natureza. Dessa forma, para a real transformação da crise estrutural e conjuntural em que vivemos, a Educação Ambiental, por definição, é elemento estratégico na formação de ampla consciência crítica das relações sociais e de produção que situam a inserção humana na natureza”* (2002, p. 69).

Uma das graves falhas dos processos educativos denominados “temáticos” ou “transversais”, como, por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs, que se reproduz na Educação Ambiental, segundo LOUREIRO (2002), é a falta de clareza do significado da dimensão política em Educação, isto é, não necessariamente partidária. A atuação dos educadores vem tornando as iniciativas educacionais ambientalistas, limitados a instrumentalização e à sensibilização para a problemática ecológica, mecanismos de promoção de um capitalismo que busca se afirmar como verde e universal em seu processo de reprodução do capital, ignorando o ambiente como realidade social.

A Educação Ambiental é elemento inserido num contexto maior, que produz e reproduz as relações da sociedade as quais, para serem transformadas, dependem de uma educação crítica e de uma série de outras modificações nos planos político, social, econômico e cultural. A Educação Ambiental é um dos mais nobres veículos de mudança na história, a conquista de um direito inalienável do ser humano, mas não age isoladamente.

Uma pedagogia crítica e ambientalista deve saber relacionar os elementos sócio-históricos e políticos aos conceitos e conteúdos transmitidos e construídos na relação educador/educando, de modo que se evite um trabalho educativo abstrato, pouco relacionado com o cotidiano dos sujeitos sociais e com a prática cidadã.

Os problemas ambientais do mundo contemporâneo são marcados por uma mudança de escala e de amplitude: às relações e combinações de âmbito local, que persistem (qualidade de vida urbana, poluições locais, recursos hídricos, paisagens, riscos industriais), acrescentam-se, doravante, problemas ou riscos de caráter mais vasto e mais dificilmente controláveis.

No mundo atual, entre os principais problemas ambientais que poderão se agravar, caso o capitalismo globalizado não adote medidas para mitigar o impacto sobre o meio ambiente no desenvolvimento de suas atividades produtivas e econômicas, estão às

mudanças climáticas que vêm contribuindo com o aumento dos desastres naturais, as desigualdades sociais e a miséria.

Outras agressões socioambientais sequer podem ser apontadas em decorrência da dificuldade ou da impossibilidade (em certos casos), de percebermos, prevermos, calcularmos ou compensarmos os novos riscos produzidos pela modernidade industrial e técnico-científica. Também não temos como atribuir-lhe responsabilidades, isso em decorrência das situações qualitativamente novas que apontam para realidades e significados antes inexistentes, o que caracteriza a nossa sociedade como uma “sociedade de riscos”.

Ao “duplo risco” que atinge as sociedades periféricas, em virtude da conjugação e sobreposição dos riscos da pobreza e dos riscos tecnológicos, que ocorrem quando as pessoas têm ciência de sua condição, mas a falta de outras opções obriga-os a conviver com o problema, somam-se os “novos riscos”. São riscos de difícil avaliação pela população, como por exemplo, a radiação nuclear, a mutação genética e a contaminação química ou bacteriológica, cuja identificação e avaliação exigem conhecimentos, instrumentos e interpretações técnico-científicas. Tais instrumentos têm sido monopolizados pela comunidade científica e/ou empresarial, o que nos coloca nas mãos de especialistas, cuja maioria tem uma visão tecnocrática que negligencia nas suas análises e conclusões a dimensão política, social e cultural que lhe são inerentes.

Assim sendo, é fundamental a participação da sociedade civil nos processos de discussão, negociação e formulação de políticas científicas e tecnológicas que envolvam riscos à segurança ambiental e bem-estar público. Por definição, a ecologia não conhece fronteiras. Em consequência, as soluções propostas somente podem ser globais, necessitando uma cooperação e colaboração internacional.

Nos anos 1960 surgem os primeiros movimentos em defesa do meio ambiente e início das grandes reuniões mundiais sobre o meio ambiente. Em 1968 a UNESCO realiza o primeiro estudo sobre o meio ambiente. Definiu-se, entre outras questões, que a Educação Ambiental não deve se constituir uma disciplina e sim deve ser trabalhada dentro do contexto interdisciplinar. Em 1972, a cidade Estocolmo, na Suécia, sediou a primeira Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Nesse evento, a importância da ação educativa nas questões ambientais foi destacada e nasceu aí o “Programa Internacional de Educação Ambiental”.

A Conferência de Belgrado (ex-Iugoslávia), em 1975, consolidou o “Programa Internacional de Educação Ambiental” ao elaborar a Carta de Belgrado, enfatizando que as desigualdades entre ricos e pobres estão crescendo, e há evidências de crescente deterioração do ambiente físico, numa escala



mundial. “Essas condições, embora causadas por um número relativamente pequeno de países, afetam toda a humanidade” (DIAS, 1992, p. 65). A Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental de Tbilisi – Geórgia/ex-URSS), realizada em 1977, definiu os objetivos da Educação Ambiental, sendo o ensino formal indicado como fundamental para conseguir atingi-la.

RIBEIRO (2001) afirma que

*“dessa reunião surgiram os princípios da educação ambiental a serem aplicados dentre os quais indentificamos a interdisciplinaridade, prática pedagógica envolvendo o estudante em sua realidade, e uma atenção particular deverá ser dada à compreensão das relações complexas entre o desenvolvimento socioeconômico e a melhoria do meio ambiente, com vistas a possibilitar aos educandos tomarem atitudes diante dos impasses ambientais” (2001, p. 70)*

A necessidade de introduzir a Educação Ambiental nos sistemas educativos dos países foi uma das conclusões do Congresso Internacional sobre Educação e Formação Ambientais realizado pela UNESCO em Moscou, em agosto de 1987, de onde saíram as estratégias internacionais para ações no campo da Educação Ambiental para os anos 90 do século XX (DIAS, 2002). Em 1988, na cidade de Montreal (Canadá), a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Comissão de Brundtland) adotou a expressão “Desenvolvimento Sustentável”.

No Brasil, em 1992, na cidade do Rio de Janeiro, aconteceu a ECO 92 quando foi aprovada a “Agenda 21”, firmando o “Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global” e aprovando o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

No ano de 2000, em Paris (França), foi elaborada “A Carta da Terra” e em 2002, na cidade de Johannesburgo (África do Sul), realiza-se a Cúpula sobre Desenvolvimento Sustentável, que ficou conhecida como Rio + 10. Por volta dos anos de 1990, as reflexões em relação à Educação Ambiental se intensificaram no Brasil. Em meio às discussões promovidas por organismos internacionais, organizações governamentais e não-governamentais, comunidade científica, entidades empresariais e religiosas surgem experiências, associações, definições teóricas, concepções pedagógicas e político-ideológicas, num ambiente ainda carente de consensos sobre seu objeto, fundamentos e objetivos.

LIMA (2002), ao colocar a problemática anterior, provoca-nos e dirige-nos para uma observação mais atenta em relação às ações e representações. Ao considerar satisfatória tamanha diversidade de ações e instituições representativas da expansão da consciência social, deveremos buscar propostas educacionais que permitam a elaboração de teoria e prática interdisciplinares, com toda a complexidade que o assunto evoca.

Ao nos remetemos à definição de Educação Ambiental anteriormente exposta através de LOUREIRO (2002), temos como condições necessárias: a práxis educativa e

social, a construção de valores, o entendimento da realidade de vida, a atuação lúcida e responsável e a implementação de um padrão civilizacional e societário distinto do vigente. Se nos pautarmos pela definição tirada da Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental de Tbilisi - Geórgia/ex-URSS, realizada pela UNESCO em 1977, que em relação aos objetivos da Educação Ambiental indicou o ensino formal como um dos eixos fundamentais para atingi-los e deu-nos o conceito de Educação Ambiental como um processo contínuo no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência de seu ambiente e adquirem o conhecimento, os valores, as habilidades, as experiências e a determinação que os tornem aptos a agir – individual e coletivamente – e resolver os problemas presentes e futuros, temos a certeza de que a Educação Ambiental deve ser política e transformadora. Tal afirmação exige de nós capacidade e coragem para inovar e politizar a Educação Ambiental.

Acreditamos que é possível buscar alternativas para superarmos a situação de incertezas e de degradação social e ambiental proporcionada pelo capitalismo globalizado dentro e fora do espaço escolar.

Se o foco da Educação Ambiental deve ser o conhecimento técnico-científico a serviço da construção da consciência socioambiental, cremos que a educação ambiental, quando trabalhada no contexto da educação escolar como prática de transformação social como defendida por FREIRE (1992), implica ensinar e educar para construir pensamento crítico e reflexivo que leve à participação.

Na atualidade, o espaço escolar vem sendo estruturado dentro da lógica da flexibilidade produtiva para somente “preparar” (treinar) o educando para o mundo do trabalho, e não dar-lhe uma formação crítica e integral necessária para a luta pela existência. Paulo FREIRE é categórico ao dizer que “formar é muito mais do que puramente treinar o educando no desempenho de destrezas”. (1996, p.15)

Para que a escola possa construir a conscientização socioambiental que almejamos para formar o homem do século XXI, ela tem que primar pela defesa dos verdadeiros valores e objetivos da educação.

Convém lembrar FREIRE (1980) quando ensina que, “a partir das relações que estabelece com o seu mundo, o homem, criando, recriando, decidindo, dinamiza este mundo. Contribui com algo do qual ele é autor... Por este fato cria cultura... Cultura é todo o resultado da atividade humana, do esforço criador e recriador do homem, de seu trabalho por transformar e estabelecer relações de diálogo com os outros homens. A cultura é também aquisição sistemática da experiência humana, mas uma aquisição crítica e criadora, e não uma justaposição de informações armazenadas na inteligência ou na memória e não “incorporadas” no ser total e na vida plena do homem” (1980, p. 38).

A partir das palavras de FREIRE (1980), podemos dizer que é só através da ação consciente que a sociedade vai conseguir organizar e pressionar o Estado para estabelecer diretrizes educacionais que

atendam aos anseios de toda a população em detrimento dos interesses da minoria dominante.

Porém, a educação, mesmo sob uma concepção progressista, continuará tendo seus limites em relação ao processo de transformação social, pois, continuando sem condições de articular o todo social, a luta pela construção de uma escola pública democrática, autônoma e transformadora pode redundar em fracasso.

É preciso ampliar o leque de ação da educação, para construirmos uma sociedade justa e cidadã. Acreditamos que a aliança de uma educação progressista com os interesses de todos permitiria à sociedade trilhar novo caminho com desenvolvimento e transformação socioambiental. Um projeto de educação que atenda a diversidade ambiental e social brasileira não poderá ser conduzido unicamente a partir da perspectiva de setores dominantes, seja no plano político, econômico, religioso e cultural.

Os mais agudos problemas ambientais brasileiros têm origem com a colonização européia baseada na extração desenfreada de todos os tipos de recursos naturais, uma atividade que foi sustentada por vários séculos, no Brasil e em toda a América Latina, pela escravização de índios e de negros. É um modelo econômico e social baseado na produção de matérias-primas para atender, em vários períodos históricos, aos interesses das potências mundiais, que jamais desistem do instinto predatório. A organização social, produtiva e econômica brasileira foi sustentada desde a era colonial, pela lógica de degradação dos diversos ambientes territoriais e pela concentração da renda nacional, que apartou grandes contingentes de brasileiros pobres: negros, índios, mestiços, analfabetos, enfermos, mulheres, crianças e velhos. É uma concepção dominante que mobiliza energia política e econômica para assegurar leis que priorizam o direito da propriedade especulativa das terras rurais e urbanas, em detrimento do uso social e produtivo. Um projeto de Educação Ambiental exige um detalhamento que consiga debater e revelar para o povo brasileiro, a amplidão histórica, política, geoeconômica e cultural do passado e do presente da Nação. Eis neste artigo, a nossa contribuição sobre a questão da EDUCAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL, necessária para entendermos as mudanças climáticas e os impactos dos desastres naturais provocados por elas, para podermos conceber estratégias eficientes para a prevenção de riscos.

### Notas

- 1- Jornalista e professor do Departamento de Comunicação da UNESP/Bauru; Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru. E-mail: afmagnoni@faac.unesp.br.
- 2- Professor do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza; Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru. E-mail: magnonijunior@bol.com.br;
- 3- Professora do Departamento de Educação e do Programa de Pós-Graduação em Televisão Digital da UNESP/Bauru; Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru. E-mail: bel@faac.unesp.br;

### Referências

- BENKO, Georges. Globalização e crise ambiental. In: Milton Santos: cidadania e globalização. São Paulo, Saraiva/AGB/Bauru, 2000.
- BORDENAVE, Juan E.D. O que é Participação. São Paulo: Brasiliense, 1981.
- BRANDÃO, C. R. O que é método Paulo Freire. São Paulo: Brasiliense, 1981.
- DIAS, Genebaldo Freire. Iniciação à temática ambiental. São Paulo: Gaia, 2002.
- FERREIRA DO VALE, José Misael. Educação e globalização: reflexos no ensino brasileiro. In: Ciência Geográfica, n.º 12, Bauru, AGB, janeiro/abril de 1999, p.63-66.
- FREINET, C. O Método Natural (I, II E III). Lisboa: Estampa, 1977. FREIRE, Paulo. Conscientização. Teoria e prática da libertação. Uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. São Paulo: Moraes, 1980. Educação como prática da liberdade. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992. Política e Educação. São Paulo: Cortez, 1993. Pedagogia da Autonomia. Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GUIMARÃES, M. A dimensão ambiental na educação. São Paulo, Papirus, 1995.
- KRENAC, Ailton. Notícias dos povos indígenas. In: O índio: ontem, hoje, amanhã. São Paulo: Edusp, 1991. LAYRARGUES, P. P. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. In: Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 2002, p. 179-219.
- LEFF, E. Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis: Vozes, 2001. LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. Crise ambiental, educação e cidadania: os desafios da sustentabilidade emancipatória. In: Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 2002, p. 109-141.
- LOUREIRO, Carlos F. Bernardo. Educação ambiental e movimentos sociais na construção da cidadania ecológica e planetária. In: Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 2002, p. 69-98.
- MARX, Karl. A Ideologia Alemã. Rio de Janeiro: Zahar, 1967. O Capital. São Paulo: Nova Cultural, 1985, vol. I. e ENGELS, F. Manifesto do Partido Comunista. Moscou (URSS): Edições Progresso, 1987. MORANDI, Sonia e GIL, Isabel Castanha. Tecnologia e Ambiente. São Paulo: Copidart, 2002. MOREIRA, Ruy (Org.). O círculo e a espiral: a crise paradigmática do mundo moderno. Rio de Janeiro: Obra Aberta, 1993. Repensando a Geografia. In: Novos Rumos da Geografia Brasileira. São Paulo: Hucitec, 1993.
- A Pós-Modernidade, a Globalização, a Terceira Revolução Industrial e o Mundo do Trabalho. Palestra realizada no CEETEPS em 27/03/1996. Os períodos técnicos e os paradigmas do espaço do Trabalho. In: Ciência Geográfica n.º 16, Bauru (SP): AGB, 2000, p.04/08. REIGOTA, Marcos. O que é Educação Ambiental. São Paulo: Brasiliense, 1998. RIBEIRO, Wagner da Costa. A ordem ambiental internacional. São Paulo: Contexto, 2001. SANTOS, Milton. O Espaço do Cidadão. São Paulo: 1993. Técnica, Espaço, Tempo. Globalização e meio técnico-científico informacional. São Paulo: Hucitec, 1996.
- SAVIANI, Dermeval. Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações. Campinas: Autores Associados, 1992. Educação: Do Senso Comum à Consciência Filosófica. Campinas: Autores Associados, 1996.

## A importância da educação ambiental no mundo contemporâneo



A Educação Ambiental no mundo contemporâneo deve fazer parte da cultura de todos os povos, calcada no saber, na ética e na responsabilidade de cada indivíduo.

A sustentabilidade, atualmente emergente, necessita integrar os processos educacionais a partir dos modelos de desenvolvimento que cada país deseja construir para si. É preciso fazer com que as diferentes disciplinas nas escolas se estruturarem com uma visão mais abrangente, que envolva as lições voltadas para a Educação Ambiental.

Na comunidade científica tudo isso parece ser consensual, no entanto a difusão do conceito de desenvolvimento sustentável e a noção do que seja Educação Ambiental tem gerado grandes equívocos perante a opinião pública.

SACHS, nos anos setenta, já falava em “Ecodesenvolvimento” e é considerado o predecessor da idéia de Desenvolvimento Sustentável. O desenvolvimento na perspectiva ecológica, seja chamado de “ecodesenvolvimento” ou de “desenvolvimento sustentável”, tem na ciência uma grande aliada (REIGOTA,1997).

Para Rodriguez e Silva (2009) tanto a cultura quanto a Educação Ambiental devem estar baseadas na incorporação da sustentabilidade ambiental do processo de desenvolvimento dos países. A ética ambiental necessita ser concebida como código moral da cultura, permitindo o estabelecimento de princípios morais dos comportamentos individuais e sociais em relação ao meio ambiente. Segundo esses mesmos autores a base da ética ambiental é consolidar a racionalidade ambiental, considerando a prática e a valorização que age como pensamento crítico na sociedade e associa a justiça social, ambiental e territorial.

Portanto a Educação Ambiental deve formar valores, atitudes e comportamentos para gerar respeito e responsabilidade entre os indivíduos e os grupos sociais, em relação à natureza e ao meio ambiente.

Na atualidade ela vem se mostrando ainda modesta, pois permanecem muitas incertezas e dúvidas, embora se busque estabelecer diálogos nas mais variadas formas de conhecimento científico, artístico, religioso, étnico e jornalístico, entre outros.

A maioria dos problemas ambientais é

resultado de uma organização social, na qual a intervenção antrópica sobre o meio ambiente se deu de forma desenfreada, sem a preocupação com as conseqüências imediatas, a médio e a longo prazos para a natureza. Biodiversidade, extinção de espécies, destruição de ecossistemas, conservação, preservação, recuperação do meio ambiente são temas cada vez mais presentes nas preocupações cotidianas das sociedades modernas.

Sob esses aspectos a Educação Ambiental deve ser um aprendizado constante que conduza à melhoria da qualidade de vida e constitua uma ferramenta eficaz que possibilite a aquisição de conhecimentos, permitindo compartilhar novos caminhos para pelo menos minimizar os problemas ambientais globais.

Na Conferência de Tbilisi, na Geórgia em 1977, a Educação Ambiental foi definida como uma dimensão dada ao conteúdo e à prática da educação, tendo como foco a resolução de problemas concretos do ambiente de modo interdisciplinar, com a participação ativa e responsável de todos. (DIAS,1994).

Nesse encontro foram determinados os princípios que deveriam nortear a Educação Ambiental em todo o planeta. Foi um grande marco da Educação Ambiental, pois foram traçadas as suas grandes linhas de orientações, isto é, as prioridades nacionais, regionais e locais, bem como as estratégias e recursos institucionais que deveriam ser utilizados, podendo assim ser resumidos:

- **A Educação Ambiental deve desempenhar uma função capital no sentido de criar a consciência dos problemas que afetam o Meio Ambiente;**
- **A Educação Ambiental deve ser dirigida a pessoas de todas as idades e de todos os níveis de ensino formal e não formal;**
- **A Educação Ambiental deve constituir uma educação permanente;**
- **A Educação Ambiental deve ter um enfoque global sustentado em base interdisciplinar**
- **A Educação Ambiental pode contribuir para renovar o processo educativo.**

Dez anos depois, quando ocorreu a Conferência Internacional sobre Educação e Formação Ambiental em Moscou, face às dificuldades encontradas pela maior parte dos países nessa área, foi proposta a “Estratégia Internacional de Ação em Matéria de Educação e Formação Ambiental para o Decênio de 90”. Essa reunião reafirmou os princípios de 1977 no que se refere às estratégias de ação de Educação Ambiental, concluindo que os seus objetivos não podem ser definidos sem que se levem em conta as realidades sociais, econômicas e ecológicas de cada sociedade ou as metas determinadas para o seu desenvolvimento, devendo-se considerar que algumas delas são comuns à comunidade internacional.

Na Conferência sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente em 1992, no Rio de Janeiro, a proposta de Tbilisi foi mais uma vez

confirmada e a Educação Ambiental, incorporada definitivamente como processo indispensável no caminho do Desenvolvimento Sustentável, propagada nesse encontro por meio da AGENDA 21, uma agenda de diretrizes para o século 21. Ela consagra no capítulo 36 “a promoção da educação, da consciência política e do treinamento”, apresentando um plano de ação para o desenvolvimento sustentável a ser adotado pelos países, com uma nova visão para a cooperação internacional.

Interessante salientar que cabe à UNESCO, organismo da ONU, a responsabilidade de realizar e divulgar a nova perspectiva educativa, que também promove os seminários regionais em todos os países objetivando sempre estabelecer seus fundamentos filosóficos e pedagógicos. (CRUZ,2006).

No Plano Decenal de Educação para Todos(1993-2003) do Ministério da Educação e do Desporto de Brasília, a dimensão ambiental figura como um dos componentes dos objetivos que se referem à satisfação das necessidades básicas das crianças, jovens e adultos e da ampliação dos meios e do alcance da educação básica.

Em 1994, o presidente brasileiro aprovou as diretrizes para a implantação do PRONEA(Programa Nacional de Educação Ambiental) e, em 1996, o Ministério da Educação e do Desporto, na revisão curricular, incluiu nos Parâmetros Curriculares Nacionais o “Convívio Social e Ética-Meio Ambiente, abordando a dimensão ambiental de modo transversal em todo o primeiro grau.

É preciso compreender o significado de Meio Ambiente para poder trabalhar a Educação Ambiental. Observa-se que na própria comunidade científica ainda não existe um consenso sobre esse conceito. Dependendo da área de conhecimento que tenha cada especialista, há uma tendência na sua forma de definir Meio Ambiente.

REIGOTA (1997) define Meio Ambiente como um lugar determinado ou percebido, onde os elementos naturais e sociais estão em relações dinâmicas e em interação. Essas relações implicam processos de criação cultural e tecnológica e processos históricos e sociais de transformação do meio natural e construído.

A Educação Ambiental pode ser definida também como uma prática educativa e social que tem por finalidade a construção de valores, conceitos, habilidades e atitudes que possibilitem o entendimento da realidade de vida e atuação lúdica e responsável de atores sociais individuais e coletivos no ambiente. (LOUREIRO,2002).

A crise ambiental que o mundo atravessa foi provocada pela racionalidade econômica, portanto não é exclusivamente uma questão de ordem ética e sim, também, uma questão de ordem política.

Na história da humanidade nunca se deu tanto progresso quanto no século XX, mas jamais se colocou em tão alto risco a sua própria

sobrevivência e também a de todas as espécies de vida que se conhece no planeta. Este vem sendo pressionado até os limites de sua capacidade pelos seres humanos, desde a revolução industrial até atingir o estágio atual.

É preciso que se compreenda que a Terra, pela ação do próprio homem, está no limite de suas forças, pois toda a vida nela existente deve ser solidária, como num ecossistema onde cada elemento influencia e depende dos outros e todos dependem dela. Se for perturbado um desses elementos o todo certamente será afetado de alguma forma.

Nesse sentido, parece que os seres humanos estão se dando conta de que é preciso mudar urgentemente o modo de se organizar para progredir, bem como de que é preciso preservar os recursos naturais e, não, explorá-los até sua exaustão.

A Educação Ambiental praticada atualmente no Brasil parece estar assumindo a dianteira no sentido da criação de um novo modelo que incorpora os valores da transformação social, comprometendo-se com a justiça social, tendo muito pouco a ver com a criação de uma consciência ecológica e muito mais com a criação de uma consciência crítica. Vem dando passos no sentido de demonstrar que vida sustentável significa progresso para todos, com a preservação da natureza e que o homem deve progredir em direção a uma forma mais justa que não ameace a sua própria existência e a harmonia do planeta onde vive.

Em face de tudo isso, é preciso refletir como se vem praticando a Educação Ambiental em casa, no bairro, na escola e na comunidade. Não nos esqueçamos de que melhorar as condições ambientais do mundo em que vivemos depende de cada um de nós!

### Notas:

- 1- Professora da Universidade Estadual de Londrina (UEL).  
E-mail: nfreres@sercomtel.com.br

### Referências:

- CRUZ,S.- *Educação Ambiental: Trajetórias e Estratégias de Mudanças no Processo Educacional*. Anais do II Fórum Ambiental da Alta Paulista, Tupã, 2006.
- DIAS,G.F.-*Educação Ambiental: princípios e práticas*. 3ª edição, São Paulo, Editora Gaia, 1994.
- LOUREIRO,C.F.B-*Educação Ambiental e Movimentos Sociais na Construção da Cidadania Ecológica e Planetária*. In : Loureiro ET al ,*Educação Ambiental:repensando o espaço da cidadania*. São Paulo, Editora Cortez, 2002
- REIGOTA,M.*Meio Ambiente e representação social*. São Paulo Editora Cortez, 1997.
- RODRIGUEZ,J.M.M. E DA SILVA,E.V. *Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável- Problemática, Tendências e Desafios*. Fortaleza, Edições UFC, 2009.

## Educação ambiental e desenvolvimento sustentável

**“Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação-reflexão.” Paulo Freire**

O papel essencial da escola na sociedade é garantir a todos o acesso aos requisitos fundamentais necessários à participação ativa na vida moderna, transformando o homem em contemporâneo de sua época.

Ao definir os objetivos da Educação, Saviani (1996) o faz a partir da relação Educação-Sociedade, apresentando como questão central do processo educativo a sua teleologia, ou seja, a finalidade da Educação. Ele questiona: “que sentido terá a Educação se não estiver voltada à promoção do homem?” (p.35).

Diferentemente dos outros animais, o ser humano, pelo trabalho, transforma a natureza criando a sua existência. Por isso, é levado a valorizar os elementos do meio ambiente: a água, a terra, a fauna, a flora etc. (no domínio da natureza) e as instituições, as ciências, as técnicas etc. (no domínio da cultura). Antes mesmo de se dar conta disso, o homem está exercendo uma atitude axiológica (valorativa) perante tudo o que o cerca.

Sabe-se que a educação é um fenômeno próprio do seres humanos. Assim sendo, a compreensão da natureza da educação passa pela compreensão da natureza humana.

(...)

*Com efeito, sabe-se que, diferentemente dos outros animais, que se adaptam à realidade natural tendo sua existência garantida naturalmente, o homem necessita produzir continuamente sua própria existência. Para tanto, em lugar de se adaptar à natureza, ele tem que adaptar a natureza a si, isto é, transformá-la. E isto é feito pelo trabalho.* (...)

*Para sobreviver o homem necessita extrair da natureza, ativa e intencionalmente, os meios de sua subsistência. Ao fazer isso ele inicia o processo de transformação da natureza, criando um mundo humano (o mundo da cultura).* (SAVIANI, 2000, p. 15)

Valorizar é não ser indiferente, o que significa que o homem não é um ser passivo; é capaz de superar os condicionamentos da situação, é um ser autônomo e livre. E a liberdade, entendida como consciência da necessidade abre ao homem um novo campo para a valoração. A Educação tem, então, a tarefa de tornar o homem cada vez mais capaz de conhecer os elementos de sua situação para nela intervir de maneira crítica e consciente, transformando-a no sentido da ampliação da liberdade, da solidariedade, da comunicação e colaboração entre os homens.

As transformações que se processaram nas últimas décadas no âmbito tecnológico, especialmente nos campos da biotecnologia, da informática e das

telecomunicações, têm implicações que mudaram as formas de produzir, entender e perceber as relações entre espaço e tempo, e como estes de interação com o homem.

Segundo Moreira (2004), a natureza é História, já que a História do homem é uma História vinculada diretamente à transformação da natureza. Os problemas ambientais causados pelo homem no processo de construção e reconstrução de espaços geográficos, não se configuram somente de ordem ecológica, mas fundamentalmente política, econômica e cultural. Afinal, decorrem, sobretudo, do modo como às sociedades se apropriam da natureza e usam, destinam e transformam os seus recursos naturais. O homem age na natureza de acordo com os padrões por ele criados. Assim sendo, a degradação ambiental está intimamente ligada ao modelo de desenvolvimento econômico da sociedade.

A natureza não está na externalidade humana, pois o homem é parte da natureza. As ações inadequadas do homem sobre o meio em sua busca incessante, e cada vez maior por recursos naturais, têm se revelado catastróficas. No mundo atual, nenhum elemento da natureza ficou isento à interferência das atividades humanas. Tampouco as sociedades se viram imunes aos fenômenos naturais.

*... a expressão dominar a natureza só tem sentido a partir da premissa de que o homem é não-natureza... Mas se o homem é também natureza, como falar em dominar a natureza? Teríamos que falar em dominar o homem também... E aqui a contradição fica evidente. Afinal, quem dominaria o homem? Outro homem? Isso só seria concebível se aceitássemos a ideia de um homem superior, de uma raça superior, pura – e a História já demonstrou a falta as consequências destas concepções.* (GONÇALVES, 1990, p. 26)

A natureza é parte integrante da espiral dialética na qual o homem é inseparável. O homem está no conjunto da natureza e, simultaneamente, a natureza está no conjunto do homem. Dessa forma, a natureza e sua relação com o homem são dependentes da cultura, das formas idealizadas e práticas do homem diante da relação sociedade-natureza. Na concepção moderna, o meio ambiente não representa somente um aglomerado insofrito composto por elementos naturais que, relacionando-se entre si, originam as paisagens. É importante ressaltar que os ambientes produzidos pela sociedade também integram o meio ambiente, constituindo o habitat dos seres humanos, apresentando diversos graus de degradação social e ambiental. Portanto, a relação entre teoria e prática é fundamental na ação educativa

articulada ao conhecimento técnico científico-informacional disponível ao homem contemporâneo para a resolução e prevenção de problemas ambientais.

### Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável

A Educação Ambiental, ao ser refletida no contexto da transformação e da libertação social, possibilitará no decorrer do século XXI, o alcance da consciência socioambiental necessária para a consecução de um mundo justo.

A partir do momento em que o Desenvolvimento Sustentável foi pela primeira vez apoiado pela Assembleia Geral das Nações Unidas, o conceito de Educação para o Desenvolvimento Sustentável foi também explorado. A Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento no Rio de Janeiro em 1992, uniu representantes de governos, organizações internacionais e não-governamentais e sociedade civil para discutir os desafios do próximo século e adotar um plano global de ação para enfrentá-los. O plano de ação, conhecido como “Agenda 21”, forneceu uma série de princípios para auxiliar Governos e outras instituições na implementação de políticas e programas para o Desenvolvimento Sustentável.

O capítulo 36 da “Agenda 21” enaltece que a Educação é essencial no rumo ao Desenvolvimento Sustentável ao expor que

O ensino, inclusive o ensino formal, a conscientização pública e o treinamento devem ser reconhecidos como um processo pelo qual os seres humanos e as sociedades podem desenvolver plenamente suas potencialidades. O ensino tem fundamental importância na promoção do desenvolvimento sustentável e para aumentar a capacidade do povo para abordar questões de meio ambiente e desenvolvimento. Ainda que o ensino deva ser incorporado como parte essencial do aprendizado. Tanto o ensino formal como o informal são indispensáveis para modificar a atitude das pessoas, para que estas tenham capacidade de avaliar os problemas do desenvolvimento sustentável e abordá-los. O ensino é também fundamental para conferir consciência ambiental e ética, valores e atitudes, técnicas e comportamentos em consonância com o desenvolvimento sustentável e que favoreçam a participação pública efetiva nas tomadas de decisão. Para ser eficaz, o ensino sobre o meio ambiente e desenvolvimento deve abordar a dinâmica do desenvolvimento do meio físico/biológico e do socioeconômico e do desenvolvimento humano (que pode incluir o espiritual) deve integrar-se em todas as disciplinas e empregar



métodos formais e meios efetivos de comunicação<sup>4</sup>.

A Educação para o Desenvolvimento Sustentável vislumbra equilibrar o bem-estar humano e econômico com as tradições culturais e o respeito aos recursos naturais do planeta e, principalmente, respeito ao próprio ser humano. Assim, ela tem como escopo pedagógico, conscientizar os cidadãos para agirem por mudanças socioambientais positivas, implicando em uma ação participativa.

O Desenvolvimento Sustentável parte do princípio de que o atendimento às necessidades das populações, no presente, não deve comprometer os padrões de vida das gerações futuras. A utilização de recursos deve ocorrer de acordo com a capacidade de reposição da natureza, de modo que o crescimento econômico não agrida violenta e irreparavelmente os ecossistemas e possa, ao mesmo tempo, equacionar problemas sociais. A viabilização do desenvolvimento sob essa ótica exige o estabelecimento de políticas governamentais e de ações empresariais e da sociedade civil; exige a elevação do nível de vida de parte significativa da população que vive em condições subumanas; exige, por fim, a modificação dos padrões de consumo das sociedades do mundo desenvolvido, as quais devem diminuir a demanda por recursos da natureza e a produção de resíduos sólidos, líquidos e gasosos.

Ao analisarmos os padrões de crescimento econômico e o modelo de desenvolvimento capitalista, que supõe o aumento constante da produção de mercadorias e de geração de serviços, a expressão “Desenvolvimento Sustentável” parece contraditória. “Desenvolver”, na concepção do sistema capitalista, quase sempre significou crescer economicamente explorando ao máximo os recursos da natureza, sem se preocupar com os danos causados por esse crescimento em relação à geração de dejetos e lixos.

Um modelo de desenvolvimento cuja prioridade seja a diminuição da pobreza e da desigualdade social e a conservação do

ambiente exige mudanças nos mecanismos de distribuição da riqueza gerada pelo crescimento econômico. Essas mudanças, por sua vez, exigem alterações nas relações de trabalho, na estrutura fundiária, na arrecadação de impostos e na aplicação dos recursos governamentais, sobretudo nos países em desenvolvimento. Exigem, também, estímulo ao desenvolvimento e uso de fontes renováveis e limpas de energia, modificações nos atuais padrões de produção, seja na agricultura, que utiliza agrotóxicos em larga escala, seja na indústria, que lança milhares de toneladas de detritos no meio ambiente.

A Educação Ambiental é plural e reflete as várias tendências políticas, éticas e culturais, não restringindo sua ação apenas à esfera ecológica, uma vez que não há múltiplos mundos, um para cada ciência ou ramo do conhecimento. A reflexão sobre as práticas sociais, em um contexto marcado pela degradação permanente do meio ambiente e dos seus biomas, envolve a necessária articulação com a produção de sentidos sobre a educação ambiental. A dimensão ambiental configura-se como uma questão que envolve um conjunto de atores do universo educativo, a potencializar o engajamento dos diversos sistemas de conhecimento guiados pela perspectiva interdisciplinar. Nesse sentido, a produção de conhecimento deve necessariamente contemplar as inter-relações do meio natural com o social, incluindo a análise dos determinantes do processo, o papel dos diversos atores envolvidos e as formas de organização social que aumentam o poder das ações alternativas de um novo desenvolvimento, numa perspectiva que priorize novo perfil de desenvolvimento, com ênfase na sustentabilidade socioambiental.

Assim, ao se educar dentro de uma visão cidadã e transformadora de Educação Ambiental, integram-se conceitos e instrumentos analíticos de uma variedade de disciplinas em uma compreensão complexa e multidimensional da questão ambiental para auxiliar pessoas a compreenderem melhor o mundo em que vivem. Vislumbrar o Desenvolvimento Sustentável por meio da Educação Ambiental requer que educadores e educandos reflitam criticamente em suas próprias comunidades, identifiquem elementos inviáveis em suas vidas, explorem tensões entre os valores e objetivos conflitantes mostrando que o sadio e necessário exercício da participação social e a defesa da cidadania são práticas indispensáveis à democracia e à emancipação socioambiental.

### Educação ambiental com nova consciência de lugar e processos

Outro aspecto sobre educação ambiental que deve ser objeto de reflexão é a tomada de consciência num nível de análise maior que tínhamos no passado; não mais restrita a simples, porém predatória apropriação da natureza para nosso bem estar material, tampouco pensar uma natureza que

esteja à mercê do homem e seus desejos. Pensar a natureza é pensar no direito à vida seja ela qual for, é superar uma visão utilitarista do meio ambiente.

Na prática é ensinar, por exemplo, que os efeitos deletérios do desmatamento do cerrado vão além de uma flora e um bioma que desaparece, mas do conjunto de vida que se desenvolveu num modo próprio de sustentabilidade durante centenas de anos. É refletir sobre o desaparecimento de povos, desde as comunidades indígenas que são exemplos de sustentabilidades como: os Xavantes, Tapuias, Karajás, Avá-Canoeiros, Krahôs, Xerentes, Xacriabás. Às comunidades tradicionais como as quebradeiras de Coco, os agroextrativistas, quilombolas, veredeiros, pescadores artesanais, retireiros, e geraizeiros, ou seja, comunidades que atingiram um grau de permanência e adaptação ao meio que faz delas pessoas singulares no manejo sustentável do meio ambiente, pois além de retirarem o seu sustento do cerrado, fazem dele sua cultura, seu modo de vida, festas e ritos.

Educação Ambiental é aprender a diversidade e como certas comunidades vivem e cuja existência não se faz sem a ideia de lugar, com todas as características ambientais que aí existem.

Quando falamos em Educação Ambiental devemos atentar para este nível de consciência crítico-reflexiva, pensando na rede de relações e de existências coetâneas ao nosso mundo e coparticipantes de nossa sobrevivência seja ela qual distância estiver de nós. Por outro lado, as ações positivas sobre o meio ambiente também entram nesse nível de consciência superior. Exemplificando: o combate ao desperdício da água é mais que dela se desfazer sem necessidade e comprometer sua fonte. Assim, o aluno deve ser levado a entender que a prática do desperdício se insere numa visão de abundância que é falsa e que se estabelece como uma concepção errônea dos recursos na natureza. Deve estar claro, que água em seus ciclos e sua existência sempre se dá dentro de um equilíbrio ambiental bastante complexo e instável, cujas ações mesmo pequenas podem refletir em vários tipos de desajustes naturais e com consequência antrópicas.

A ação do homem, seja em qual escala, reflete na natureza e em sua sociedade e, isso que é importante, as ações humanas. Essa dimensão de consciência faz parte de uma Educação Ambiental que se educa para a prática, mas que ao mesmo tempo redefine-se uma consciência de mundo mais rica e ampla que as antigas visões unilaterais do homem sobre o mundo. Estas visões de mundo são perspectivas de lugar e ações. Neste caso, a escola em seu trabalho transversal de Educação Ambiental, deve atentar claramente para a consecução de prática transformadora e conjunta, pois o interdisciplinar não deve ficar, unicamente, na visão científica. Essa prática é fundamental e profícua no entendimento dos processos, como novamente na questão da água que vai desde seu ciclo, sua química e potabilidade, sua geografia e área de escassez e

mesmo a matemática dos volumes e da extensão dos aquíferos e, enfim, de todos os processos químicos, biológicos e geocológicos que giram em torno desse recurso essencial à vida.

O papel da escola é nesse ponto fundamental, pois como dissemos em parágrafos anteriores, além do entendimento do que sejam esses elementos e processos constituintes do meio, devemos nos preocupar com as tradições culturais, já que não estamos num plano externo à natureza, mas em vivência com ela, com nossos usos e nossas representações simbólicas.

Retomando o exemplo da água, será que temos a mesma visão da água que tem o morador da região do vale do Itajaí em Santa Catarina em comparação com o habitante da zona do Agreste ou Sertão Nordeste? Naquela região as enchentes e os prejuízos materiais são frequentes em relação às cheias da rede hidrográfica da região. Mas há os riscos ambientais em jogo, muitas vezes mal dimensionados, além das ocupações de risco em área de forte deflúvio e em vertentes expostas a deslizamentos. Muitas pessoas que moram nestas áreas vivem com medo e receios quanto à força e capacidade de destruição da água. Ali o homem e o meio estão convivendo com a natureza, mas às vezes numa relação conflituosa. Já os habitantes de muitas áreas do semiárido Nordeste, podem ter uma visão oposta dos que moram no vale do Itajaí, pois, o que preocupa são os regimes duradouros de estiagens, e a água passa a ser, motivo de disputas em muitas localidades. Além das paisagens semiáridas, há toda uma cultura e tradições com representatividades do meio diferentes daqueles da Região Sul. A escassez da água e seu valor social são distintos. Ali o medo e o receio estão direcionados quanto a sua falta e ela é vista numa maior expectativa de abundância e felicidade. Assim pode-se falar que seu uso é bem diferente dos habitantes da Região Sudeste, afinal os usos da água são mais abundantes e amplos, desde recursos imprescindíveis aos complexos industriais a balneário termais dos mais simples aos mais sofisticados.

Ainda explorando o mesmo exemplo, água que é fonte de vida pode ser fonte da morte, quando as ações humanas poluidoras de rios e águas subterrâneas voltam-se contra a sociedade. O rio Tietê, da área metropolitana de São Paulo, é o exemplo mais próximo de como o desenvolvimento antropocêntrico e economicista aliado à falta de uma consciência ambiental pode ter por consequência uma tragédia. Quantos organismos e peixes deixaram de existir ali? Quanto de atividades humanas com o rio deixaram de existir, como fonte de vida. Há um rio morto, à vista de todos! Exemplo ultrarrealista de nossa capacidade tecnológica mal empregada de como um modo de produção pode afetar o ambiente e como a falta de Educação Ambiental pode empobrecer o entorno.

Mas estamos numa nova era em que a tecnologia pode ser empregada também para tentar reverter os estragos humanos, seja

nas ações individuais como nas ações públicas e corporativas, assim se dá com o programa de despoluição do rio Tietê. A Educação Ambiental atua nesse ponto, identificando o quanto o social, o político, o econômico e o tecnológico se entrelaçam ao ambiental e do bem-estar.

Finalmente seria interessante dizer que não podemos pular do egocentrismo extremo para ecocentrismo também radical. É necessário a visão concreta da realidade que se junta à objetividade que está imanente na busca por formas de preservação e educação para um ambiente sustentável assim como as subjetividades inerentes à visão do meio natural e dos povos com seus usos e costumes singulares. Educação Ambiental exige o esforço de uma consciência cidadã coletiva que compreende que nosso mundo é o mesmo mundo de outros povos. Apesar das particularidades de lugares e de seus processos e representações, todos somos viventes de um mesmo planeta cujos recursos são limitados e cujas diferentes vidas que se sustentam nele estão num equilíbrio instável e delicado.

Se hoje podemos nos referir a um possível mundo socioambiental sustentável é porque isso se faz na História, através das lutas e participação das pessoas e movimentos sociais, inseridos em tomadas de consciências mais abrangentes, de um mundo que vai além apenas de nossos interesses imediatos. Por isso, uma Educação verdadeiramente Ambiental só pode ser genuína se ampliar a visão de mundo sobre o que podemos fazer por nosso lugar e nosso mundo. Trata-se de uma consciência social e, ao mesmo tempo, de uma prática política.

#### Notas:

1- Autor de livros Editora Saraiva; Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru.

E-mail: elianlucci@hotmail.com

2- Professor da Rede Estadual de Ensino; Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru. E-mail: solelvis@gmail.com

3- Professor do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza; Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru. E-mail: wellington.figueiredo@uol.com.br

4- Disponível em [www.cidade.usp.br/educar2003/mod6/arquivos/16.doc](http://www.cidade.usp.br/educar2003/mod6/arquivos/16.doc)

#### Referências:

- GONÇALVES, Carlos Walter Porto. Os (des)caminhos do meio ambiente. 2.ed. São Paulo: Editora Contexto, 1990.
- MOREIRA, Ruy. O círculo e a espiral – para a crítica da geografia que se ensina. Niterói: AGB-Niterói, 2004.
- SAVIANI, Dermeval. Educação: Do Senso Comum à Consciência Filosófica. Campinas: Autores Associados, 1996.
- Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações. 7ª.ed. Campinas-SP: Autores Associados, 2000.
- TUAN, Yi-Fu. Espaço e lugar: a perspectiva da experiência. São Paulo: Difel, 1983.

## Planeta terra e as mudanças climáticas



A Terra sempre teve alterações em seu clima. Vemos diariamente nos jornais e nas manchetes televisivas, alterações climáticas bruscas e relatos de inúmeras espécies de vegetais e animais que não existem mais no nosso planeta. O Homem sabe de sua responsabilidade e tem consciência de que se não modificar sua ação quanto ao uso racional dos recursos naturais, estará fadado às alterações climáticas profundas.

Hoje a discussão se direciona a uma possível reorganização da sociedade e de seu modo de vida, pois se houver mudanças bruscas no clima, será que a humanidade conseguirá se adaptar?

Qual será o nosso papel nessa história? Cada um de nós já deve ter se preocupado com esse assunto e analisado como sua conduta diária concorre para essas alterações. Concordamos com alguns cientistas que preconizam que ao nascer já estamos alterando o clima do meio, e que as alterações climáticas sempre aconteceram e continuarão ocorrendo.

Essas mudanças foram pesquisadas por cientistas, que as classificaram como as principais modificações sofridas pela Terra desde o seu surgimento. Estudamos nas ciências geográficas, no tocante ao "Tempo Geológico", alterações nas formas de vida da Terra e na sua constituição.

Você consegue imaginar o mundo há milhões de anos e identificar quais foram as ações das primeiras formas de vida para alterar o clima no mundo?

As Mudanças Climáticas são fontes de inúmeras publicações atuais e, inclusive, de produções hollywoodianas. Seu estudo, na maioria das vezes, é realizado mediante registros fósseis de plantas e animais; Podemos mencionar a descoberta do Mamute da Sibéria, encontrado na lama do rio Beresovka, com pequenos ramos floridos ainda em sua boca, assim como a descoberta do filhote fêmea de Mamute em 2007 também na Sibéria. Qual catástrofe climática poderia tê-los acometido?

O filme "O Dia Depois do Amanhã", lançado em 2004, dirigido por Roland Emmerich, explicou a teoria defendida por IMANUEL VELIKOYSKI (1952), segundo a qual somente uma mudança no eixo da Terra, poderia causar o fenômeno meteorológico capaz de romper a fina crosta terrestre e liberar gases e poeira que cobririam o Sol. Esses gases seriam congelados nas grandes altitudes e quando atingissem a Sibéria, no ciclo

normal dos ventos, poderia estar a menos de 100°C, congelando os animais instantaneamente. Seria uma previsão do que poderia nos acontecer no futuro? Para responder tal pergunta faz-se necessária uma volta à história do Tempo Geológico da Terra, desde sua formação até os dias atuais.

A Terra foi, um dia, muito quente (Arqueozóico) e assolada pela radiação, principalmente por raios ultra-violetas, sendo a composição da atmosfera rica em hidrogênio, metano e amônio, que devido à radiação acabavam se transformando em nitrogênio e dióxido de carbono, fazendo com que o pouco oxigênio existente se extinguisse pela reação química. Com o passar do tempo, já no período Proterozóico, ocorreram alterações significativas, quando gases foram liberados do interior da Terra, havendo grande acúmulo de oxigênio na atmosfera, formando nuvens de chuvas torrenciais, que deram origem aos grandes oceanos, ocasião que registra o aparecimento dos primeiros seres vivos da Terra (Unicelulares). No final dessa Era, o excesso de gases na atmosfera impediu a entrada dos raios solares. Consequentemente, a temperatura despencou dando início à primeira Era Glacial. No período entre o Paleozóico e Mesozóico (550 a 250 milhões de anos atrás), com a dissipação dos gases, a radiação solar pode dar início ao degelo. O efeito estufa ajudou a reter o calor, propiciando a vida, novos tremores, nova era do gelo e finalmente com a temperatura estabilizada em 15°C, surgiram os dinossauros (STIPP,2008). Pesquisas revelam que a temperatura era entre 6 a 8°C mais alta que hoje, com uma estação no ano bem definida, bastante chuvosa, auxiliada pela intensa evaporação do Oceano Pantalassa e da evapotranspiração das grandes florestas da Pangeia. De acordo com as teorias mais aceitas, a instabilidade climática deu-se a partir da queda de um meteoro de tamanho entre 6 e 14Km, na região do Golfo do México conjuntamente com a erupção do megavulcão na Gondwana (região da Índia). Isso provocou novamente o deslocamento do eixo da Terra e o levantamento de uma camada densa de poeira que impediu a entrada da luz solar. Cientistas afirmam que a Terra permaneceu na sombra por seis meses, o que acarretou na mortandade de plantas e animais. A partir daí a Terra começa a sofrer um processo de resfriamento considerado o segundo maior do

planeta, com a estabilização do clima e do processo de aquecimento. Então temos uma constatação de que a Terra passou por períodos interglaciais com durações diversas (Figura abaixo).

O último período glacial conhecido como WÜRN se prolongou por 80.000 anos. No decorrer desse tempo, quase a totalidade da Terra esteve sob camadas de gelo. Baseados nesses estudos podemos imaginar como seria atualmente a região antártica e o ártico. As principais consequências dessas flutuações climáticas, esquentando e esfriando, provocaram a redução das águas oceânicas e a invasão das águas ao longo dos continentes, moldando sua fisionomia. Podemos exemplificar o carreamento de terra da região hoje localizada na Bacia Amazônica que, em período pretérito, fora invadida pelo oceano. Igualmente não podemos deixar de lado as invasões biológicas que espalharam suas sementes pelos diversos continentes.

Estamos no período conhecido como Quaternário, que se iniciou há 1,6 milhões de anos e teve pequenas eras de gelo. Hoje a temperatura na Terra se tornou mais amena, por isso alguns estudiosos chamam o atual período climático de "longo verão". Contudo, há cientistas preocupados com o excesso de gases do efeito estufa, liberados pela queima dos combustíveis fósseis, que impedem novamente a passagem dos raios solares, podendo dar início a uma Nova Era do Gelo.

Será que estamos nos aproximando de uma nova Era Glacial? Segundo FREE(1999) e CROWLEY(2001), alguns séculos atrás, a Terra passou por uma leve Era Glacial, chamada de pequena Era do Gelo, devido à baixa intensidade solar, batizada de Mínimo de Maunder (homenagem ao cientista Edward Maunder). Foi uma grande coincidência da baixa atividade solar e da intensificação das atividades vulcânicas, o que acarretou alteração sensível no clima do hemisfério norte. Observa-se a veracidade desse acontecimento quando se analisa o carbono-14, presente nos anéis das árvores, pois quanto maior a oferta desse composto menor será a atividade solar. Cientistas acreditam que se ocorresse novamente outro Mínimo de Maunder, nada aconteceria com o clima da Terra, cuja oscilação seria apenas de 0,1°C a 0,3°C de aquecimento; já o contrário, a ação do Homem, de acordo com estudos sobre os gases do efeito

estufa e sua emissão, afetaria em cerca de 3,7°C (FEULNER, 2010).

Estamos no último período das interglaciais, que começou há cerca de 11.000 anos (Figura abaixo), e na iminência de enfrentar uma nova Era do Gelo, porém alguns cientistas afirmam que precisaríamos de uma mudança brusca no eixo da Terra, para que isso afetasse a insolação, causando o gradativo aumento das calotas polares e daqui cerca de 10 a 20 mil anos a Terra entraria novamente em uma Era Glacial.

Segundo Augustin (2004), uma perfuração da camada de gelo na Antártica, proporcionou uma visão de temperaturas até 720.000 anos atrás, e pode-se observar que as condições climáticas de 420.000 anos eram similares às condições atuais e a interglacial durou aproximadamente 28.000 anos, sugerindo a mesma condição para a atualidade, quer dizer, não se pode afirmar que idênticas condições ocorram atualmente, pois na época não havia a interferência humana no processo.

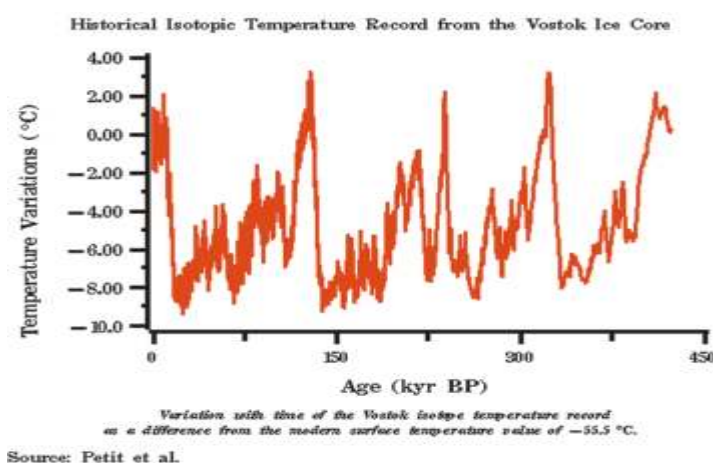
Essa intervenção é denominada por Archer (2005), como o "gatilho" da Glaciação. O que seria necessário para desencadear uma nova Era do Gelo? O deslocamento do eixo da Terra faria diminuir a insolação, proporcionando o acúmulo dos gases do efeito estufa, começando o resfriamento do planeta?. Para termos certeza de que uma nova Era do Gelo está a caminho precisamos ficar atentos às calotas polares e verificarmos constantemente se ocorre ou não o seu aumento. Todavia, o que temos hoje é a degradação do permafrost ártico e derretimento dessas calotas polares a cada ano, portanto devemos nos preocupar mais com o aquecimento global, suas alterações e consequências em face dos últimos acontecimentos pelos quais o planeta vem passando, ou seja, estações do ano pouco diferenciadas, inundações tanto no hemisfério norte quanto no hemisfério sul, períodos prolongados de estiagens ou secas em todos os continentes, dentre outros fenômenos climáticos.

### Notas:

1- Professor da Universidade Federal Tecnológica Londrina/PR. E-mail:mstipp@uol.com.br

### Referências:

- ARCHER, D. Fato f Fossil Fuel CO2 in Geologic Time. In *Journal of Geophysical Research*, vol 110. Chicago. Illinois. USA. 2005. AUGUSTIN, L. *Oito ciclos Glaciais de um Núcleo de Gelo da Antártida*. In. *Nature Internacional Weekly Journal of Science*. Fev. 2004. CROWLEY, T.J. *O que causou a pequena Idade do Gelo?* União Geofísica Americana, Encontro de Outono.2001. FEULNER, G. S. Rahmstorf, 2010: *sobre o efeito de um mínimo de New Grand Atividade Solar sobre o clima futuro da Terra*, *Geophysical Research Letters*, 37. 2010 PETIT, J.R, et. alli. *Climáticas e atmosféricas de história dos últimos 420 mil anos a partir do núcleo de gelo de Vostok*, na Antártida *Nature* 399: 429-436. 2000. STIPP, M.E. F.(colaborador). *Atlas Ambiental Bebedoura/SP Brasil*. Vinicius Saraceri – Diretor Geral. São Paulo. Vistadivina.2008 VELIKOYSKI, I. *Ages in Chaos Gardem City*. NY. Doubleday.1952.



## Desastres naturais: conceitos e classificações

### Desastres Naturais no mundo e no Brasil

Nos últimos anos o mundo experimentou uma série de eventos naturais com energia suficiente para desencadear grandes desastres naturais. A amplitude dos eventos naturais tem provocado verdadeiras devastações em seu caminho, e quando a trajetória desses eventos encontra ocupações humanas mais vulneráveis podem provocar mortes e um grande número de refugiados ambientais, que com medo em voltar para seu ambiente devido ao risco, procuram por amparo e um novo lugar para se abrigar com mais segurança. O rastro de destruição e danos deixados pelos desastres naturais são sentidos na economia, que se encarrega dos custos da reconstrução da área atingida e de paralisações decorrentes das interdições. Consequências maiores são sentidas pela sociedade, na qual além dos crescentes números de vítimas, cresce o temor de novos eventos extremos. Desse modo, pode-se dizer que:

**DESASTRE NATURAL = f (Evento Natural, Danos, Prejuízos)**

Em um passado recente, tivemos em 2004 um tsunami provocado por um terremoto de 9 graus na escala Richter que atingiu o sul da Ásia, causando a morte de aproximadamente 158 mil pessoas, principalmente na Indonésia, Sri Lanka, Índia e Tailândia. O Japão presenciou no ano de 2011, um dos maiores desastres naturais de sua história ao ser atingido por um tsunami deflagrado por um forte terremoto no litoral nordeste do País, que causou aproximadamente 15 mil mortes e uma grave crise nuclear em razão dos danos causados na central nuclear de Fukushima Daiichi, pois com emissões radioativas provocaram a repentina evacuação em massa da região e o temor de uma contaminação extensa e duradora no meio ambiente. O terremoto que atingiu o sudoeste chinês em 2008, alguns meses antes das olimpíadas que ocorreram no País, devastou e arruinou diversas cidades, provocou o desmoronamento de escolas durante o horário de aula, afetou e desabrigou mais de 10 milhões de pessoas e causou a morte de cerca de 50 mil pessoas. Inundações e deslizamentos de terra em dezembro de 1999 na Venezuela provocaram a morte de aproximadamente 20 mil pessoas, cidades da costa venezuelana foram varridas para o mar, os danos econômicos foram estimados em mais de um bilhão de dólares na época. O mesmo ocorreu no Brasil no início do ano de 2011, onde a região serrana do estado do Rio de Janeiro foi atingida por uma intensa precipitação que desencadeou uma série de escorregamentos, corridas de lama e inundações, esse desastre se tornou inclusive

um dos maiores desastres naturais já registrados no País, tanto no aspecto de vítimas, contabilizando mais de 900 mortes, como por danos a infraestrutura e economia local. Ondas de calor também têm causado desastres naturais, um caso em destaque foi o verão europeu de 2003 quando uma forte onda de calor causou um dos verões mais quentes já registrados na Europa, causando a morte de aproximadamente 35 mil pessoas, principalmente idosos que se mostram mais vulneráveis e sensíveis às altas temperaturas.

Os prejuízos ainda foram significantes para a agricultura que sofreram o efeito da seca; e ainda o calor aliado ao longo período de estiagem e baixa umidade relativa do ar provocou um aumento no número de incêndios florestais naquele verão. A Suíça, famosa pelos Alpes, sofreu com o degelo nos Alpes que causou avalanches e inundações pelo País. Em 2005 os Estados Unidos, em especial a região de New Orleans, foram atingidos pelo Furacão Katrina, sendo considerada a tempestade mais destrutiva da história americana em termos de perdas econômicas, também pelo fato de ter causado o rompimento de um dique, provocando a inundação de uma extensa área. O Katrina ainda causou mais de 1800 mortes diretas pelo furacão e também por consequências das inundações subsequentes. Mesmo o Brasil onde era improvável e até então não se tinha registrado ocorrência de furacões, em 2004, os habitantes da região sul foram castigados por fortes ventos pelo primeiro furacão a atingir o Atlântico Sul, o Catarina, que arrasou cidades, deixando casas destelhadas e destruídas, 4 mortes registradas e 7 marinheiros desaparecidos, prejuízos na agricultura, paralisação da produção industrial que causou prejuízos econômicos e demissões.

São inúmeras as razões para explicar a crescente quantidade de eventos extremos que têm atingido a humanidade e causado desastres naturais. Um dos princípios fundamentais no estudo de desastres naturais é que a população está aumentando e intensificando o efeito do perigo a desastres (KELLER; BLODGETT, 2008, p. 2). Segundo o relatório do IPCC (2007), há o aumento da temperatura média global; elevação do nível médio do mar; os períodos de secas estão mais intensos e longos sobre áreas mais amplas; a frequência de eventos de forte precipitação aumentou; ondas de calor, assim como dias e noites mais quentes se tornaram mais frequentes; nas últimas décadas com a observação do aumento da temperatura da superfície do mar nos trópicos, houve o aumento da atividade dos ciclones tropicais no Atlântico Norte. Estas variações contribuem para eventos naturais mais intensos que desencadeiam em desastres naturais.

O número de pessoas em risco tem crescido de setenta a oitenta milhões por ano.

Mais de noventa por cento dessa população encontra-se nos países em desenvolvimento. Em teoria, os perigos naturais ameaçam igualmente qualquer pessoa. Na prática, proporcionalmente, eles atingem os mais pobres mais do que todos. Isto devido a uma conjunção de fatores: há um número muito maior de populações de baixa renda vivendo em moradias mais frágeis, em áreas mais densamente povoadas e em terrenos de maior suscetibilidade aos perigos. Assim a estratégia de redução de desastres precisa ser acompanhada do desenvolvimento social e econômico e de um cuidadoso gerenciamento

ambiental. Estes são os pilares do desenvolvimento sustentável. (UN-ISDR, 2004, p. xi-xii).

A falta de conhecimento e preparo da população para enfrentar os fenômenos naturais, faz aumentar o seu risco durante cada evento. Com o aumento vertiginoso da ocupação que vive em área de risco, somado a ocorrências de fenômenos naturais extremos, é importante que haja ações de educação ambiental, orientação e planejamento territorial, que ajudem a população a se prevenir contra os desastres, diminuindo a exposição da população ao risco.

### Classificações dos processos naturais e dos termos relacionados

Eventos ocorrem na natureza sem qualquer interferência humana. O planeta Terra apresenta forças internas e externas que juntas dão uma característica dinâmica a paisagem. Essas forças são responsáveis pelos principais fenômenos que desencadeiam em desastres naturais. As forças internas estão ligadas às ocorrências de terremotos, tsunamis e vulcanismo, enquanto as forças externas às inundações e enchentes, escorregamentos, erosão, furacões, tornados, tempestades e estiagem, entre outros.

Os desastres naturais podem ser divididos por grupos (biológico, geofísico, hidrológico, meteorológico e climatológico). O quadro na Figura 1 mostra alguns desastres naturais por grupo, segundo Annual Disaster Statistic Review 2010 (GUHA-SAPIR, et. al. 2011).

Desastres Naturais			
<b>Biológico</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Epidemias</li> <li>• Doença infecciosa viral</li> <li>• Bactéria infecciosa</li> <li>• Parasita infeccioso</li> <li>• Fungo infeccioso</li> <li>• Infestação de insetos</li> </ul>	<b>Geofísico</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terremoto</li> <li>• Vulcão</li> <li>• Movimento de Massa (seco)</li> <li>• Queda de blocos</li> <li>• Deslizamentos</li> <li>• Avalanche</li> <li>• Subsidência</li> </ul>	<b>Hidrológico</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundações</li> <li>• Enchentes</li> <li>• Tempestade</li> <li>• Inundações Costeiras</li> <li>• Movimento de Massa (molhado)</li> <li>• Queda de blocos</li> <li>• Deslizamentos</li> <li>• Avalanche</li> <li>• Subsidência</li> </ul>	<b>Meteorológico</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempestade</li> <li>• Ciclone Tropical</li> <li>• Ciclone extratropical</li> <li>• Tempestade local</li> </ul>
			<b>Climatológico</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturas extremas</li> <li>• Onda de Calor/Frio</li> <li>• Condição extrema no inverno</li> <li>• Seca</li> <li>• Queimadas</li> </ul>

Figura 1 - Desastres Naturais divididos por grupos. Fonte: Annual Disaster Statistic Review 2010 (GUHA-SAPIR, et. al. 2011),

Porém, é de conhecimento que eventos como inundações e enchentes, escorregamentos de massa, queimadas, erupções, terremotos, tsunamis, entre outros, são processos naturais que ocorrem em diversas regiões do planeta desde antes da ocupação humana. É a partir do momento em que o homem se coloca no caminho dos fenômenos naturais que ocorrem os desastres. Fenômenos naturais como “[...] enchentes não causariam desastres se a ocupação de planícies inundáveis fosse evitada, e processos de movimentos de massa não seriam tão trágicos se a população não ocupasse as encostas.”

(HOGAN, MARANDOLA JR., 2009, p. 55). “Um desastre natural é somente um desastre por que as pessoas estão no lugar errado e no momento errado, não tinham escolha a não ser estar no caminho de um desastre ou foram pegos de surpresa quando ocorreu o desastre.” (UN-ISDR, 2004, p. xi).

Para que ocorra um desastre, os fenômenos naturais devem causar danos à economia, a sociedade, ao ambiente e perdas materiais suficientes para que aquela área afetada não tenha capacidade de se recuperar com seus próprios recursos locais. Os critérios adotados no Annual Disaster Statistic Review 2010 (GUHA-SAPIR, et. al. 2011), define

desastre a partir da ocorrência de um dos critérios abaixo:

- 10 ou mais mortes;
- 100 ou mais pessoas afetadas;
- Declaração de estado de emergência;
- Pedido de auxílio internacional.

Ao tratar desastres naturais é importante conhecer os principais termos usados para poder compreender os elementos envolvidos e evitar erros quando usados. Para criar um entendimento comum dos termos, utilizaremos as definições estabelecidas pela Organização das Nações Unidas, em UN-ISDR (2004, p.16-17).

**Desastre:** uma séria ruptura no funcionamento de uma comunidade ou uma sociedade causando perdas humanas, perdas materiais, econômicas e degradação ambiental, os quais excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afetada em lidar com seus próprios recursos.

**Perigo:** um evento físico potencialmente prejudicial, fenômeno natural ou atividade humana que pode causar perda de vida, danos a propriedades materiais, a sociedade e interrupções na economia ou degradação ambiental.

**Vulnerabilidade:** condições determinadas pelas características física, social, econômica, e fatores ou processos ambientais, os quais aumentam a susceptibilidade de uma comunidade aos impactos do perigo.

**Risco:** a probabilidade de consequências prejudiciais, ou perdas esperadas (mortes, pessoas afetadas, danos às propriedades, meios de subsistência, atividade econômica interrompida ou danos ambientais) resultado das interações entre perigo natural ou por indução humana e condições de vulnerabilidade.

**Prevenção:** atividades que proporcionam evitar os impactos prejudiciais dos perigos e significa minimizar os efeitos relacionados aos desastres.

**Mitigação:** medidas estruturais e não estruturais empreendidas para limitar o impacto negativo dos desastres naturais.

**Gerenciamento de Risco:** processo sistemático de usar decisões administrativas, organização, operação de habilidades e capacidades para implementar políticas, estratégias e capacidades de reação da sociedade e das comunidades para diminuir os impactos dos riscos naturais. Isto inclui todas as formas de atividades, incluindo medidas estruturais e não estruturais para evitar (prevenção) ou limitar (mitigação) os efeitos adversos dos perigos.

## Resultados provocados por Desastres Naturais

Todos os anos no Brasil e no mundo os desastres naturais deixam rastros de destruição, resultando em muitas vítimas, danos físicos e por consequência altos prejuízos econômicos. O prejuízo é sentido diferentemente em cada país afetado, países mais desenvolvidos, que possuem uma economia mais avançada e estável, apresentam

uma capacidade maior de enfrentamento e recuperação do estado anterior ao desastre. Lembrando que um mesmo fenômeno quando ocorre em uma área sem ocupação humana e moradias, é considerado apenas um evento natural, contudo, ao atingir uma área habitada, e quanto mais frágil for a comunidade desta área, maior será o impacto do desastre e maior o dano causado.

Na Figura 2 é apresentado o número de ocorrências e vítimas dos desastres, bem como o número de desastres ocorridos nos últimos 20 anos.

Segundo Annual Disaster Statistic Review: Em 2010, 385 desastres naturais mataram mais do que 297 mil pessoas em todo o mundo, afetaram mais do que 217 milhões de outras pessoas e causaram US\$ 123.9 bilhões em danos e prejuízos. Um total de 131 países foram atingidos por estes desastres naturais, embora somente 10 países contabilizem 120 dos 385 desastres (31.2%). Similar aos anos anteriores, China, Índia, Filipinas, Estados Unidos e Indonésia foram os países mais frequentemente atingidos por desastres naturais. (GUHA-SAPIR, et. al. 2011, p. 12)

O mesmo relatório, Annual Disaster Statistic Review (GUHA-SAPIR, et. al. 2011), aponta que mais de 40.1% da população do Haiti, ou um total de aproximadamente 4

milhões de vítimas, contabilizando 316.000 mortes, foram afetadas por um forte e destrutivo terremoto do dia 12 de Janeiro de 2010, deixando o País em ruínas e com um prejuízo de cerca de 8 bilhões na sua empobrecida economia, salientando que o custo do terremoto superou o Produto Interno Bruto (PIB) em 123.5%, além do país apresentar um baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), tendo o terremoto intensificado os problemas sociais e econômicos da região.

De acordo com o Annual Disaster Statistic Review 2008 (RODRIGUEZ, et. al. 2009), o Brasil ficou na 10ª posição dos países com maiores números de mortes, foram 203 por desastres hidrológicos. No mesmo relatório, o Brasil aparece em 10º lugar em número de vítimas por desastres, sendo 1.8 milhões de vítimas e na 7ª posição em quantidade de perdas econômicas, marcando um bilhão de dólares em prejuízos oriundos de desastres hidrológicos.

Em relação aos danos econômicos, segundo Annual Disaster Statistic Review (GUHA-SAPIR, et. al. 2011), comparado ao ano de 2009, 2010 somou perdas na ordem de US\$ 123.9 bilhões, um aumento de 160.4% e também acima da média para o período de 2000 a 2009, que foi de US\$ 98.9 bilhões (Figura 3).



Figura 2 - Número de Desastres e de vítimas. Fonte: Annual Disaster Statistic Review 2010 (GUHA-SAPIR, et. al. 2011).

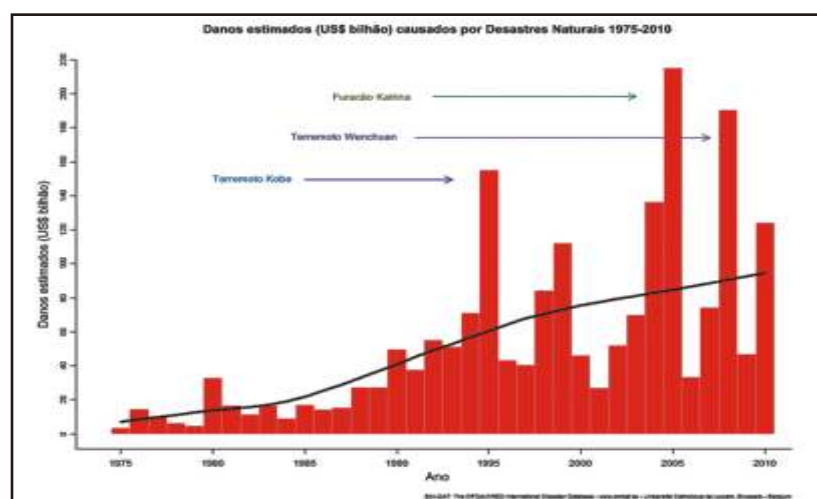


Figura 3 - Prejuízos econômicos. Fonte: EM-DAT Database (2011).

### Notas:

1- Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

E-mail: eymar@dpi.inpe.br;

2- Bolsista do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

E-mail: joaoreis@dpi.inpe.br

### Referências:

- EM-DAT *Emergency Database*. OFDA/CRED - The Office of US Foreign Disaster Assistance. *Centre for Research on the Epidemiology of Disaster* - Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. Disponível em: <http://www.emdat.be/database>. Acesso em: setembro de 2011.
- GUHA-SAPIR, D., VOS, F., BELOW, R., PONSERRE, S. *Annual Disaster Statistical Review 2010: The numbers and trends*. CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disaster. Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium, 2011. Disponível em: <http://www.emdat.be/publications>. Acesso em: setembro de 2011.
- HOGAN, D. J. (Org.), MARANDOLA Jr., E. (Org.). *População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais*. - Campinas: Núcleo de Estudos de População-NEPO. UNICAMP; Brasília: UNFPA, 2009.
- KELLER, E. A., BLODGETT, R. H. *Natural hazards: earth's processes as hazards, disasters, and catastrophes*. 2nd ed. - 2008. RODRIGUEZ, J., VOS, F., BELOW, R., GUHA-SAPIR, D. *Annual Disaster Statistical Review 2008: The numbers and trends*. CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disaster. Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium, 2009. Disponível em: <http://www.emdat.be/publications>. Acesso em: setembro de 2011.
- UN-ISDR - *United Nations International Strategy for Disaster Reduction. Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives*. Inter-Agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), Geneva, Suíça, 2004. Disponível em: <http://www.unisdr.org>. Acesso em: setembro de 2011.

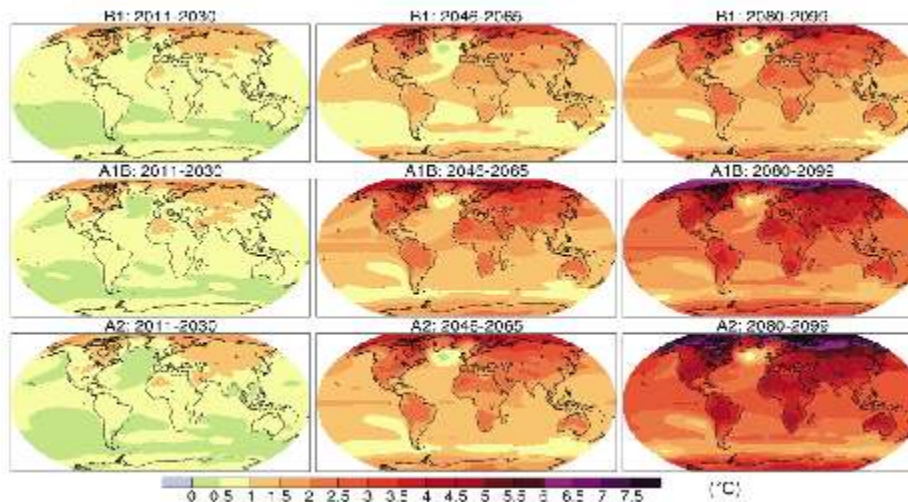
## Efeito das mudanças climáticas no Brasil

### Introdução

A partir do final do século XIX e no século XX há um aumento significativo da produção industrial e um crescente aumento da quantidade de poluentes na atmosfera, sobretudo nos últimos 70 anos, com o aumento da quantidade dos chamados gases estufa na atmosfera, tais como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>) e os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e, portanto, a intensificação do efeito estufa. Com isso, há também um crescente aumento da temperatura média global, o que é chamado de aquecimento global. Hoje, existe um grande consenso na comunidade científica que se ocupa do estudo das mudanças climáticas, refletido, por exemplo, nas análises sistemáticas do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC, na sigla em Inglês), de que o aquecimento global observado é explicado pelas emissões antropogênicas dos Gases de Efeito Estufa - GEE (principalmente, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, CFCs) e de aerossóis, e não por eventual variabilidade natural do clima.

As medidas de temperatura média global, a partir de uma rede de estações meteorológicas em diversas partes do globo, tiveram início em 1850. O ano de 1998 foi o mais quente já registrado com +0,54°C acima da média histórica, que é a média do período que vai de janeiro de 1961 a dezembro de 1990. A temperatura média global do planeta à superfície vem aumentando nos últimos 120 anos, já tendo atingido aumento de 0,74°C em 100 anos (1906 a 2005), tendo a maior parte deste aquecimento ocorrido nos últimos 50 anos, sobretudo no Hemisfério Norte. O aumento da temperatura de cerca de 0,74°C durante o século passado é pequeno se comparado com as projeções de aquecimento para o século XXI. As projeções do quarto relatório do IPCC de 2007 (relatório do IPCC de 2007, a partir daqui chamado de IPCC AR4 - IPCC, 2007) indicam, para o final deste século, um aumento da temperatura média global entre 1,8°C e 4,0°C e um aumento do nível médio do mar entre 0,18 m e 0,59 m, o que pode afetar significativamente as atividades humanas e os ecossistemas terrestres.

O segundo e terceiro relatórios de mudanças climáticas do IPCC (IPCC, 1996, 2001) demonstraram que o aquecimento global tem alta probabilidade de ser causado pelas emissões antrópicas de gases de efeito estufa. Já o relatório IPCC AR4 (IPCC, 2007) aponta para a influência do homem como o responsável pelo aquecimento global. O gradual aquecimento global provoca uma maior dinâmica atmosférica, acelerando os ciclos hidrológico e de energia na atmosfera, que consequentemente podem afetar a frequência e a intensidade de eventos extremos climáticos. Tanto as mudanças médias do clima, quanto o possível aumento da frequência dos extremos poderiam ampliar a instabilidade dos ecossistemas e acelerar as taxas naturais de extinção de espécies.



Sendo assim, é importante entendermos quais são as vulnerabilidades e os potenciais impactos do aquecimento global nas atividades humanas e nos ecossistemas no Brasil para que sejam definidas medidas,

estratégias e políticas de mitigação e adaptação aos impactos deste aquecimento, uma vez que a mudança do clima não é mito, não é moda, é uma realidade.

### Mudanças climáticas: causas antropogênicas

O efeito estufa foi observado, pela primeira vez, por Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), no século XIX. Fourier foi o primeiro a conceber a Terra como uma estufa gigante que viabilizava a vida de plantas e animais em sua superfície.

Em 1896, Svante Arrhenius (1859-1927) criou um modelo para estudar a influência do gás carbônico residente na atmosfera sobre a temperatura da Terra. Arrhenius usou as medições de emissão de calor no espectro, realizadas por Samuel Langley (1834-1906), para calcular os coeficientes de absorção de H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub>, pontos-chave para a construção do modelo que concebera. Quais as causas das Eras Glaciais, atual objeto de estudo em alguns centros de pesquisa, como o Stockholm Physics Society, era uma das perguntas que Arrhenius buscava responder.

Os experimentos de Arrhenius foram muito bem sucedidos e seus resultados têm sido comprovados por modernas simulações de computador. Arrhenius foi o primeiro a abordar o efeito dos aerossóis na regulação da temperatura do planeta, referindo-se a eles como hothouse gases, e não greenhouse gases (gases de efeito estufa), como nos dias de hoje. Considerando os avanços científicos sintetizados pelos relatórios do IPCC, a nível global e os estudos recentes observacionais e de modelagem sobre a variabilidade climática de longo prazo e mudanças climáticas futuras, chega-se à conclusão de que o clima, de fato, está mudando global e regionalmente.

O IPCC AR4 (IPCC, 2007) sugere que é muito provável (probabilidade maior do que 90%) que a maior parte do aumento observado

nas temperaturas médias globais desde meados do século XX se deveu ao aumento observado nas concentrações antrópicas de gases de efeito estufa. Conclui-se, então, que as mudanças climáticas antropogênicas estão associadas às atividades humanas com o aumento da poluição por: queima de combustíveis fósseis, queimadas, desmatamento, formação de ilhas de calor etc. A partir do final do século XIX e no século XX houve um aumento significativo da produção industrial e um crescente aumento da quantidade de poluentes na atmosfera, e com isso, houve também um crescente aumento da temperatura global.

As projeções das mudanças climáticas são feitas utilizando-se os chamados modelos climáticos. Esses modelos consideram que o estado da atmosfera é o resultado de complexas interações com todos os outros sistemas terrestres: oceanos, rios e lagos, o relevo, a cobertura de gelo e de vegetação, a emissão de gases de forma natural e antropogênica etc.

Utilizaram-se esses modelos, a partir de diferentes cenários de concentrações de gases de efeitos estufa, para fazer projeções climáticas. Os cenários de emissões elaborados pelo IPCC representam uma visão de diferentes possibilidades do desenvolvimento futuro da humanidade, a partir de indicadores como crescimento populacional, desenvolvimento socioeconômico, mudanças de tecnologia e respectivas emissões de substâncias que têm efeitos radiativos potenciais, como GEE e aerossóis.

As projeções climáticas do IPCC AR4

para este século indicam que a temperatura média do planeta continuará subindo, no mínimo mais 1,8°C e no máximo cerca de 4,0°C, com a melhor estimativa, segundo o IPCC (2007) que seja em torno de 3,0°C. Esse aquecimento varia segundo o grau de emissão de GEE: no cenário de altas emissões (A2) o aquecimento médio global até o final do século XXI poderá ser de até 3,6°C (variando de 2,0 a 5,4°C); no cenário de mais altas emissões (A1F1) o aquecimento é de 4,0°C (variando de 2,4 a 6,4°C); no cenário de baixas emissões (B1) o aquecimento até o final do século XXI será de 1,8°C (variando de 1,1 até 2,9 C). Para as próximas duas décadas, projeta-se um aquecimento de cerca de 0,2°C por década para uma faixa de cenários de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Mesmo que as concentrações de todos os gases de efeito estufa e aerossóis se mantivessem constantes nos níveis do ano 2000, seria esperado um aquecimento adicional de cerca de 0,1°C por década.

Há ainda muita incerteza em relação às possíveis mudanças na precipitação pluviométrica. Entretanto, as projeções do IPCC (2007) indicam que é muito provável que haja um aumento da intensidade da precipitação em diversas regiões, sobretudo na região tropical. Além disso, há projeções de secas generalizadas em regiões continentais durante o verão. É possível que os ciclones tropicais futuros (tufões e furacões) sejam mais intensos, com ventos e precipitações mais intensos associados com o aumento da temperatura do mar tropical.

A retração geral dos glaciares e capas de gelo continuará durante o século XXI e se projeta que a capa de neve e o gelo marinho do Hemisfério Norte continuará diminuindo.

As projeções do IPCC (2007) indicam uma diminuição do gelo no Ártico e na Antártica. Em algumas das projeções mais pessimistas estima-se que o gelo desaparecerá no Ártico no fim do verão, a partir da segunda metade do século XXI. É provável que a capa de gelo da Antártica adquira maior massa devido ao aumento das precipitações, e que a capa de gelo da Groenlândia perca massa devido ao aumento do escoamento superficial ser maior do que as precipitações. A capa de gelo da Antártica ocidental tem atraído especial atenção porque contém gelo suficiente para elevar o nível do mar em cerca 6 metros, e porque como grande parte da superfície terrestre da Antártica está abaixo do nível médio do mar, se houvesse um degelo da região em torno da Antártica, a invasão do mar nesta região poderia dar lugar a um rápido degelo da região continental da Antártica. Entretanto, há um amplo consenso de que é pouco provável que durante o século XXI ocorra perda de gelo continental antártico que determine um aumento importante do nível do mar.

A taxa de aumento do nível médio do



mar foi de 18cm por século entre 1961 e 2003 e aumentou para 31cm por século entre 1993 e 2003 (IPCC, 2007). O significado econômico do aumento do nível médio relativo do mar terá conseqüências para a pesca, agricultura, navegação, lançamento de efluentes, proteção costeira, produtividade biológica e biodiversidade. Logo, essas áreas serão alteradas significativamente. As projeções da elevação média do nível do mar em escala mundial entre 1990 e 2100, obtidas com uma série de modelos de circulação geral da atmosfera e dos oceanos que levaram em conta os efeitos diretos das emissões de aerossóis e sulfatos, oscilam entre 0,18 e 0,59 metros. Essa margem de variação reflete a incerteza que caracteriza a elaboração destes modelos.

Importante ressaltar que a maioria dos gases do efeito estufa tem longa vida (décadas a séculos) na atmosfera até serem removidos. Cálculos recentes com sofisticados modelos climáticos globais mostraram que, mesmo que as concentrações desses gases na atmosfera fossem mantidas constantes nos valores atuais, as temperaturas continuariam a subir por mais de 200 anos e o nível do mar, por mais de um milênio.

## Impactos das mudanças climáticas no Brasil

Quando se analisam os possíveis impactos das mudanças climáticas, as avaliações do IPCC indicam que os países em desenvolvimento são, de modo geral, os mais vulneráveis. Para o Brasil, não é difícil entender o porquê desta vulnerabilidade: encontram-se abundantes exemplos de impactos adversos da variabilidade natural do clima, como as secas e estiagens, as cheias e inundações e os deslizamentos em encostas, somente para citar alguns. Decorre daí que quanto maior tenha sido a dificuldade histórica de uma sociedade em conviver com a variabilidade natural do clima, e com seus extremos, maior será o esforço para adaptar-se às mudanças futuras do clima, e deve-se levar em conta que a frequência de ocorrência de muitos tipos de extremos climáticos poderá aumentar. Em particular, há setores que podem ser particularmente vulneráveis, tais como: os ecossistemas naturais (com possíveis mudanças nas coberturas vegetais atuais e na biodiversidade dos ecossistemas), os agroecossistemas e os socioeconômicos (através dos efeitos na agricultura, recursos hídricos, saúde humana etc.).

Entretanto, devemos considerar que o planeta também passou por variações

climáticas naturais. No passado remoto, o Brasil já experimentou grandes mudanças climáticas e geológicas, como por exemplo, a dominância de coberturas por geleiras e mares em algumas regiões. Assim, claramente, houve também mudanças na biodiversidade, na topografia, nos solos etc., ou seja, as interações físicas e biogeoquímicas existentes entre esses componentes (climático, geológico, ecossistêmico, topográfico, de solos etc.) foram determinantes nos cenários observados e estudados hoje por uma grande quantidade de diferentes especialistas.

Marengo (2006) apresenta uma revisão dos impactos observados das mudanças climáticas ocorridas no Brasil:

1- Uma análise das evidências observacionais integradas para o território brasileiro aponta para um aumento das temperaturas médias e extremas no Brasil, tanto para valores anuais como sazonais. Para o Brasil, a temperatura média aumentou aproximadamente 0,75°C até o final do Século XX e sendo o ano mais quente no Brasil o ano de 1998 (aumento de até 0,95°C em relação a normal climatológica que é de 24,9°C).

As temperaturas mínimas têm aumentado em todo o país, com uma estação mostrando um aumento expressivo de até 1,4°C por década, enquanto as temperaturas máximas e médias têm aumentado em até 0,6°C e 0,4 - 0,6°C por década, respectivamente em quase todo o país.

2. Em relação à precipitação, as análises observacionais do clima do presente não apontam para tendência de redução de chuvas na Amazônia (devido ao desmatamento). O que tem sido observado são variações interdecadais de períodos relativamente mais secos ou chuvosos no Brasil. Regionalmente, tem sido observado um aumento das chuvas no Sul e partes do Sudeste do Brasil, na bacia do Paraná - Prata, desde 1950, consistente com tendências similares em outros países do Sudeste da América do Sul. Para o Nordeste, as chuvas não apresentam tendências significativas de aumento ou redução, e, na Amazônia, as tendências também não são muito claras a nível regional. O que pode se afirmar é que estas regiões experimentam variações interdecadais, com períodos de aproximadamente 25-30 anos, alternando épocas mais ou menos chuvosas.

3. Sobre eventos extremos, têm-se observado tendências positivas na frequência de noites e dias quentes e tendências negativas na frequência de noites e dias frios, consistentes com o cenário de aquecimento global. As tendências positivas de noites quentes no Sudeste do Brasil variam de 5% na

década de 1950 até quase 35% no início do século XXI. Por outro lado, a tendência de dias frios tem apresentado frequência de 25-30% na década de 1970, chegando até 5-10% em 2001-2002.

4. Para o Sudeste da América do Sul tem-se observado um aumento na intensidade de episódios e frequência de dias com chuva intensa. Os dados das estações mostram uma tendência de aumento dos episódios de chuva intensa (mais de 10mm) em grande parte do Sudeste da América do Sul, Centro de Argentina e até o Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Vários estudos já identificaram tendências positivas no número de dias com chuva intensa e chuva muito intensa concentrada em curto tempo.

5. Nos últimos 50 anos foi observada uma tendência na costa brasileira de um aumento do nível relativo do mar, da ordem de 40 cm/século, ou 4 mm.

O Brasil é um país em que a variabilidade natural do clima, sentida através

de eventos extremos e alternados, como secas e estiagens, propicia grandes dificuldades de recuperação para a sociedade. Eventos climáticos extremos podem ser mais frequentes, e alguns exemplos atuais são as chuvas extremas no Nordeste do Brasil, que foram mais de 600% acima do normal em 15 dias de janeiro 2004, e o recente fenômeno Catarina que afetou a costa de Santa Catarina e Rio Grande do Sul em março de 2004.

Dessa forma, se pensarmos que o aquecimento global pode intensificar a ocorrência desses eventos, maior deverá ser a capacidade da população em se adaptar a essas mudanças.

As projeções da temperatura para o final do século XXI para a América do Sul geradas pelos 21 modelos de IPCC AR4 podem ser vistas na Figura 1, onde notamos que todos os modelos indicam um aumento da temperatura para praticamente todo o continente.

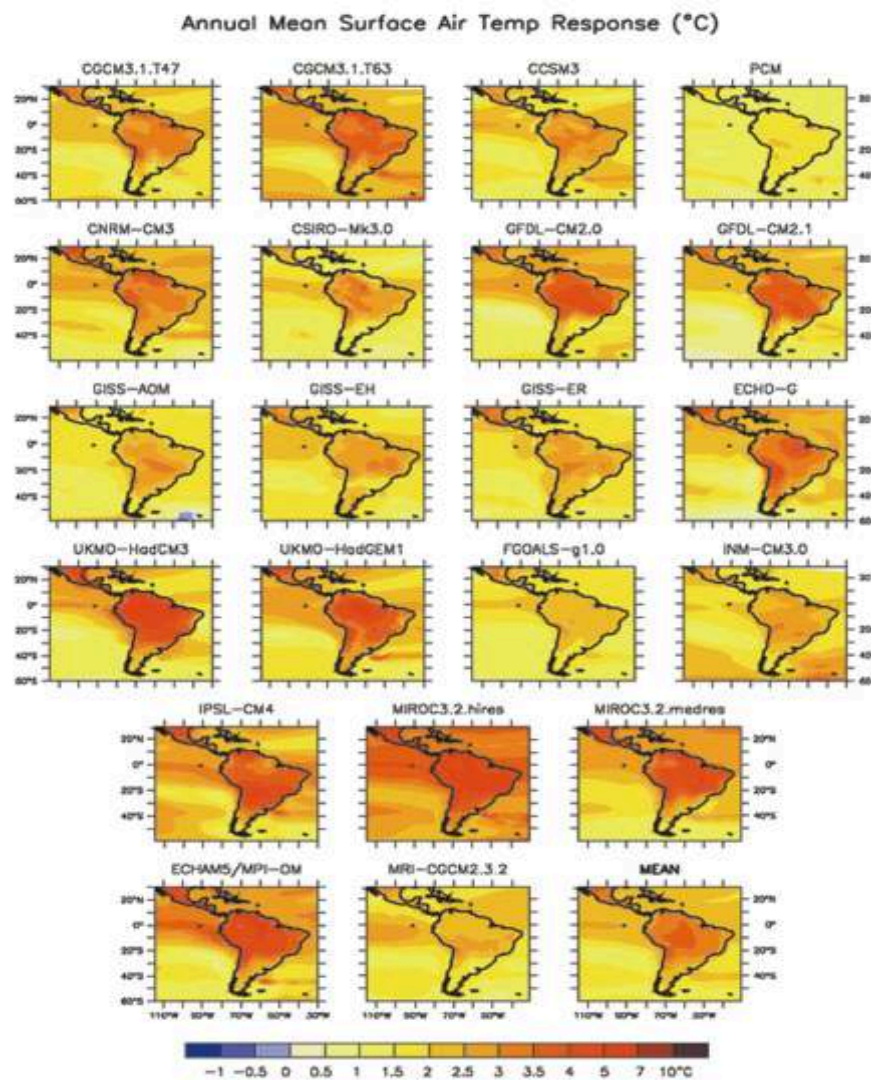


Figura 1 – Projeção de mudanças na temperatura média anual na América do Sul para o período de 2089 a 2099 relativo ao período de 1980 a 1999, considerando o cenário A1B do IPCC AR4. Os mapas mostram simulações de 21 modelos diferentes, e a média de todos os modelos (MEAN). Fonte: IPCC AR4-www.ipcc.ch

De qualquer maneira, parece certo que o país estará sujeito a impactos climáticos adversos, aos quais a população e os ecossistemas naturais podem ser vulneráveis. Ecossistemas costeiros e ribeirinhos em áreas sob influência das marés poderão ser profundamente alterados, com uma eventualmente rápida (da ordem de décadas) elevação do nível do mar. Também, a agricultura e a geração de hidroeletricidade poderiam ser afetadas por mudanças na distribuição das chuvas ou na ocorrência de períodos secos extensos.

No caso da bacia Amazônica, sabe-se que ela contém uma enorme porção da biodiversidade do mundo e, além disso, possui a maior fonte de escoamento de água da Terra, representando aproximadamente 15 a 20% do

fluxo global dos rios. Dessa forma, o ciclo hidrológico é um fator chave do sistema climático global e uma vez que as mudanças climáticas afetarem a região Amazônica, espera-se que haja efeitos decorrentes no clima global e através de interações consecutivas, haja aumento no risco de perda da biodiversidade nessa região.

Entretanto, quando se trata do ciclo hidrológico, em particular da quantidade de chuvas, ainda não existe um consenso do que pode ocorrer. Alguns modelos projetam diminuição das chuvas na Amazônia, enquanto outros não indicam alteração, ou até mesmo apontam aumento, conforme se observa na Figura 2.

O Brasil, com a sua dimensão continental, apresenta diversos ecossistemas

que foram definidos e limitados ao longo do tempo, em decorrência de características climáticas, de solos, topográficas, biogeoquímicas etc. No entanto, se considerarmos as projeções de cenários climáticos futuros do IPCC AR4, quais as possíveis mudanças na distribuição dos biomas no Brasil?

Busquemos avaliar quantitativamente as prováveis alterações e redistribuições de dois grandes biomas (floresta e savana) em resposta a cenários de mudanças climáticas projetadas por quinze diferentes modelos climáticos globais avaliados pelo IPCC para o século XXI. A ferramenta utilizada é um modelo matemático desenvolvido por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), chamado de Modelo de Vegetação Potencial do CPTec/INPE (Nobre et al. 2004, Oyama e Nobre 2003, Salazar et al. 2007). Em tal modelo, os biomas em todo o globo (floresta tropical ou temperada ou boreal, savana, campos, caatinga, tundra, desertos etc.) estão univocamente relacionados a um conjunto de parâmetros climáticos (temperaturas, distribuição de chuvas, água no solo, evapotranspiração etc.). Desta maneira, podem-se superpor neste modelo os cenários climáticos futuros e interpretar possíveis mudanças de biomas.

Para a América do Sul Tropical, tomando-se uma média destas projeções e sem considerar as mudanças do uso do solo da terra, constata-se a projeção do aumento da área de savanas na Amazônia central e leste (o chamado processo de savanização da Amazônia) e uma diminuição da área de caatinga no semiárido do Nordeste do Brasil. Em termos simples, o aumento de temperatura induz a uma maior evapotranspiração (soma da evaporação da água à superfície com a transpiração das plantas), reduzindo a quantidade de água no solo, mesmo que as chuvas não diminuam significativamente. Este fator pode por si só desencadear a substituição dos biomas existentes hoje por outros mais adaptados a climas com menor disponibilidade hídrica para as plantas (por exemplo, savanas substituindo florestas, caatinga substituindo savanas, semideserto substituindo caatinga). Ao aquecimento global deve-se também levar em conta outras alterações que contribuem para criar as condições de substituição de biomas. É o caso das alterações da cobertura da vegetação que ocorrem em diversas partes do globo, assim como no Brasil a taxas alarmantes como os desmatamentos da floresta tropical amazônica, que, segundo várias projeções, causarão mudanças climáticas regionais em direção a clima mais quente e seco na região.

Um terceiro fator de distúrbio é o fogo. A floresta densa amazônica era praticamente impenetrável ao fogo. Mas, devido à combinação da fragmentação florestal, desmatamentos e aquecimento em razão dos próprios desmatamentos aliada a prática agrícola predominante que utiliza fogo intensamente, este quadro está rapidamente mudando e a frequência de incêndios florestais vem crescendo assustadoramente a cada ano.

O grande incêndio nas florestas, savanas e campos de Roraima, entre janeiro e março de 1998, é um ilustrativo exemplo do que pode acontecer no futuro com mais frequência. Resultado de uma persistente e intensa seca causada pelo fortíssimo episódio El Niño de 1997-98 e o uso indiscriminado de fogo, mais de 13 mil km<sup>2</sup> de florestas foram afetadas pelo fogo, talvez no maior incêndio jamais observado na Amazônia. A grande seca de 2005 (Marengo et al, 2007) mostrou a vulnerabilidade da Amazônia ao fogo, pois a falta de chuva durante o verão de 2005 na Amazônia ocidental aliada a uma grande seca do ar gerou condições favoráveis para o espalhamento do fogo, que foi em quantidade foi até 300% maior do que em 2004. Esta seca de 2005 não foi associada ao El Niño, o que sugere que a combinação seca-fogo nem sempre está associada ao El Niño na Amazônia.

A combinação sinérgica dos impactos climáticos regionais decorrentes dos desmatamentos, com aqueles resultantes do aquecimento global, implicando em climas mais quentes e possivelmente também mais secos, aliada a maior propensão a incêndios florestais, amplifica tremendamente a vulnerabilidade dos ecossistemas tropicais, favorecendo as espécies mais adaptadas a estas novas condições, e que são tipicamente aquelas de savanas tropicais e subtropicais, naturalmente adaptadas a climas quentes, com longa estação seca em que o fogo desempenha papel fundamental em sua ecologia.

Dessa forma, impactos intensos de longo prazo seriam sentidos nos solos, na biodiversidade e nos sistemas hídricos. Com relação ao último, além da forte mudança no ciclo hidrológico, haveria também um problema socioeconômico. Primeiro porque a pesca é uma atividade bastante importante tanto para prover alimento quanto para manter o comércio, e os rios subsidiam grande parte da demanda hídrica da população. Além disso, haveria problemas com o mais importante meio de locomoção na região: o transporte fluvial. O número de estudos sobre a resposta de espécies da flora e da fauna Amazônica e do Cerrado às mudanças climáticas é ainda reduzidíssimo, mas estes indicam que para um aumento de 2°C a 3°C na temperatura média até 25% das árvores do cerrado e até cerca de 40% de árvores da Amazônia poderiam desaparecer até o final deste século.

Também na região Amazônica está o caso mais crítico do agravamento das condições de saúde da população. Alguns estudos mostram que com cenários de mudanças climáticas, as taxas de mortalidade aumentam devido às enchentes, secas e ondas de calor. De forma indireta, esses eventos extremos podem causar ainda um aumento nos casos de malária, dengue e cólera, especialmente com a combinação de altas temperaturas com chuvas intensas.

Com relação à Mata Atlântica, poucos estudos de modelagem foram desenvolvidos, por isso pouco se pôde constatar. Uma das possíveis causas disso é o fato de esse ser um ecossistema que apresenta muitas espécies endêmicas (isto é, que só ocorrem nessa região) e conseqüentemente a

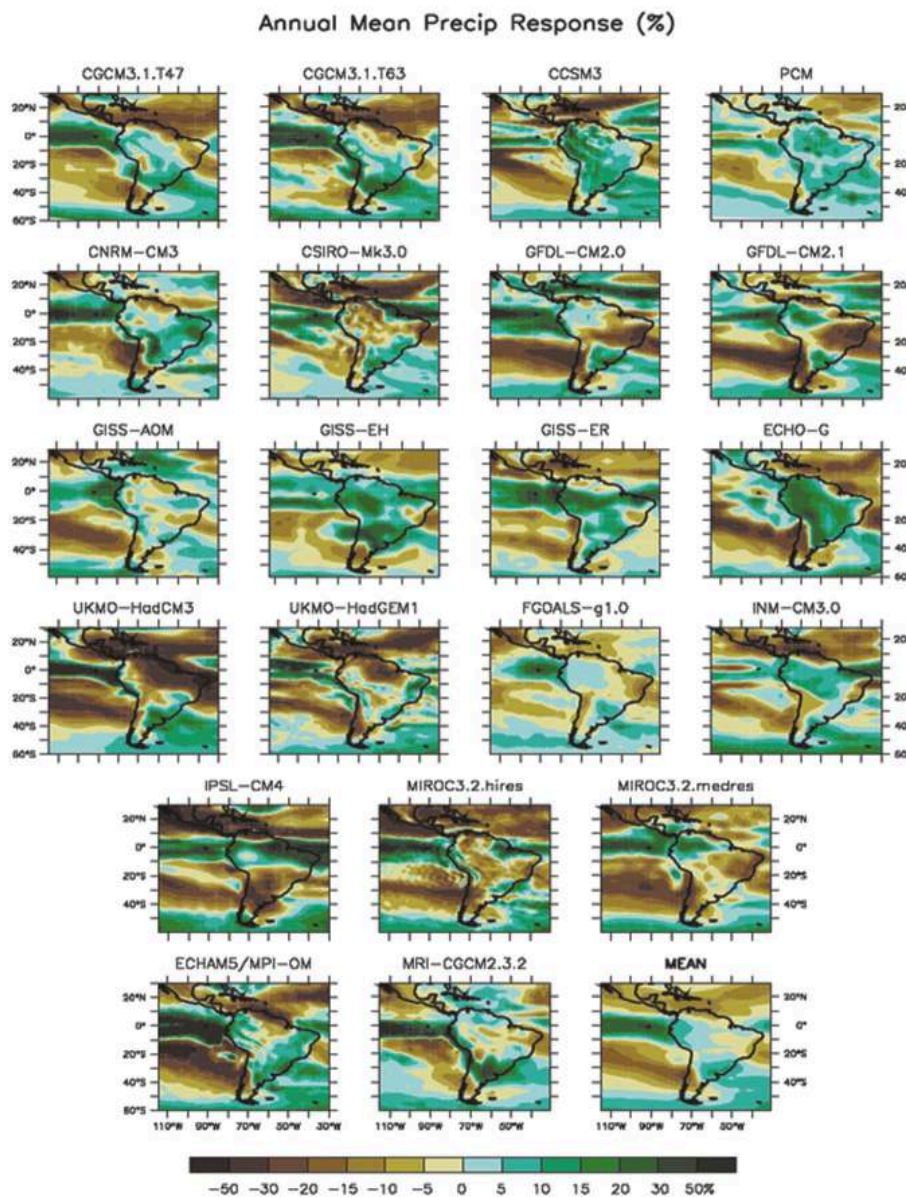


Figura 2 – Projeção de mudanças da chuva média anual (em %) na América do Sul para o período de 2089 a 2099 relativo ao período de 1980 a 1999 considerando o cenário A1B do IPCC. Os mapas mostram simulações de 21 modelos diferentes e a média (MEAN).

Fonte: IPCC AR4-[www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

vegetação possui características que ainda não são bem representadas nos modelos. É possível observar, no entanto, que esse bioma é bastante sensível à forçantes climáticas – especialmente à temperatura e ao regime de chuvas – por apresentar grandes contrastes em sua composição de acordo com a respectiva localização espacial (latitude e altitude). Mesmo assim, num estudo que comparou a previsão de modelos climáticos para o final deste século, esse bioma é mantido, de acordo com sua representação inicial.

Outro setor que pode ser bastante afetado pelas mudanças climáticas é o de sistemas agrícolas. Isso porque os serviços de zoneamento agrícola do Brasil são baseados em séries históricas longas de dados de temperatura e chuva. O zoneamento agrícola foi uma iniciativa do Ministério da Agricultura, no início dos anos 90, que surgiu como resultado de uma pesquisa que apontou que 95% das perdas na agricultura estavam relacionadas à forçantes climáticas. Dessa forma, o zoneamento agrícola fornece indicações de datas de plantios para os diversos tipos de solos e cultura, entre eles: arroz, feijão, milho, trigo, soja e café.

Os estudos, em geral, utilizam os cenários do IPCC SAR (IPCC 1996) com temperaturas aumentando em 1°C, 3°C e 5,8°C e chuvas 15% maiores para avaliar os efeitos das mudanças climáticas globais sobre cultivos, nos estados de São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Paraná. Segundo os resultados obtidos, as elevações de temperatura e de precipitação não serão benéficas para a agricultura no que se refere ao tamanho das áreas aptas para o cultivo. Num estudo mais geral, que considera também outros estados brasileiros, isso é confirmado para cultivos como soja, arroz e feijão. Observa-se que o maior impacto relativo ao aumento de temperatura poderá ser sentido pela soja, com a redução de até 60% na área potencial de plantio.

Em decorrência da história de ocupação do território brasileiro, as regiões costeiras abrigam grande parte da população. Grandes centros urbano-industriais do país estão situados em áreas costeiras ou contíguas a estas e, portanto, diretamente ameaçadas pelo aumento previsto do nível médio do mar. Cidades como João Pessoa (PB), Recife (PE), Maceió (AL), Aracaju (SE), Salvador (BA), Rio de Janeiro (RJ), Vitória (ES), Santos (SP) e Paranaguá (PR) e Florianópolis (SC) representam áreas de grande densidade populacional e importantes complexos industriais, portuários e turísticos, incluídos na área de influência e, conseqüentemente, potencialmente inundáveis em suas porções mais baixas num futuro próximo.

## Sumário e recomendações

O Brasil é vulnerável às mudanças climáticas. É essencial que as alterações climáticas sejam totalmente integradas nas políticas ambientais e de desenvolvimento de modo que ações do governo possam ajudar a enfrentar este problema, avaliando a vulnerabilidade regional e nacional e propondo

medidas de adaptação. Por exemplo, mudanças climáticas no Brasil ameaçam intensificar as dificuldades de acesso à água. A combinação das alterações do clima, na forma de falta de chuva ou pouca chuva acompanhada de altas temperaturas e altas taxas de evaporação, e com competição por recursos hídricos, pode levar a uma crise potencialmente catastrófica, sendo os mais vulneráveis os agricultores pobres, como os agricultores de subsistência na área do semiárido do Nordeste (“polígono da seca”), região semi-árida de 940 mil km<sup>2</sup>, que abrange nove Estados do Nordeste, e que enfrenta um problema crônico de falta de água.

Os esforços de adaptação, particularmente nas regiões Norte e Nordeste deverão ser acelerados, e deverão envolver órgãos especializados dos governos federal, tais como INPE, INPA, EMBRAPA, ONS, ANA, ANEEL, PETROBRAS, FIOCRUZ entre outros, assim como órgãos dos governos estaduais, universidades e organizações não governamentais. Ainda há tempo de evitar os piores impactos das alterações climáticas, se tomarmos desde já medidas rigorosas de mitigação e adaptação. A adaptação às alterações climáticas – ou seja, a tomada de medidas para desenvolver a resistência e minimizar os custos – é essencial.

Baseando-se nos cenários climáticos do futuro gerados pelo IPCC AR4 e nos estudos de mudanças climáticas para o Brasil gerados pelo INPE em 2007 (Marengo et al. 2007), o governo poderia procurar formas de quantificar e mapear a vulnerabilidade do Brasil às mudanças do clima, tanto por região como por setor produtivo e optar por atividades e políticas ambientais e de desenvolvimento econômico que sejam compatíveis com as características geoambientais de cada região. Só assim será possível ter um mapeamento mais preciso das possíveis ações para programar medidas de adaptação a médio e longo prazos. Também, para entender melhor o que acontece no clima atual e com o intuito de entender o clima do futuro, é indispensável o livre acesso à informação climática de qualidade e com séries históricas longas. Por exemplo, o Quarto Relatório do IPCC (IPCC AR4) apresenta pela primeira vez em todos os seus relatórios desde 1990, mapas de variações nos extremos de temperatura e chuva durante os últimos 50 anos. Neste mapas são observadas grandes áreas sem qualquer informação na maior parte do Brasil e na América do Sul tropical, pois os dados básicos para escala diária, necessários para calcular estes índices extremos, não estão disponíveis ou não existem.

O Brasil precisa fazer estudos em cima de nossa própria vulnerabilidade. Os países desenvolvidos são os que têm mais possibilidade de se proteger, mas são também os maiores responsáveis pelo o que está ocorrendo. Por isso, eles deveriam traçar planos de ações no sentido de auxiliar os mais vulneráveis que são os países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, sobretudo os países da África subsaariana, da Ásia e da América do Sul que são os mais vulneráveis às conseqüências do aquecimento da Terra.

## Notas:

- 1- Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.  
E-mail: gilvan.sampaio@inpe.br

## Referências:

- Betts, R.A., P.M. Cox and F.I. Woodward, 2000: *Simulated responses of potential vegetation to doubled-CO2 climate change and feedbacks on near-surface temperature*. Global Ecology and Biogeography, 9, 171-180. Betts, R.A., P.M. Cox, S.E. Lee and F.I. Woodward, 1997: *Contrasting physiological and structural vegetation feedbacks in climate change simulations*. Nature, 387, 796-799. Boer, G.J., G. Flato, and D. Ramsden, 2000: *A transient climate change simulation with greenhouse gas and aerosol forcing: projected climate for the 21st century*. Clim. Dyn. 16, 427-450. Brasseur, G.P., Orlando, J.J., and Tyndall, G.S. (1999) *Atmospheric Chemistry and Global Change*. Oxford University Press, New York, USA.
- Brown Jr, K.S. e A.N. Ab' Saber (1979) *Ice-age forest refuges and evolution in the neotropics: correlation of paleoclimatological, geomorphological and pedological data with modern biological endemism*. Paleoclimas vol. 5, pp. 1-30. Cox, P. M., R.<sup>a</sup> Betts, C.D. Jones, S.A. Spall & I. J. Totterdell, 2000. *Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model*. Nature, 408: 184-187. Cramer W, A. Bondeau, F.I. Woodward, I.C. Prentice, R.A. Betts, V. Brovkin, P.M. Cox, V. Fisher, J.A. Foley, A.D. Friend, C. Kucharik, M.R. Lomas, N. Ramankutty, S. Sitch, B. Smith, A. White, C. Young-Molling, 2001: *Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO2 and climate change: results from six dynamic global vegetation models*. Global Change Biology 7, 357-373. Feddema, Johannes J. et al., (2005), *The Importance of Land-Cover Change in Simulating Future Climates*. Science, 310, 1674-1678. Hartmann, DL. (1994). *Global Physical Climatology*. Academic Press, 411 pp. IPCC, 1996: *Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 572 pp. IPCC, 2001 - *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 881p.
- IPCC, 2007 – *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis – Summary for Policymakers*, <http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>.
- Marengo, J, A 2006: *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade - Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI*. Ministério do Meio Ambiente MMA, Brasília., Brasil, 212 p.: il. color ; 21 cm. (Série Biodiversidade, v. 26) ISBN 85-7738-038-6 Marengo, J, Nobre, C. A, Salati, E., Ambrizzi, T. 2007: *Sumário Técnico MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS – SBF, DIRETORIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade – Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI*. Brasília, Fevereiro 2007. Available online from Meehl, G.A. and W.M. Washington, 1996: *El Nino-like climate change in a model with increased atmospheric CO2-concentrations*. Nature, 382, 56-60.
- Miles, L., A. Grainger, and O.L. Phillips, 2004: *The impact of global climate change on tropical forest biodiversity in Amazonia*. Global Ecology and Biogeography 13: 553-565.
- Mitchell, J.F.B., T.C. Johns, J.M. Gregory and S.F.B. Tett, 1995: *Climate response to increasing levels of greenhouse gases and sulphate aerosols*. Nature, 376, 501-504.
- Mudanças climáticas : ensino fundamental e médio / Gilvan Sampaio de Oliveira, Neilton Fidelis da Silva, Rachel Henriques. – Brasília : MEC, SEB; MCT; AEB, 2008. 348 p. il. – (Coleção Explorando o ensino ; v. 13). Nijssen, B., G.M. O'Donnell, A.F. Hamlet, and D.P. Lettenmaier, 2001: *Hydrologic Sensitivity of Global Rivers to Climate Change*. Climate Change 50(1-2): 143 – 175.
- Nobre, C.; Assad, E.D. e M.D. Oyama (2005) *Mudança ambiental no Brasil. Em Terra na Estufa, ed. especial* Scientific American Brasil, no 12, pp. 70-75.
- Nobre, C.A., M.D. Oyama, G.S. Oliveira, J.A. Marengo, E. Salati, 2004: *Impacts of climate change scenarios for 2091-2100 on the biomes of South America*. First CLIVAR International Conference, Baltimore, USA, 21-25 June. Ramanathan, V., P. J. Crutzen, J. T. Kiehl and D. Rosenfeld (2001). *Aerosols, Climate and The Hydrological Cycle*. Science, 294, 2119-2124.
- Sala, O.E, F.S. Chapin III, J.J. Armesto, R. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L.F. Huenneke, R.B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. Lodge, H.A. Mooney, M. Oesterheld, N.L. Poff, M.T. Sykes, B.H. Walker, M. Walker, D.H. Wall, 2000: *Global biodiversity scenarios for the year 2100*. Science 287:1770-1774. Scheffer, M.; Carpenter, S.; Foley, J.A.; Folke, C.; Walker, B. *Catastrophic shifts in ecosystems*. Nature, v.413, n.6856, p.591-596, 2001.
- Scholze, M., W. Knorr, N.W. Arnell, and I.C. Prentice, 2006: *A climate-change risk analysis for world ecosystems*. PNAS, 103 (35), 13116-13120. Tett, S.F.B., 1995: *Simulation of El Niño-Southern Oscillation-like variability in a global coupled AOGCM and its response to CO2-increase*. J. Climate, 8, 1473-1502 Timmermann A, Oberhuber J, Bacher A et al. (1999) *Increased El Niño frequency in a climate model forced by future greenhouse warming*. Nature, 395, 694-697.
- White, A.M., G.R. Cannell, and A.D. Friend, 1999: *Climate change impacts on ecosystems and the terrestrial carbon sink: a new assessment*. Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions, 9, S21-S30.

## Tipos de desastres naturais no Brasil

### Introdução

O uso inadequado dos recursos naturais, a ocupação de áreas com maior suscetibilidade natural e o desmatamento são, no Brasil, os principais fatores que potencializam a ocorrência de desastres naturais. Quando eventos extremos de chuva de alta intensidade por períodos curtos de tempo ou de baixa intensidade por longos períodos comumente causam grandes inundações, enchentes e deslizamentos de terra em encostas. O gráfico na Figura 1 mostra que chuvas intensas causam inundações e deslizamentos de terra, sendo responsáveis juntos por 69% dos desastres no Brasil.



Figura 1 – Principais desastres no Brasil. Fonte: Vulnerabilidade Ambiental / Rozely Ferreira dos Santos, organizadora. – Brasília: MMA, 2007. 192 p.

### Distribuição espacial e razões dos Desastres Naturais no Brasil

Os desastres naturais no Brasil estão ligados, em sua grande parte, aos eventos hidrometeorológicos. Por esta razão é durante os períodos chuvosos, quando ocorrem com mais frequência eventos pluviométricos intensos e prolongados, que o país mais sofre a ocorrência dos desastres naturais. Nas regiões Sul e Sudeste, por exemplo, o período chuvoso corresponde ao verão, momento que ocorrem os fenômenos naturais com energia suficiente para desencadear os escorregamentos e inundações, os dois desastres mais frequentes no país. Apesar das inundações serem os processos que produzem as maiores perdas econômicas e os impactos mais significativos na saúde pública, são os deslizamentos que geram o maior número de vítimas fatais (CARVALHO; GALVÃO, 2006, p.12).

O Brasil caminha junto com uma tendência apontada por GUHA-SAPIR, et. al. (2011), o número de desastres naturais no mundo aumenta a cada ano. Em 1990 foram registrados 278 desastres, alcançando 421 em 2002 e 432 em 2005, e apesar da queda posterior, a quantidade continua alta, sendo relatados 385 desastres no ano de 2010. No Brasil há “[...] um crescimento significativo das ocorrências de desastres naturais a partir de 1960, uma vez que do total de 289 ocorrências registradas pelo EM-DAT, no período de 1900 a 2009 (até o 1º trimestre de 2009), em torno de 70% são posteriores a 1960.” (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009, p.19).

Levando em consideração o aumento do número de eventos extremos, com o agravante do crescimento populacional, altas concentrações demográficas, expansão urbana para áreas de risco, falta de infraestrutura adequada e ausência do poder público para nortear o uso e ocupação do solo, a tendência é que os resultados deixados pelos desastres naturais se tornem cada vez piores em razão da vulnerabilidade, e que a sociedade se torne mais suscetível aos impactos do perigo, resultando em mais vítimas e prejuízos econômicos.

O caso da região serrana do Estado do Rio de Janeiro, que em Janeiro de 2011 foi atingida por uma intensa precipitação que desencadeou uma série de escorregamentos, inundações e corridas de lama, causando um dos maiores desastres naturais da história do Brasil. Foram registradas para a região intensas precipitações, Teresópolis registrou 124,6 mm em 24 horas e Nova Friburgo alcançou 182,8 mm no dia 12, o suficiente para saturar o solo, que já se apresentava encharcado pelas chuvas constantes nos dias anteriores ao evento, o que aumentava o perigo de escorregamentos para as áreas de declive e elevava o risco para a região. Foi contabilizado mais de 900 mortes, com aproximadamente 382 mortes em Teresópolis, 428 em Nova Friburgo, 72 em Petrópolis, 22 em Sumidouro e 6 em São José do Vale do Rio Preto, sendo essas as cidades mais atingidas pelos desastres, além de mais de 35

mil pessoas fora de casa. Para a economia, os danos materiais alcançaram R\$ 614 milhões, a economia regional foi afetada, a agricultura destruída e o turismo fortemente prejudicado.

O país também teve outros grandes desastres em sua história. Em 1967, precipitações históricas caíram sobre a cidade de Caraguatatuba, litoral norte de São Paulo, provocando escorregamentos e corridas de lama que varreram parte da cidade para o mar. Para todo o verão daquele período as médias mensais foram recordes, o nível pluviométrico para o mês de março registrou 851,1 mm, sendo 115 mm no dia 17 e 420 mm no dia 18 (não acusando índice maior devido à saturação do pluviômetro instalado na Fazenda São Sebastião) quando ocorreram os deslizamentos. Não se sabe exatamente quantas pessoas morreram no evento, estima-se 500 mortes aproximadamente, porém famílias inteiras ficaram desaparecidas e soterradas, dificultando calcular a quantia exata. Santa Catarina foi atingida em 2008 por uma série de precipitações que acarretaram em inundações e deslizamentos, o desastre foi um resultado da combinação de dois condicionantes, fatores meteorológicos e geográficos, sendo a região do Vale do Itajaí umas das mais afetadas. Segundo a Defesa Civil foram 135 mortes e 32.853 entre desalojados e desabrigados. A infraestrutura da região foi comprometida por uma série de deslizamentos, o Porto de Itajaí foi fortemente atingido pelo desastre e interditado para reparação, enquanto a economia foi afetada pela paralisação das atividades de importação e exportação do Porto e o Gasoduto Brasil-Bolívia apresentou um rompimento que comprometeu o abastecimento de gás para a região Sul do País. Os Estados de Alagoas e Pernambuco foram palco de inundações que causaram um desastre natural histórico no Nordeste brasileiro em 2010. As fortes chuvas que caíram principalmente nas cabeceiras dos rios, em destaque o rio Mundaú, no Vale do Mundaú, provocaram transbordamentos e inundações que arrasaram as cidades, carregando casas ribeirinhas e causando 47 mortes nos dois Estados.

Os desastres naturais no Brasil são em razão e intensificados pela ocupação irregular da população nas áreas de riscos. Conhecendo e informado dos riscos de se viver em áreas como topos de morros, encostas, áreas alagáveis, Áreas de Preservação Permanente (APP) em geral, as autoridades encarregadas devem tomar medidas de prevenção de riscos, realocação da população para áreas seguras, criar obras de infraestrutura para contenção de encostas e controle de cheias de rios, educar a sociedade para aprender a lidar com os eventos extremos, bem como a sociedade estar ciente

dos riscos de se viver em áreas suscetíveis a escorregamentos e inundações.

### Movimentos de Massa

Os movimentos de massa correspondem a um dos processos erosivos mais importantes na modelagem do relevo na escala de tempo do homem, além de se constituírem em processos atuais da evolução natural das encostas (WOLLE, 1988). Em tais condições, a geometria e localização do relevo são alteradas por sucessivos ciclos de escorregamentos, escoamentos e rastejos. Desse modo, o clima representa neste processo um papel importante, tanto como agente predisponente, ou seja, como preparador do potencial de instabilização das encostas, quanto como causa imediata e deflagratória das instabilizações, geralmente na forma de intensas chuvas. No Brasil, os escorregamentos mais frequentes ocorrem nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste.

A ocorrência de movimentos de massa, principalmente os escorregamentos e corridas de massa, torna-se mais evidente nas áreas de climas tropicais e subtropicais com altas taxas de precipitação e temperaturas, onde o regolito ou manto de intemperismo é mais espesso, devido a uma pedogênese mais intensa e acelerada, podendo resultar em camadas de centenas de metros de espessura (PORTO, 1996). Entretanto, em outras áreas como na Serra do Mar onde as encostas são íngremes e retilíneas, os horizontes de solo são bastante delgados, comumente apresentando espessuras pouco variáveis e contatos subparalelos à superfície do terreno, cenário que favorece a ocorrência preferencial de escorregamentos.

Os condicionantes naturais do meio físico como o geológico, geomorfológico e os climáticos, aliados ao crescimento desordenado das cidades e à degradação ambiental, principalmente em áreas com grande variação de amplitude topográfica, tem levado a uma maior ocorrência de movimentos de massa nas encostas dos morros. Com o crescimento urbano nos últimos anos, tais movimentos são seletivos ao atingir mais profundamente as famílias mais pobres, principalmente em áreas de ocupação irregular, com grandes perdas econômicas e sociais no Brasil e no mundo.

No Brasil, os escorregamentos e corridas de detritos são os que causam maior número de perdas humanas e prejuízo às instalações urbanas e industriais. Gramani (2001) apresenta no quadro 1 uma visão de alguns acidentes relacionados a estes dois tipos de movimentos de massa que ocorreram no Brasil.

LOCAL	DATA	PERDAS SOCIOECONÔMICAS
Santos-SP (Mt Serrat)	1928	60 mortes, destruição parcial da Santa Casa de Santos
Vale do Paraíba, RJ/MG*	Dez/1948	250 mortes, destruição de centenas de casas
Santos-SP (Mt. Serrat)	1956	43 mortes, destruição de 100 casas
Rio de Janeiro, RJ	Jan/1966	100 mortes
Serra das Araras, RJ*	Jan/1967	1200 mortes, destruição de dezenas de casas, rodovias avariadas, destruição de uma usina hidrelétrica
Caraquatuba, SP*	Mar/1967	120 mortes, destruição de 400 casas
Salvador, BA	Abr/1971	104 mortes, milhares de desabrigados
Campos do Jordão, SP*	Ago/1972	Mais de 10 mortes e destruição de 60 moradias
Tubarão, SC*	1974	199 mortos, inundação da cidade, camada de areia e lama
Maracanaço, CE*	Abr/1974	12 mortes, destruição de dezenas de casas
Cubatão, SP*	Jan/1976	Inundação da COPEBRÁS
Cubatão, SP*	Jan/1985	Assoreamento do Rio Moqi e inundação da RPBC
Lavrinhas, SP*	Dez/1986	11 mortes, destruição de casas e pontes
Cubatão, SP*	Jan/1988	10 mortes
Petrópolis, RJ*	Fev/1988	171 mortes, 1100 moradias interditadas e 5000 desabrigados
Rio de Janeiro, RJ	Fev/1988	Mais de 30 mortes, destruição de dezenas de moradias
Salvador, BA	Jun/1989	Cerca de 100 mortes, destruição de dezenas de moradias
São Paulo, SP	Out/1989	14 mortes
Recife, PE	Jul/1990	Cerca de 10 mortes
Blumenau, SC	Out/1990	Cerca de 10 mortes, destruição de moradias, pontes e vias
São Paulo, SP	Out/1990	Cerca de 10 mortes
Belo Horizonte, MG	Jan-fev/1992	Mais de 10 mortes
Contagem, MG (Vila Barracinha)*	Mar/1992	36 mortes, destruição de dezenas de moradias, centenas de desabrigados
Salvador, BA	Mar/1992	11 mortes
Cubatão, SP*	Fev/1994	Inundação da RPBC e interrupção na produção de derivados de petróleo. Perdas de 40 milhões de dólares
Timbê do Sul, SC*	Dez/1995	28 mortes, enorme perda de área agrícola e residências
Ubatuba, SP*	Dez/1996	Destruição de muitos pontos da Rodovia Taubaté-Ubatuba
Via Anchieta, km 42*	Dez/1999	Destruição de parte da pista, vários escorregamentos
Campos do Jordão, SP*	Jan/2000	Destruição de muitas casas
Lavrinhas, SP*	Jan/2000	Destruição de casas, rodovias e ponte
Fazenda Mato Quietto, SP*	Jan/2000	Grande erosão do leito do rio, alterações topográficas

(\*) Destaque para aqueles com desenvolvimento de corridas de detritos e lama.

Quadro 1. Principais acidentes de movimentos gravitacionais de massa no Brasil. Fonte: Gramani (2001).

Os escorregamentos e processos correlatos, segundo Cerri (1993, 2001), estão dentre os riscos ambientais naturais relacionados ao meio físico, geológico e ainda de origem exógena. Existem várias classificações de movimentos de massas gravitacionais que são baseadas na cinemática do movimento, como considerações sobre a massa em movimento e o terreno estável, velocidade, direção e sequência dos deslocamentos; no tipo do material envolvido, levando em conta sua estruturação, textura e conteúdo de água; assim como pela geometria, definida pela forma e tamanho das massas mobilizadas. Augusto Filho (1992) resume no quadro 2, abaixo, os processos com as características de movimento, características dos materiais mobilizados e a geometria desses.

PROCESSOS	DINÂMICA / GEOMETRIA / MATERIAL
<b>Quedas (falls)</b> 	<b>Sem planos de deslocamento</b> <b>Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado</b> <b>Velocidades muito altas (vários m/s)</b> <b>Material rochoso</b> <b>Pequenos a médios volumes</b> <b>Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.</b> <b>Rolamento de matacão</b> <b>Tombamento</b>
<b>Rastejos (creep)</b> 	<b>Vários planos de deslocamento.</b> <b>Velocidade muito baixa (cm/ano) a baixa e decrescente com a profundidade.</b> <b>Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes</b> <b>Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada</b>
<b>Escorregamentos (slides)</b> 	<b>Poucos planos de deslocamento (externos)</b> <b>Velocidades médias (m/h) a altas (m/s)</b> <b>Pequenos a grandes volumes de material</b> <b>Geometria e materiais variáveis:</b> <b>Planares – solos poucos espessos, solos e rochas com 1 plano de fraqueza.</b> <b>Circulares – solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas.</b> <b>Em cunha – solos e rochas com dois planos de fraqueza.</b>
<b>Corridas (flows)</b> 	<b>Muitas superfícies de deslocamento.</b> <b>Movimento semelhante ao de um líquido viscoso.</b> <b>Desenvolvimento ao longo das drenagens.</b> <b>Velocidades médias a altas.</b> <b>Mobilização de solo, rocha, detritos e água.</b> <b>Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.</b>

Quadro 2. Principais tipos de movimentos gravitacionais de massa associados a encostas. Fonte: Augusto Filho (1992).

Há três fatores que colaboram para o aumento da atividade de escorregamentos em todo o mundo: a expansão da urbanização, bem como o tipo de uso do solo, o desmatamento que torna o solo mais vulnerável e a mudança climática global, que resultará em precipitações mais intensas. E outras características que contribuem para a identificação de áreas de riscos a escorregamentos: declividade da encosta, resistência da massa (solo e rocha), presença de ocorrências de escorregamentos no passado e observação de precipitações periódicas prolongadas e intensas (KELLER; BLODGETT, 2008).

Segundo Keller e Blodgett (2008), os movimentos de massas são classificados de acordo com quatro importantes variáveis: mecanismos de movimento (escorregamento, queda, rastejo, corrida ou movimentos complexos), tipo de material (rocha, sedimento consolidados ou material inconsistente solto), quantidade de água e a velocidade do movimento. De forma geral, os movimentos são considerados rápidos se estes puderem ser percebidos a olho nu, do contrário o movimento será classificado como lento. De acordo com o mesmo livro, é a relação de duas forças a responsável pelos escorregamentos nas encostas, então para se determinar as causas dos movimentos de massa é necessário examinar a força que move a terra para baixo (o peso dos componentes da encosta, como vegetação, rocha, material de preenchimento e construções) e a força de resistência, sendo a principal a resistência ao cisalhamento do material da encosta, isto é, a resistência da encosta contra escorregamentos ou corridas nos planos.



## Inundações e enchentes

As inundações e enchentes são eventos naturais que ocorrem com certa periodicidade ao longo dos cursos d'água e que fazem parte do ciclo hidrológico, são ainda um dos principais tipos de desastres naturais que atingem as cidades brasileiras. De forma resumida, Keller e Blodgett (2008) definem como ciclo hidrológico “a água que evapora da superfície da Terra, principalmente do oceano, para a atmosfera e retornar para o oceano pelo fluxo subterrâneo ou superficial. A água que cai no solo por precipitação infiltra no solo, evapora ou escoar por um curso determinado pela topografia local”.

É de conhecimento que as inundações e enchentes são eventos naturais desencadeadas por intensas e prolongadas precipitações. A magnitude e frequência das inundações ocorrem em função da intensidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração e do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL. 2009). Inundação é um evento natural que não depende da intervenção humana, no entanto, o homem alterando a dinâmica do ciclo da água, pode intensificar as ocorrências de inundações e enchentes nas áreas urbanas.

No aspecto conceitual, o Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisa Tecnológica - IPT (2007) define inundações, enchentes, alagamentos e enxurrada da seguinte forma:

Enchentes são definidas pela elevação temporária do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão ou descarga, porém sem que ocorra o extravasamento.

**Inundação** é o processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para áreas marginais (planícies de inundação, várzea ou leito maior do rio), é a situação posterior à enchente, quando é atingida a cota acima do nível máximo da calha principal do rio.

**Alagamento** é um acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem.

**Enxurrada** é escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte.



Figura 2. Perfil esquemático de inundação e enchente. Fonte: Ministério das Cidades e IPT (2007).

Para se determinar a probabilidade de ocorrer inundações e enchentes, é preciso analisar as características do local e os condicionantes naturais e antrópicos que geram a situação de risco a esses eventos. Tominaga, Santoro e Amaral (2009) destacam como condicionantes naturais:

- Formas de relevo;
- Características da rede de drenagem da bacia hidrográfica;
- Intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas;
- Características do solo e o teor de umidade;
- Presença ou ausência da cobertura vegetal.
- Os mesmo autores citam os condicionantes antrópicos:
- Uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos d'água;
- Disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água;
- Alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água (vazão, retificação e canalização de cursos d'água, impermeabilização do solo, entre outras);
- Intenso processo de erosão dos solos e de assoreamento dos cursos d'água.

A combinação dos condicionantes naturais e antrópicos caracterizam a probabilidade de ocorrência de inundações. A partir do estudo das variáveis naturais é possível compreender a dinâmica da água de acordo com as formas do relevo e a característica da rede de drenagem que indicam a direção do escoamento superficial, estimar o tempo de retorno de um evento precipitante extremo, capaz de deflagrar inundações, conhecer a área ocupada pela cobertura vegetal, sendo sua presença um fator de prevenção contra enchentes e inundações por auxiliar na retenção da água e diminuição da velocidade do escoamento e também minimizando as taxas de erosão. E também “se uma significativa precipitação cai sobre uma bacia de drenagem já saturada, inundações irão ocorrer. Se essa mesma quantidade de água cai sobre uma bacia seca, o solo pode ser capaz de absorver consideravelmente e assim ajudar a evitar enchentes e inundações.” (KELLER; BLODGETT, 2008).

As ações antrópicas, principalmente nas grandes metrópoles, têm contribuído para a intensificação dos desastres naturais vinculados a inundações e enchentes. O tipo de uso e ocupação do solo atrelado à expansão urbana desordenada, com a ocupação de áreas impróprias e de riscos, como exemplo as várzeas, que são áreas que periodicamente sofrem transbordamento dos cursos d'água, somado ao aumento da impermeabilização, constituem uma situação de risco à sociedade. Tavares e Silva (2008) alertam para o modelo de urbanização das grandes cidades brasileiras com a ocupação das planícies de inundação e a impermeabilização ao longo das vertentes, o uso do espaço afronta a natureza, e, mesmo em cidades de topografia relativamente plana, onde, teoricamente, a infiltração seria favorecida, os resultados são catastróficos, resultando em danos materiais e à sociedade. “As várzeas, cabeceiras de drenagem ou áreas próximas aos cursos de água, indubitavelmente, não podem ser cobertas pelo asfalto das ruas ou pelo concreto das construções, pois, à medida que a cidade cresce, elas se tornam imprescindíveis na defesa da área urbana contra situações chuvosas extremas.” (Tavares; Silva, 2008).

### Notas:

- 1- Pesquisador Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. E-mail: eymar@dpi.inpe.br;
- 2- Bolsista Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. E-mail: joaoreis@dpi.inpe.br.

### Referências:

- AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS - COBRAE, 1, 1992, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: 1992, p.721-733.
- CARVALHO, C. S. (Org.), GALVÃO, T. (Org.). Prevenção de Riscos de Deslizamentos de Encostas: Guia para elaboração de Políticas Municipais. - Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006.
- CERRI, L.E.S. Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para prevenção de acidentes. 1993. 197f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- CERRI, L.E.S. Subsídios para a seleção de alternativas de medidas de prevenção de acidentes geológicos. 2001. 78f. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- GRAMANI, M.F. Caracterização geológica-geotécnica das corridas de detritos (“Debris Flows”) no Brasil e comparação com alguns casos internacionais. 2001. 372f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Solos) – EPUSP - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GUHA-SAPIR, D., VOS, F., BELOW, R., PONSERRE, S. Annual Disaster Statistical Review 2010: The numbers and trends. CRED – Centre for Research on the Epidemiology of Disaster. Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium, 2011. Disponível em: <http://www.emdat.be/publications>. Acesso em: setembro de 2011.
- HOGAN, D. J. (Org.), MARANDOLA Jr., E. (Org.). População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais. - Campinas: Núcleo de Estudos de População-NEPO. UNICAMP; Brasília: UNFPA, 2009.
- KELLER, E. A., BLODGETT, R. H. Natural hazards: earth's processes as hazards, disasters, and catastrophes. 2nd ed. - 2008.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. Mapeamento de riscos de encostas e margens de rios. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.
- PORTO, C. G. Intemperismo em Regiões Tropicais. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Cap. 3, p. 123-194.
- RODRIGUEZ, J., VOS, F., BELOW, R., GUHA-SAPIR, D. Annual Disaster Statistical Review 2008: The numbers and trends. CRED – Centre for Research on the Epidemiology of Disaster. Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium, 2009. Disponível em: <http://www.emdat.be/publications>. Acesso em: setembro de 2011.
- TAVARES, A. C., SILVA, A. C. F. Urbanização, chuvas de verão e inundações: uma análise episódica. Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro. Vol. 3, n.1, 2008.
- TOMINAGA, L. K., SANTORO, J., AMARAL, R. Desastres naturais: conhecer para prevenir. – São Paulo: Instituto Geológico, 2009.
- UN-ISDR - United Nations International Strategy for Disaster Reduction. Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives. Inter-Agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), Genebra, Suíça, 2004. Disponível em: <http://www.unisdr.org>. Acesso em: setembro de 2011.

## Influência do homem nos desastres naturais



### Introdução

Com o crescimento populacional da espécie humana e o desenvolvimento econômico e tecnológico, inevitavelmente há um aumento da exploração dos recursos naturais, que são elementos fundamentais para a sua sobrevivência e desenvolvimento. Tais recursos naturais podem ser classificados como renováveis e não renováveis. Os recursos não renováveis ou finitos formam-se a um ritmo muito lento, de tal modo que a taxa da sua reposição pela natureza é infinitamente menor que a taxa do seu consumo pelas populações humanas. Já os recursos renováveis são ciclicamente repostos pela natureza, num intervalo de tempo compatível com a duração da vida humana. O quadro na Figura 1 apresenta a utilização e consequência da exploração de alguns recursos naturais pelo homem.

O processo de urbanização em escala planetária atingiu, no final do século XX e neste início de século XXI, índices consideravelmente elevados, constatando-se que atualmente a população do planeta é na maioria urbana. Entre 1940 e 1980, observa-se uma verdadeira inversão quanto ao lugar de residência da população brasileira, com um aumento considerável do índice de urbanização, que apresentava um percentual de 26% na década de 1940 e chegou aos 68% por volta de 1980 (SANTOS, 1992).

Entretanto, à medida que se expande

o processo de urbanização desordenada, aumenta, também, a preocupação com os impactos dos desastres naturais sobre a sociedade, os quais podem causar diferentes danos à qualidade de vida humana, como: elevados números de mortes e feridos, altos índices de doenças e de desabrigados, perdas econômicas, impactos no meio ambiente etc. Tais danos são verificados, principalmente, em zonas como as margens de rios e encostas onde se encontra uma população mais vulnerável às ameaças ambientais, uma vez que as classes sociais menos favorecidas estão mais sujeitas a sofrer os impactos dos desastres naturais.

Passamos a discutir a seguir a influência do homem nos dois tipos de desastres que mais causam mortos no Brasil, deslizamentos de terra e inundações.

### Influência do homem nos deslizamentos

Embora os movimentos gravitacionais de massa sejam parte da dinâmica natural de áreas com encostas íngremes, a ação do homem, através de suas mais variadas formas de uso e ocupação do solo, interfere na evolução natural desses processos, ora induzindo, ora potencializando os processos de instabilização.

As principais modificações oriundas das interferências antrópicas, citadas por Augusto Filho (1994), que induzem e potencializam os movimentos gravitacionais de massa, são:

- remoção da cobertura vegetal,
- lançamento e concentração de águas pluviais e/ou servidas,
- vazamento na rede de abastecimento, esgoto e presença de fossas,
- execução de cortes com geometria inadequada (altura/inclinação),
- execução deficiente de aterros (compactação, geometria, fundação),



22/06/2010: Área afetada após a enchente do rio Mundaú, em União do Palmares, Alagoas. Foto: tércio Capello/Agência Alagoas/AFP

- lançamento de lixo nas encostas,
- vibrações produzidas por tráfego pesado, explosões, etc.

### Influência do homem nas inundações

Desde o princípio as civilizações optam por construir sua morada perto dos corpos de água e entre as razões para esta prática podemos citar:

- o solo próximo aos rios é mais fértil e pode ser usado para o cultivo;
- os corpos de água são fontes de água potável e de irrigação;
- a rede de drenagem dá apoio ao transporte e facilita o comércio.

A razão dos efeitos desastrosos das inundações é que muitas das cidades se desenvolveram dentro das áreas de planícies de inundação em vez de construírem nos terraços mais elevados. Em condições naturais, a vegetação capta quantidades significativas de precipitação e retorna para a atmosfera antes que ele tenha a chance de bater no chão e ser absorvido pela terra, no entanto, certas práticas agrícolas, como a derrubada de terras e pastagens, dificultam esse processo.

Sem o crescimento natural da vegetação para captar parte da chuva, o solo deverá absorver mais umidade do que o normal. Quando o limite de absorção é alcançado, aumenta a probabilidade de inundações. Da mesma forma, a construção de edifícios de concreto e pedra contribui para as inundações. Enquanto a chuva é facilmente absorvida em areia e outros materiais porosos, não é facilmente absorvida pelo homem, materiais de construção, tais como asfalto e concreto

#### Notas:

- 1- Pesquisador Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.  
E-mail: ey-mar@dpi.inpe.br;
- 2- Bolsista Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.  
E-mail: joaoreis@dpi.inpe.br

#### Referências:

- AUGUSTO FILHO, O. Carta de riscos de escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilha Bela, SP. Dissertação (Mestrado em Engenharia de solos) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994, 168f.
- SANTOS, M. A urbanização brasileira. São Paulo, Hucitec, 1992.

RECURSOS NATURAIS	UTILIZAÇÃO	CONSEQUÊNCIAS DA EXPLORAÇÃO
Hídricos (renováveis)	Agricultura, indústria, consumo doméstico	Poluição física, química e bacteriológica
Solos (renováveis)	Agricultura	Desertificação. Poluição por fertilizantes e pesticidas
Combustíveis fósseis (não renováveis)	Transportes, indústria, energia térmica	Diminuição e esgotamento das reservas. Poluição. Aumento dos níveis de CO <sub>2</sub>
Energia nuclear (não renováveis)	Energia elétrica. Indústria.	Armazenamento de lixo, poluição térmica, fuga de radiações
Energias: solar, hidroelétrica, geotérmica, etc. (renováveis)	Energia elétrica. Aquicultura	Diminuição da utilização de combustíveis fósseis. Melhor ambiente
Minerais metálicos (não renováveis)	Indústria. Tecnologias	Diminuição das reservas. Poluição do ar, solos e água. Riscos geológicos
Minerais não metálicos (não renováveis)	Construção, fertilizantes	Poluição do ar, solos e água. Riscos geológicos

FIGURA 1 – Principais recursos naturais utilizados pelo homem.

## Geotecnologias para monitoramento e prevenção de desastres naturais



Nos últimos anos nosso país tem acompanhado inúmeros episódios de ocorrência de eventos naturais extremos, principalmente relacionados a chuvas intensas que têm causado inundações e escorregamentos de grandes proporções, trazendo graves prejuízos econômicos, sociais, ambientais e perda de vidas humanas. Em função dessas situações, muito se tem discutido sobre as causas, consequências e formas de evitar essas tragédias.

Com relação às causas, é importante considerar que a maior parte de nosso país se encontra sob clima tropical e que este apresenta chuvas naturalmente intensas e concentradas em alguns períodos do ano. Além disso, nossa geomorfologia e nosso solo tem fragilidades importantes, com relação a grandes regiões montanhosas, sobretudo próximo ao litoral, que tem solos rasos, cobertos por vegetação natural densa. Esses locais, quando ocupados pelo homem, que retira essa cobertura e implanta suas estruturas, aumentam o risco de ocorrência de escorregamentos e enxurradas nas encostas e de inundações nas áreas de várzeas. O fato de a maior parte da população brasileira estar concentrada nessas regiões potencializa o risco da ocorrência de tragédias.

Além dos aspectos naturais, algumas atividades antrópicas realizadas sem o conhecimento das características biofísicas, sem a preocupação com as consequências a longo prazo e, dessa forma, sem planejamento, têm sido também apontadas como responsáveis pelo aumento do número de episódios extremos, que trazem prejuízos e mortes.

O desmatamento, as queimadas, o revolvimento do solo para obras de infraestrutura, para agricultura e para a construção de casas e prédios em regiões frágeis, o assoreamento do leito dos rios, o acúmulo de lixo, a ocupação desordenada de áreas de risco, aliados à falta de planejamento, de fiscalização e de políticas voltadas para a prevenção, assim como a falta de responsabilização dos gestores

públicos, potencializam o risco, tornando cenas de desastres corriqueiras nos meios de comunicação de nosso país, mudando apenas a época e a região afetadas.

Para que os riscos e os prejuízos sejam minimizados é necessário que a sociedade se convença de que é necessário planejar a ocupação do território nos projetos de expansões, bem como gerenciar adequadamente aquelas áreas de risco já intensamente ocupadas.

O planejamento deve levar em conta a possibilidade ou não de ocupar as novas áreas, avaliando-as e caracterizando-as antes da tomada de decisões. É nessa fase que surge o potencial de uso das geotecnologias através do geoprocessamento, uma vez que o uso deste possibilita a espacialização das informações, sua integração para análises complexas e, em seguida, a geração de simulações através de modelos que têm condições de apontar áreas e situações potencialmente sob risco.

O termo geoprocessamento pode ser separado em geo (terra – superfície – espaço) e processamento (de informações – informática). Dessa forma, pode ser definido como um ramo da ciência que estuda o processamento de informações georreferenciadas utilizando aplicativos (normalmente SIGs), equipamentos (computadores e periféricos), dados de diversas fontes e profissionais especializados. Esse conjunto deve permitir a manipulação, avaliação e geração de produtos (geralmente cartográficos), relacionados principalmente à localização de informações sobre a superfície da terra (PIROLI, 2010).

Os principais componentes do geoprocessamento são:

**Informática:** foi sua evolução que permitiu o desenvolvimento das geotecnologias, uma vez que esta está baseada nos computadores e nos aplicativos neles instalados. Estes permitem o trabalho com os grandes volumes de dados necessários nos diferentes projetos desenvolvidos em geoprocessamento. A informática está dividida em Hardware – que corresponde ao computador e aos periféricos utilizados para que as operações de geoprocessamento sejam efetuadas, e em Software – que são os aplicativos que fornecem as rotinas e módulos necessários para adquirir, armazenar, analisar, visualizar e plotar as informações geográficas.

**Sistemas de informações geográficas (SIG):** estes são sistemas de informações destinados a trabalhar com dados referenciados a coordenadas espaciais. São normalmente constituídos por programas e

processos de análise, que tem como característica principal relacionar uma informação de interesse com sua localização espacial. Estes aplicativos permitem a manipulação de dados geograficamente referenciados e seus respectivos atributos, e a integração desses dados em diversas operações de análise geográfica.

**Sensoriamento remoto:** De acordo com Jensen (2009) sensoriamento remoto pode ser definido como a medição ou aquisição de informação de alguma propriedade de um objeto ou fenômeno, por um dispositivo de registro que não esteja em contato físico ou íntimo com o objeto ou fenômeno em estudo. Este pode ser dividido em: Orbital – quando as informações são coletadas por sensores localizados em órbitas ao redor do planeta, coletando informações da superfície a determinados intervalos de tempo e de espaço. Os exemplos mais comuns são as imagens de satélite; e em Sub-orbital – quando é realizado por equipamentos aerotransportados não localizados em órbitas. Entre estes, destacam-se os sensores aerotransportados, que utilizam para deslocamento aviões, balões, ou veículos aéreos não tripulados (principalmente aeromodelos). Os produtos mais comuns do sensoriamento remoto sub-orbital são as fotografias aéreas.

**Sistema de posicionamento global (GPS):** constituído por uma constelação de pelo menos 24 satélites que orbitam a terra a 20.200 km de altitude, cada um passando sobre o mesmo ponto da superfície terrestre duas vezes por dia. Esses satélites emitem sinais de rádio que são captados pelo aparelho GPS que, em função da localização dos satélites, calcula e informa a coordenada de qualquer ponto da superfície da terra, onde este esteja. O sistema e os aparelhos GPS permitiram grandes avanços relativos às formas de mapeamento da superfície da terra, uma vez que oferecem a possibilidade de automatização da coleta de informações, o que melhora e acelera os processos de análises de áreas.

**Cartografia digital:** os mapas e cartas topográficas, quando transformados em imagens, fornecem informações preciosas para o geoprocessamento. Normalmente são usados como fonte de dados para o mesmo e se beneficiam das informações geradas por este. Os mapas disponíveis no formato analógico (em papel), podem ser convertidos para o formato digital utilizando-se digitalizadores (scanners).

**Topografia e levantamentos de campo:** embora a tecnologia esteja bastante

evoluída e as fontes de dados hoje disponíveis sejam diversas, a complementação e a confirmação das informações no campo ainda são parte fundamental da maioria dos projetos de geoprocessamento. Além disso, as escalas dos materiais utilizados como bases de dados, muitas vezes não permitem o detalhamento exigido para determinados fins. A topografia permite o levantamento de informações com a qualidade requerida, principalmente em pequenas áreas. É ainda bastante usada em estudos urbanos, de delimitação de propriedades e de planejamento de infraestruturas (de transporte, de moradia, etc).

**Processamento digital de imagens:** Pode ser definido como sendo as transformações e adaptações realizadas para modificar uma imagem com a finalidade de ajustá-la à necessidade de um determinado trabalho. Os processamentos mais comuns usados em geoprocessamento são as composições de bandas de imagens de satélite, correções atmosféricas, aplicações de filtros e de contrastes, elaboração de fusões de imagens, transformações, restituições, classificações de imagens, reclassificações, interpolações, entre outros. Dominar essas técnicas e saber em que casos aplicá-las, é um dos fatores mais importantes no trabalho com geoprocessamento.

**Profissional capacitado (Peopleware):** Todo conjunto de ferramentas e tecnologias apresentado anteriormente de nada adiantam se não houver o profissional especializado, com capacidade para aplicar os recursos tecnológicos disponíveis, integrar o uso das diferentes metodologias e interpretar os resultados do trabalho desenvolvido. Esse conjunto de conhecimentos, metodologias e técnicas permitem que o Geoprocessamento possa apoiar projetos de determinação das características e a evolução espacial e temporal de fenômenos geográficos. Permite ainda, a análise das inter-relações entre diferentes fenômenos de interesse.

No caso de prevenção de desastres naturais, o geoprocessamento pode ser usado para mapear as características de interesse de uma determinada região. Os principais aspectos a serem representados cartograficamente a partir do uso do geoprocessamento são: características geológicas, geomorfológicas, pedológicas, climáticas, hidrográficas, uso do solo rural e urbano, localização das vias de transporte, altitudes, declividades, áreas de proteção ambiental, áreas ocupadas por assentamentos humanos, áreas de risco, entre várias outras.

Além do mapeamento das



características de interesse, é possível, também, interpolar e modelar dados para geração de produtos que agregam informações. A Figura 1 mostra o modelo digital de elevação de uma microbacia elaborado a partir do uso de um SIG, com técnicas de geoprocessamento. Esse modelo permite a visualização do relevo da região, mesmo para aquelas pessoas que nunca tenham ido ao local.

A Figura 2 apresenta o mapa de declividades do município de Botucatu. Este foi gerado a partir da interpolação das curvas de nível da área, com técnicas de geoprocessamento. A análise de um mapa como esse pode determinar as áreas de risco relacionadas a altas declividades. O mesmo pode ainda ser cruzado com outros mapas inserindo assim outras características que podem complementar as análises.

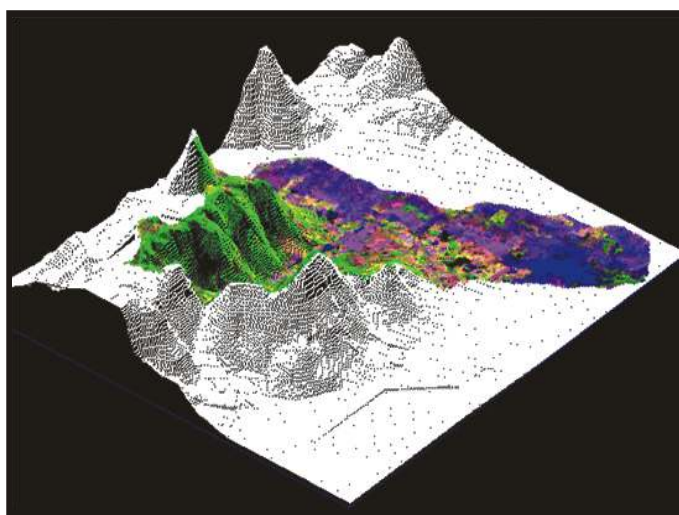


Figura 1 – Modelo digital de elevação do relevo. Elaboração do autor.

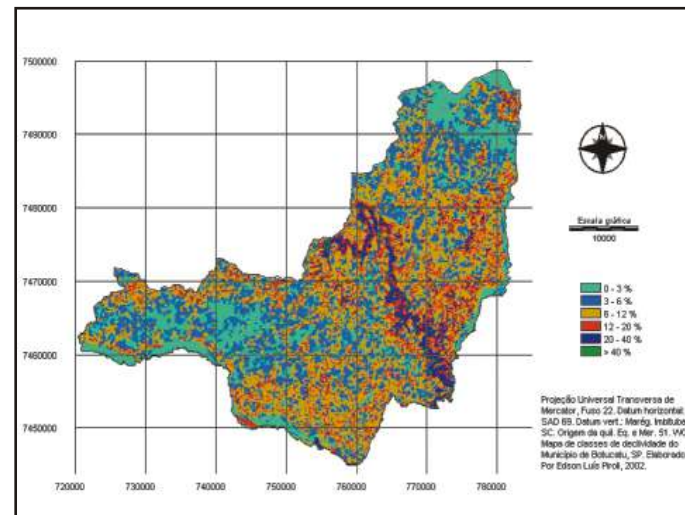


Figura 2 – Mapa de declives de um município. Elaboração do autor.

A Figura 3 mostra o mapa de risco de inundação para o município de Cáceres, MT, elaborado a partir de dados altimétricos interpolados e cruzados com o mapa da área urbana. A Figura 4 apresenta a carta geotécnica do município de Blumenau elaborada a partir de dados geológicos, geomorfológicos e de cobertura do solo.

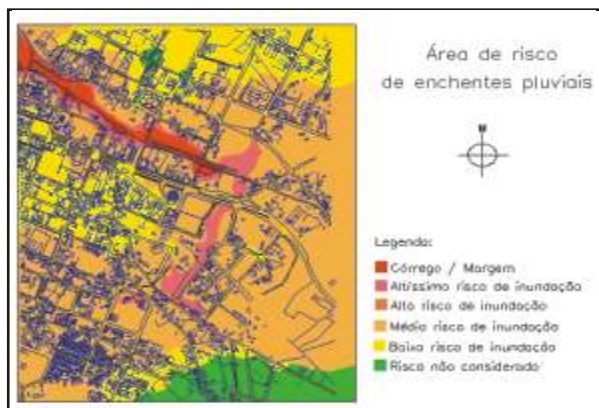


Figura 3 – Áreas de risco de enchentes pluviais em Cáceres, MT. Autoria: Alcantara & Zeilhofer, 2006

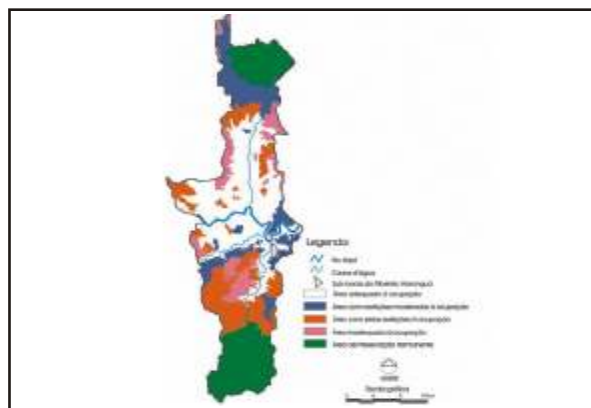


Figura 4 – Áreas de risco de enchentes pluviais em Cáceres, MT. Autoria: Xavier, 1996.

A Figura 5 mostra o trabalho feito em Itabuna, onde foram analisadas características da bacia hidrográfica, da hidrografia, da declividade e das altitudes. A Figura 6 apresenta o mapa de susceptibilidade a deslizamentos e enchentes, elaborado em Florianópolis a partir do cruzamento de dados de evolução da ocupação do solo, declividades, geomorfologia e hidrografia.

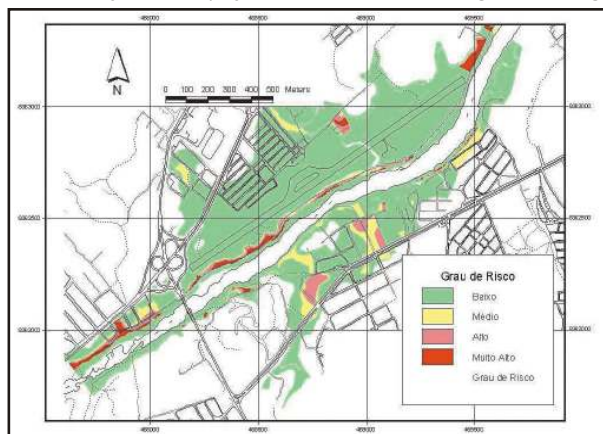


Figura 5 – Áreas de risco de inundação em Itabuna, BA. Autoria: Hora & Gomes, 2009.

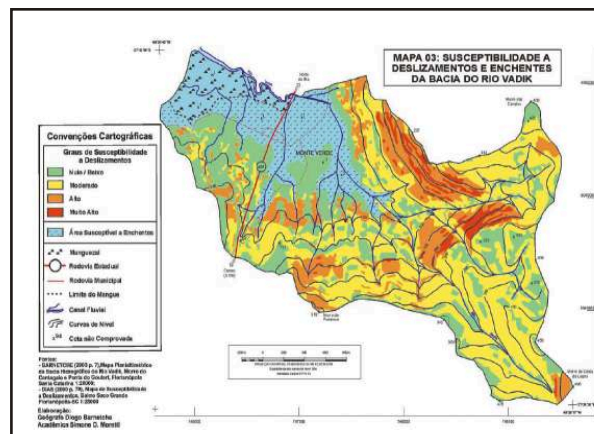


Figura 6 – Carta de risco de deslizamento e enchentes. Autoria: Barnetche & Moretti, 2004.

Esse conjunto de mapas mostra o potencial do geoprocessamento para identificação e espacialização das características (físicas, biológicas, sociais, econômicas...) de uma determinada região. A partir desses dados, pode-se (e deve-se) monitorar as áreas de risco e suas adjacências a intervalos de tempo regulares com o uso de dados obtidos por sensores remotos (imagens de satélite e ou fotografias aéreas), podendo-se assim, tomar providências para adequar ou impedir usos e ocupações equivocados.

Além disso, a análise das informações contidas nos mapas permite a avaliação das áreas com fragilidade, podendo estas ser usadas como suporte para o estabelecimento de políticas públicas corretas no que se refere a não ocupação ou desocupação das regiões de risco, uma vez que no caso destas serem ocupadas, os prejuízos e as tragédias passam a depender das condições meteorológicas e se tornam apenas questão de tempo para que aconteçam.

**Notas:**

1- Professor do Curso de Geografia UNESP/Ourinhos. E-mail: elp@ourinhos.unesp.br

**Referências:**

ALCANTARA, L. H., ZEILHOFER, P. Aplicação de técnicas de geoprocessamento para avaliação de enchentes urbanas: estudo de caso – Cáceres, MT In: I SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL. 2006, Campo Grande, Anais... Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.18-27.

BARNETCHE, D., MORETTI, S.D. Mapeamento de risco de deslizamentos e enchentes da bacia do rio Vadik: aspectos físicos e de ocupação urbana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004.p. 102-116. (CD-ROM)

HORA, S. B. da., GOMES, R.L. Mapeamento e avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 21 (2): 57-75. 2009

JENSEN, J.R. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução: EPIPHANIO, J.C.N. (coordenador)...[et al.]. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

PIROLI, E. L. Introdução ao geoprocessamento. Ourinhos : Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010.

XAVIER, F. da F. Caracterização geotécnica do município de Blumenau: dados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 8, Rio de Janeiro, 1996. Anais...v. 2, Rio de Janeiro, 1996. P. 561-567.

## Análise de riscos de desastres naturais em ambientes urbanos

### Introdução

O crescimento populacional, aliado à ocupação desordenada do território, tem levado os ambientes urbanos a verdadeiros colapsos quando atingidos por eventos naturais com os quais não são mais capazes de lidar e que evoluem de vendavais, seguidos por chuvas fortes, tempestades, e assim por diante. Enchentes, deslizamentos, população desabrigada, são imagens cotidianas na estação chuvosa da maioria dos Estados brasileiros. Somando-se a esse cenário o presente quadro de mudanças climáticas globais, a tendência é a de que os padrões de chuva se modifiquem e os eventos pluviais sejam mais esparsos, porém ainda mais intensos (IPCC, 2007).

A análise de riscos de desastres naturais em ambientes urbanos é uma necessidade para que os planos diretores das cidades sejam fundamentados, planejados e executados. Sem um profundo conhecimento da geografia urbana, do clima e das necessidades da população, os planos não passam de mera especulação. É preciso avançar na detecção de áreas vulneráveis, projetar cenários futuros e impor resiliência aos sistemas urbanos para que se possa lidar com os efeitos de eventos extremos nas cidades brasileiras e, conseqüentemente, mitigá-los. Com grande parte de sua população habitando zonas costeiras e ribeirinhas, o Brasil tem um modelo de gestão de recursos naturais passando por uma transformação. Unir o crescimento econômico com a preservação ambiental e a proteção de nossa população não é uma tarefa fácil, porém precisa ser realizada se almejamos o tão sonhado desenvolvimento equitativo e sustentável.

O conceito de risco pode ser abordado de diversas formas. Na literatura o mais frequente é ver esse termo associado ao perigo de determinado evento. A noção de evento está ligada a probabilidade de uma determinada ocorrência. E claro, uma vez que haja risco e o evento ocorra, os danos e os custos de reparos são inerentes. Mas para que o dano ocorra é preciso que populações e instalações estejam expostas a um determinado perigo. Essa exposição é a vulnerabilidade que os elementos em risco possuem e podem variar em alguns graus. O exercício desses conceitos é uma ferramenta importante para que se possa comunicar aos mais diversos níveis da sociedade a necessidade de se elaborar planos de apoio e suporte a desastres.

A gestão participativa só pode ser pensada partindo das observações e anseios locais, como associações de bairros, passando

pelos municípios, estados, até as esferas federais como o Ministério das Cidades. O Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) disponibilizou recursos para obras e infraestrutura básica com o objetivo de resolver problemas crônicos e cada vez mais intensos de muitas cidades na área de saneamento e drenagem urbana para tentar frear os danos causados principalmente por enchentes. Por falta de projetos bem elaborados, boa parte desses recursos não foram aplicados. Estudos profundos sobre a real viabilidade de obras envolve conhecimento das áreas de risco, dos danos a que elas estão sujeitas e das medidas necessárias para evitá-los. Assim, relatórios e planos baseados em análises de risco podem ser um ingrediente que aparece não somente após os desastres e as catástrofes, mas uma ferramenta útil para angariar fundos, prevenir perdas e principalmente proteger a população mais vulnerável.

### Análise de riscos

Entender o risco é pensar a cidade, que é o efeito da antropização do meio em que vivemos. Esse efeito gera alterações não só no meio interno como também nos exteriores da cidade. A capacidade e forma de lidar com fenômenos naturais também são alteradas. Muitas vezes o que se observa é uma menor capacidade da cidade em lidar com impactos meteóricos, refletidos em quadros de enchentes constantes, por exemplo. Em outras situações, temos a marginalização da ocupação do solo que leva populações inteiras a habitar em áreas vulneráveis. A superpopulação acaba contribuindo também para que o impacto sobre o meio seja amplificado, na forma de degradação e poluição. Com o atual quadro de mudanças climáticas globais, a tendência é que o número de desastres naturais se intensifique. Áreas até então nunca atingidas por tais fenômenos passam a ser alvos de tempestades, maremotos, enchentes, deslizamentos de terra, furacões, ciclones.

Quando se pensa nos fatores de risco a que uma cidade está exposta, eles podem estar relacionados a processos naturais (terremotos, ciclones...) ou serem consequência de atividades humanas como agricultura (poluição, erosão, contaminação do solo e da água), indústria (poluição, explosão, incêndio), transportes. Os riscos industriais compõem uma família complexa dos riscos ambientais, que também podem ser analisados sob a perspectiva da saúde das populações. Outros exemplos podem ser estratégias econômicas que gerem riscos financeiros ou mesmo escolhas políticas que desencadeiem

riscos geopolíticos. As imigrações, o crescimento urbano, as desigualdades sociais, fazem nascer os riscos sociais na forma de insegurança e violência urbana (VEYRET, 2007).

### Risco = Perigo x Vulnerabilidade x Quantidade de elementos

O risco é um produto do PERIGO, da VULNERABILIDADE e dos ELEMENTOS EM RISCO. O Perigo Natural (P) probabilidade de ocorrência de um fenômeno potencialmente danoso num certo período de tempo, dentro de uma determinada área. Para se estimar P é necessário saber o número de eventos e seu tempo de retorno. Já a Vulnerabilidade (V) é dada pelo grau de perdas de um determinado elemento ou conjunto de elementos em situação de risco, resultante da ocorrência de um fenômeno natural de certa magnitude, sendo expressa em escala de 0 (sem dano) a 1 (perda total). Os Elementos em Risco (E) são todos os objetos, pessoas, animais, atividades e processos que podem ser afetados de maneira adversa por um fenômeno potencialmente perigoso, em uma área particular, tanto direta como indiretamente. Isso inclui população, propriedades, edifícios, instalações, atividades econômicas, incluindo serviços públicos, ou mesmo o meio ambiente (fauna, flora, solo, água, ar) em risco em uma determinada área. Assim pode-se mensurar o Risco Total (Rt) a que uma área está exposta expresso no número esperado de vidas perdidas, pessoas feridas, danos à propriedade, ou interrupção de uma atividade econômica em função de um fenômeno natural. É a soma dos riscos específicos para todos os períodos de retorno e todos os tipos de eventos. Os níveis de riscos a que os elementos estão expostos variam com o perigo e a vulnerabilidade (Figura 1).

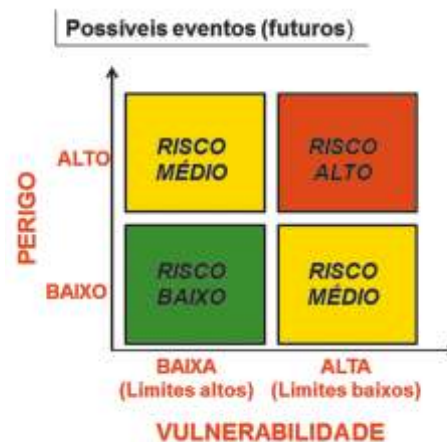


Figura 1: Níveis de risco em função de possíveis eventos futuros.

### Tipos de perdas e elementos em risco

A análise de risco é basicamente uma análise estatística, que lida com a probabilidade de que eventos aconteçam. O perigo é a probabilidade de que certo evento tem de acontecer em uma determinada área, dentro de um determinado período de tempo; a vulnerabilidade, o grau de perdas com que o sistema lida em função da ocorrência de um evento perigoso e, por fim, o risco, que é a probabilidade de que um perigo ocorra e cause perdas (COBURN, 1994).

Os tipos de perdas podem ser humanas e sociais, físicas e econômicas. As perdas humanas e sociais podem ser primárias ou secundárias. As primárias referem-se às fatalidades ocorridas, ao número de feridos, desabrigados, perda de renda ou oportunidades de emprego e as secundárias abrangem doenças, invalidez, impactos psicológicos, perda de coesão social por ruptura das estruturas comunitárias e instabilidades políticas em virtude de insatisfações com as medidas do governo frente à crise. Da mesma forma, as perdas físicas podem ser primárias, através de sedimentação, poluição, danos estruturais ou colapso de edifícios e infraestrutura, danos não estruturais e aos conteúdos, ou mesmo secundárias com a deterioração progressiva dos edifícios afetados e da infraestrutura que não é reparada. Não diferente, as perdas econômica primárias são aquelas geradas pela interrupção dos negócios em virtude de danos a edifícios e infraestrutura, perda de mão de obra na produção em virtude de fatalidades, feridos ou forças de socorro, custo do plano de resposta e socorro, e as secundárias são causadas por perdas nas agências de seguro e aumento dos prêmios pagos, perdas nos mercados e nas oportunidades de comércio por interrupção das atividades, perda de confiança por parte de investidores e diminuição nos fluxos de mercado e custo dos reparos.

Os edifícios e instalações considerados nas análises podem ser edifícios em geral, instalações essenciais, instalações com alto potencial de perdas, sistemas de transporte e linhas de abastecimento. Na análise dos edifícios em geral deve-se, através de uma amostra estratificada, levantar informações sobre o tipo de construção, estrutura, material, peso. A ocupação do solo é importante. Se o prédio é residencial, por exemplo, a densidade da população é menor de dia e maior de noite, enquanto que hospitais que são instalações essenciais estão cheios dia e noite e escolas cheias durante o dia e vazias de noite (e podem ser usadas como

acomodação de emergência). Prédios comerciais/institucionais também apresentam essa dinâmica de ocupação, variando se for varejo, atacado, reparos, pessoal, profissional, técnico, bancos, clínicas médicas, consultórios, estacionamentos, templos, divertimento (cinema, teatro), recreação, ginásios, estádios.

A ocupação industrial apresenta perigos tecnológicos secundários, com uma variedade de edifícios e infraestrutura. Sítios turísticos, religiosos ou mesmo de recreação tem padrões de visitação variáveis e altas concentrações de ocupação em determinadas ocasiões. As instalações essenciais são serviços comunitários que devem estar disponíveis após a ocorrência de um desastre, como delegacias de polícia, corpo de bombeiros, hospitais e escolas. Essas instalações têm funções importantes no plano de resposta, serviço médico e até mesmo abrigos. No caso específico dos hospitais, são essenciais e também altamente vulneráveis. Possuem um complexo de funcionalidades (hotel, escritório, laboratório e depósito na mesma instalação), pequenos quartos e longos corredores, alta ocupação 24 horas, pois muitos pacientes requerem assistência constante. Além de tudo, contêm materiais perigosos (líquidos e/ou gases venenosos).

Sistemas de transporte como estradas, portos e aeroportos, e instalações com alto potencial de perdas como parques militares, industriais, usinas nucleares (Figura 2) e represas devem ter uma atenção especial, assim como as linhas de abastecimento. A interrupção de linhas de abastecimento de água (tubulação, estações de bombeamento, estações de tratamento, caixas d'água, poços), esgoto (tubulação, tubulação subterrânea), estações de tratamento de esgoto (Figura 3), estações de bombeamento/adutoras), luz (usinas de força, subestações, rede de distribuição / linhas), óleo e gás (refinarias, tanques, tubulações, estações de bombeamento, tubulações subterrâneas) e comunicação (estúdios de tv e rádios, retransmissoras, rede telefônica) traz, muitas vezes, além de problemas à população, a sensação de abandono e até mesmo pânico.



Figura 2: As usinas nucleares de Angra I e Angra II localizadas a beira mar possuem riscos de perdas em caso de eventos extremos de marés, mas são protegidas naturalmente pela baía e pelas barreiras construídas.

Fonte:

<http://www.flickr.com/photos/delcidio/5603972750/>



Figura 3: Estação de tratamento de esgoto as margens do Rio Tietê em Barueri (SP) em risco de perdas físicas, econômicas e ambientais em caso de transbordamento do rio.

Fonte: <http://www.flickr.com/photos/sabesp/4789894233/>

### Fontes de dados sobre elementos em risco

Para que seja feita uma análise apropriada é necessário que sejam levantadas informações a respeito dos elementos em risco para que se possa chegar a um diagnóstico. As fontes de dados podem ser cadastrais, censitárias, órgãos administrativos, produtos de sensoriamento remoto como imagens de satélite e modelos digitais de terreno, e estratégias de coletas a campo como sistemas de informações geográficas participativas em que a própria população aponta a magnitude dos problemas que afetam a comunidade.

Geralmente cadastros são os registros de maior resolução, envolvendo parcelas individuais e dados sobre área, dono, valor, serviços. Já os censos são realizados a cada 10 anos na maioria dos países (5 em alguns) com coleta domiciliar, agregada ao quarteirão ou nível do censo, trazendo informações como idade, sexo, raça, salário, migração. As particularidades da população são consideradas as mais importantes e apresentam características especiais por ser ao mesmo tempo estática – se observados o número de habitantes, densidade populacional e faixa etária – e dinâmica, quando observados os padrões de atividade, densidade espacial (trabalho no centro/moradia no subúrbio) e densidade temporal (diurno/noturno). Isso torna a população complexa de ser analisada.

Os órgãos administrativos muitas vezes possuem censos distritais (mas podem estar desatualizados) sobre registros da população que podem ser incompletos ou irreais. Também registros de terras e edifícios (alvarás) podem ter acesso restrito e/ou dificultado, não sendo digital, sem georreferência, privado (avaliação de valores por meio de seguradoras), o que reduz sua

confiabilidade. Os produtos de sensoriamento remoto trazem informações sobre edifícios, estradas e muitos outros elementos que são registrados com sua localização, mas que podem estar ultrapassados (embora a data seja conhecida). Podem-se detectar construções e terras disponíveis, medir a densidade de edificações etc... Nesse caso, imagens de alta resolução (< 1 m) em formato digital complementarizam fotos aéreas (Figura 4), embora seu custo seja elevado para muitos municípios em termos de aquisição e também análise, por não possuírem corpo técnico especializado. A coleta de dados a campo ainda é a solução em muitos casos; porém, a observação deve ser feita por uma pessoa treinada, um especialista com conhecimento local, tornando-se uma poderosa ferramenta de captura de dados. Diagnósticos profissionais e levantamentos podem ser aplicados na estimativa de valores ou avaliação da qualidade estrutural de prédios, por exemplo.

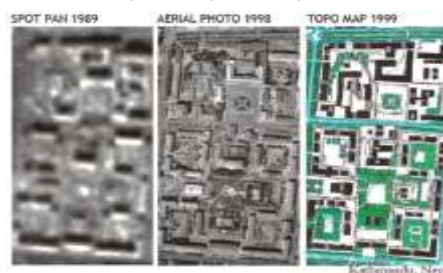


Figura 4: Diferentes resoluções de produtos de sensoriamento remoto podem ser integradas no levantamento dos elementos em risco e nas análises de riscos.

A recuperação de dados analógicos requer tempo para conversão ao formato digital, mas a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é um caminho que também evolui e se consolida cada vez mais. SIG em

telefones celulares, por exemplo, trarão novas soluções em tempo real, podendo auxiliar sistemas de alerta e alarmes.

### Considerações finais

A análise de risco em ambientes urbanos envolve inúmeros elementos. Seus conceitos são puramente estatísticos, abrangendo a probabilidade de eventos e a vulnerabilidade da população e dos demais elementos. A população é muito dinâmica no espaço e no tempo e sua vulnerabilidade e densidade, variáveis. É interessante focalizar as análises em instalações específicas, essenciais no caso de um desastre (instalações essenciais, instalações com alto potencial de perdas, sistemas de transporte, sistemas de abastecimento) e ao se realizar o levantamento de dados sobre os elementos em risco, utilizar-se de múltiplas fontes como sensoriamento remoto, além de se considerarem outras fontes de mapas e registros já existentes e novos levantamentos de campo. Para um efetivo planejamento das cidades é necessário incluir esse tipo de análise nos planos diretores e exercitar sua aplicação para impor resiliência aos sistemas e mitigação de efeitos negativos da antropização do meio.

### Notas:

1- Professor do Curso de Geografia  
UNESP/Ourinhos  
E-mail: [manzione@ourinhos.unesp.br](mailto:manzione@ourinhos.unesp.br)

### Referências:

- COBURN, A. W.; SPENCE, R. J. S.; POMONIS, A. Vulnerability and risk assessment. Disaster management Training Programme. Genebra: United Nations Development Programme, 1994. 68p.
- INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. SOLOMON et al. (eds.) New York: Cambridge University Press, 2007.142p.
- VEYRET, Y. Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Editora Contexto, 2007. 320p.

## Prevenção de riscos naturais

### Os riscos naturais

Considerando que desastre é o resultado da confluência entre um fenômeno natural ou tecnológico perigoso e uma população que está inserida num contexto econômico, social e ambiental vulnerável, é fundamental conhecer os fatores que provocam esta vulnerabilidade, sendo necessário o mapeamento de risco, ou seja, o levantamento das reais condições em que se apresentam determinadas ameaças, que podem culminar em desastres ambientais. É preciso reconhecer que os desastres constituem o resultado de processos que, diante da presença de um perigo ou ameaça, convertem-se em “detonadores” de situações críticas preexistentes em termos sociais, econômicos e políticos.

O estudo sobre determinado tipo de desastre, seja ele natural ou tecnológico, oferece condições para o desenvolvimento de um laboratório social, pois surge, em momentos específicos, uma série de relações, alianças, circunstâncias que poderiam passar inadvertidas em outros momentos. Mas, para evitar cair em anacronismos e poder colocar o desastre na sua verdadeira dimensão, deve-se conhecer o contexto. Dessa maneira, é possível determinar o grau de vulnerabilidade, não somente em termos de riscos físicos, mas também como resultado das desigualdades sociais e econômicas, sendo ele um produto de um modelo de desenvolvimento desencadeado ao longo do tempo e espaço específicos.

A definição sobre desastre do OCHA-UN (Gabinete de Coordenação dos Assuntos Humanitários, da Organização das Nações Unidas, em inglês), é que este corresponde a “uma interrupção grave do funcionamento de uma sociedade, causando generalizadas perdas humanas, materiais ou ambientais que excedem a capacidade da sociedade afetada para lidar utilizando apenas seus próprios recursos” (adaptado de WMO, 1999; UNISDR, 2009). Segundo o mesmo autor, “desastres geralmente são classificados de acordo com suas velocidades de início (súbito ou devagar), ou de acordo com suas causas (natural ou por ação do homem)” (idem).

Uma forma simplificada de conceituar “desastre” é considerar este como sendo “resultado do impacto de um fenômeno natural extremo ou intenso sobre um sistema social”, que causa “sérios danos e prejuízos que excedem a capacidade dos afetados em conviver com o impacto” (MARCELINO, 2008). São considerados desastres naturais fenômenos intensos que ocorrem em áreas ocupadas pelo homem, que resultam em danos (materiais e humanos) e prejuízos (socioeconômicos), exemplos desses fenômenos são inundações, escorregamentos, secas, furacões, entre outros que são influenciados pelas características locais, tais como rocha, solo, topografia, vegetação e

condições meteorológicas (KOBİYAMA ET AL, 2006).

A Política Nacional de Defesa Civil diz que o desastre é resultado de eventos adversos sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais, sendo que esse evento adverso pode ser de origem natural ou provocado pelo homem (POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA CIVIL, 2007). Pode-se considerar que a grande maioria dos desastres rotulados como naturais seriam de fato desastres mistos, possuindo causas naturais, mas sendo auxiliados ou amplificados por ações antrópicas no meio (Marcelino, 2008).

A ausência de utilização sustentável dos recursos naturais aliada à intensa ocupação urbana promovem problemas como às inundações, cuja frequente ocorrência, em várias cidades de todo o mundo, inclusive no Brasil, demonstra a necessidade de reflexão sobre seus processos históricos de expansão, gerando crescente impermeabilização do solo, ocupação de fundos de vale, de áreas alagáveis, de rios e córregos urbanos. Esses efeitos da urbanização acarretam no aumento da vazão máxima dos cursos d'água, na antecipação do pico de vazão e também no aumento do volume de escoamento superficial.

Além dos condicionantes físicos, as condições hidrometeorológicas influenciam sobremaneira para a ocorrência de eventos extremos e catastróficos que, ao ocorrerem em regiões de alta densidade demográfica, acarretam em prejuízos tanto de ordem material como humana.

De acordo com Goerl e Kobiyama (2005) poucas comunidades possuem sistemas de alerta contra inundações, principalmente quando se trata de escala local. Os mesmos autores salientam ainda a problemática relacionada à inexistência de uma educação voltada para a população diretamente atingida.

Sobre esse aspecto, afirmamos que tradicionalmente a visão de risco por parte da população leiga era menosprezada por ser considerada irracional e subjetiva. No entanto, pesquisas realizadas demonstram o contrário, caracterizam os leigos como construtores ativos no processo de interpretação do ambiente, da resolução de problemas e do entendimento de relações causais. Desta forma, para compreender o comportamento de uma determinada pessoa perante uma situação de catástrofe é necessário entender o modo como percebe o risco.

Assim, é preciso o desenvolvimento de medidas e ações de forma a “evitar” a ocorrência de desastres e minimizar seus efeitos. Neste contexto, se torna fundamental esclarecer e conscientizar a população sobre os riscos de enchentes e inundações, deslizamentos, raios, ventos, queimadas, baixa umidade e “pragas” urbanas.

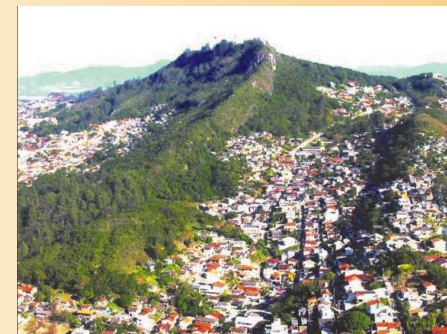
### Deslizamento

Definição: Deslizamento é um fenômeno que pode ser denominado como uma descida de solo, de rocha, e material orgânico sob o efeito da gravidade ou da ocupação humana em áreas inadequadas (Figura 1).



Fonte: Kobiyama, M (2006)

Figura 1 - Deslizamento em solos encharcados



Fonte: Kobiyama, M. (2006)

Figura 2 – Ocupação desordenada de encosta

#### Causas dos Deslizamentos:

- As causas podem ser: naturais: terremotos, chuvas e solo encharcado nas encostas de morros
- Causadas pelo homem: remoção da vegetação, ocupação desordenada (Figura 2) e escavações.

#### Fatores que contribuem para o agravamento dos problemas:

- Infiltrações de água de fossas sanitárias;
- Cortes no terreno, realizados com declividade e altura excessivas;
- Execução inadequada de aterros;
- Deposição inadequada do lixo;
- Remoção descontrolada da cobertura vegetal.

#### Consequências do Deslizamento

As consequências do deslizamento podem ocorrer em dois ambientes:

- No ambiente construído: a descida do solo pode destruir casas, estradas ou redes de infraestrutura (que acabam gerando mais danos) ou interrompem o fluxo de veículos em rodovias;
- No ambiente natural: afetam o meio terrestre e aquático, provocando danos à flora e à fauna

#### Medidas Preventivas

Antes da Ocorrência do Fenômeno

- Evite construir em encostas íngremes e com histórico de deslizamento;
- Antes de comprar um imóvel, procure o Cartório de Registro de Imóveis ou a Prefeitura Municipal para saber se o loteamento foi aprovado;
- Entre em contato com órgãos federais, estaduais, estaduais e municipais para saber sobre a ocorrência deste fenômeno na sua região;
- Nunca retire a vegetação de encostas de morros, principalmente em locais onde já existam construções;
- Evite construir em morros e encostas;
- Não deixe sujeira e lixo em lugares inclinados, pois eles entopem a saída da água e acabam aumentando o peso e desestabilizando os terrenos;
- Nunca construa em locais onde haja blocos de rochas acima, pois há o risco deles rolaem;
- Embora devam ser evitados, caso você for construir em encosta nunca, execute aterros;
- Nunca construa na direção do fluxo d'água preferencial que desce a encostas.
- Em épocas de chuva se mantenha a uma distância dos morros igual à altura deles (por exemplo, se o morro tem 100 metros de altura se mantenha uma distância de 100 metros);
- Evite plantações de banana e manga, pois essas plantas acabam deixando o solo úmido;
- Se você mora em encostas, exija da municipalidade, a elaboração de um programa para remoção das famílias em situação igual a sua.
- Caso a Prefeitura não tenha um plano para remoção, cobre dela a implementação de

medidas e obras para:

- Reflorestamento de encostas;
- Estabilização do solo das encostas: direcionamento das águas superficiais, drenagem das águas subterrâneas, minimização da irrigação de superfície etc.,
- Redução de risco de quedas de rochas: remoção de crostas e cortes para estabilização do talude, concreto projetado, ancoramento etc.,
- Redução de fluxo de detritos: muros de contenção, replantio da vegetação e prevenção a incêndios florestais.
- Verifique, com frequência, a estrutura de sua casa, e, caso constate, alguma anormalidade, procure um engenheiro ou a Defesa Civil para uma avaliação técnica;
- Esteja atento à previsão do tempo e às informações dos órgãos de prevenção, tais como a Defesa Civil.
- Durante a Ocorrência do Fenômeno:
  - Se ouvir barulho como árvores caindo, pedras rolando e paredes rachando, deixe sua casa imediatamente, avise seus vizinhos e o corpo de bombeiros;
  - Jamais fique no mesmo trajeto de um deslizamento, pois você pode ser levado por ele. Procure um local seguro;
  - Se você estiver dirigindo, afasta-se das encostas de morros.

## Baixa umidade

Definição: Umidade é a quantidade de água em determinada substância ou material.

A umidade relativa do ar é a relação entre a quantidade de água existente no ar (umidade absoluta) e a quantidade máxima que poderia haver na mesma temperatura (ponto de saturação).

A umidade do ar ocorre em virtude da evaporação, que é uma das fases do Ciclo Hidrológico (Ciclo da Água). Neste processo, uma parte da água que sobe para a atmosfera, acaba se acumulando em forma de nuvens, enquanto outra compõe o ar que circula na atmosfera.

Esse ar possui variação na umidade relativa, em função da temperatura, região, estação do ano, presença de vegetação, existência de rios e relevo.

**Os Problemas:** Tanto umidades muito altas quanto muito baixas podem afetar à saúde e o bem estar.

Valores baixos de umidade relativa do ar estão relacionados à: concentração de névoa seca, poeira em suspensão, fumaça de automóveis e queimadas e atmosfera poluída.

Valores elevados de umidade relativa do ar podem provocar desconforto e o surgimento de fungos, mofo, bolores e ácaros.

Já valores baixos de umidade, além de favorecerem a ocorrência de queimadas, provocam: mal estar, desânimo, cansaço, dor de cabeça, irritação no nariz e garganta, sangramento no nariz, agravamento de alergias e doenças respiratórias e irritação nos olhos;

A figura 3 mostra um casal que caminha em um dia de sol escaldante e baixa umidade do ar. É possível constatar que embora ele, mesmo de língua de fora, tenta minimizar o sofrimento dela, que chora e carrega a plantinha a qual acabou de ganhar e já murchou.



Autora: Tabita Teixeira  
 Figura 3 – Casal caminhando sob sol escaldante

### Medidas preventivas para aumentar a umidade do ar

- Evite o corte de árvores;
- Plante uma ou mais árvores defrente sua casa;
- Incentive seus parentes, vizinhos e amigos a plantar árvores;
- Mantenha áreas permeáveis em seu terreno;
- Evite, ao máximo, a impermeabilização do solo;
- Utilize pisos permeáveis no seu terreno;
- Preserve as áreas de preservação permanente no entorno das nascentes e dos cursos d'água;
- Jamais queime seu lixo;
- Não coloque fogo em terrenos;
- Não provoque incêndios florestais e urbanos.

### Medidas a serem adotadas em casos de baixa umidade do ar:

#### Estado de Atenção (Umidade Relativa entre 20 e 30%):

- Evite exercícios físicos ao ar livre entre 11 e 15 horas;
- Umidifique o ambiente através de vaporizadores, toalhas molhadas e recipientes com água;
- Permaneça, sempre que possível, em áreas cobertas por vegetação ou em locais protegidos do sol;

- Consuma muita água.

#### Estado de Alerta (Umidade Relativa entre 12 e 20%):

- Observe as recomendações do estado de atenção;
- Não realize atividades ao ar livre e exercícios físicos entre 10 e 16 horas;
- Evite aglomerações em ambientes fechados;
- Utilize soro fisiológico para olhos e narinas.

#### Estado de Emergência (Umidade Relativa abaixo de 12%):

- Observe as recomendações para os estados de atenção e de alerta;
- Não realize qualquer atividade ao ar livre entre 10 e 16 horas;
- Neste mesmo período não vá a locais onde há aglomerações de pessoas em locais fechados, tais como cinemas, teatros etc.;
- Durante as tardes, mantenha úmidos os ambientes internos, principalmente quarto de crianças e hospitais.

## Incêndios florestais

Definição: Incêndio é o fogo que se propaga, ou se desenvolve com intensidade, destruindo e causando prejuízos.

Normalmente, ocorre com frequência e intensidade nos períodos de estiagem e está diretamente relacionado com a redução da umidade.



Autora: Tabita Teixeira

Figura 4 – Menina dando bronca no colega que soltou balão que acabou provocando incêndio

### Causas dos Incêndios:

As causas podem ser:

- Naturais: raios, reações fermentativas exotérmicas, concentração de raios solares por pedaços de quartzo ou cacos vidro em forma de lente;
- Causadas pelo homem: Imprudência e descuido de caçadores, mateiros ou pescadores, fagulhas provenientes de locomotivas ou de outras máquinas automotoras, perda de controle de queimadas, fagulhas provenientes de bitucas de cigarros jogadas a partir de veículos; balões soltos criminosamente.

### Fatores que contribuem para o agravamento dos problemas:

- Climatológicos e ambientais são decisivos para incrementá-los, facilitando sua propagação e dificultando seu controle;
- Falta de conscientização de parte da população, que tem o mau hábito de utilizar o fogo para limpeza de terrenos;
- Falta de educação de muitos motoristas que atiram bitucas de cigarro pelas janelas de automóveis;
- Irresponsabilidade de muitas crianças, jovens e adultos que “ainda” se divertem soltando balões;

### Consequências dos Incêndios:

As consequências dos incêndios são:

- Danos humanos e materiais;
- Perdas humanas e traumatismos causados pelo fogo;
- Acidentes de trânsito que podem provocar mortes e danos materiais;
- Perdas de edificações, deixando pessoas desabrigadas e desalojadas;
- Destruição de árvores em fase de utilização comercial, reduzindo a produção de madeira, celulose, essências florestais e outros insumos;
- Redução de oportunidades de trabalho relacionadas com o manejo florestal;
- Acidentes aéreos e em indústrias.
- Aumento de doenças respiratórias;
- Diminuição da qualidade do ar;
- Acidentes de trânsito, uma vez que as queimadas dificultam a visão.

### Danos no ambiente natural:

- Redução da fertilidade do solo, como consequência da destruição da matéria orgânica reciclável obrigando a um maior consumo de fertilizantes;

- Destruição das árvores em fase de crescimento em áreas onde houve recuperação ambiental;
- Redução da resistência das árvores ao ataque de pragas, obrigando a um maior consumo de praguicidas.
- Redução da biodiversidade;
- Alterações drásticas dos biótopos, reduzindo as possibilidades de desenvolvimento equilibrado da fauna silvestre;
- Facilitação do surgimento de processos erosivos;
- Redução da proteção das nascentes e cursos d'água.

#### Como Evitar a Ocorrência de Incêndios e suas Consequências:

- Jamais coloque fogo em terrenos baldios;
- Não utilize o fogo para limpeza de áreas;
- Construa e mantenha limpos aceiros no entorno de propriedades rurais e em áreas de florestas;
- Jamais solte balões;
- Construção de barragens de água que atuem como obstáculos à propagação do fogo e como reserva de água para o combate ao incêndio;
- Construa estradas vicinais, no interior de florestas, pois facilitam a fiscalização e favorecem o transporte dos meios para controle dos incêndios;
- Em áreas rurais ou de reflorestamento, implante torres de observação e crie equipes móveis para vigilância da área;
- Não jogue bitucas de cigarro pela janela do carro
- Caso veja um incêndio florestal, avise imediatamente o Corpo de Bombeiros, Defesa Civil ou Polícia Ambiental;
- Siga as instruções dos bombeiros ou Defesa Civil;
- Jamais tente combater um incêndio sozinho.

### Riscos decorrentes de pragas urbanas



Autora: Tabita Teixeira  
 Figura 5 – Cartomante tentando “diagnosticar” a causa da doença do amigo

Definição: São consideradas pragas às espécies que devido à sua adaptabilidade ao meio, aliadas a uma elevada taxa de reprodução, passam de situação benéfica, ou seja, de um equilíbrio ecológico para um potencial de risco com consequências indesejáveis para a saúde pública.

#### Os locais de riscos para proliferação, e as pragas, geralmente encontradas são:

- Áreas comerciais: baratas, ratos, mosquitos e pulgas;
- Áreas de lazer: ratos, pulgas e mosquitos;
- Escolas: ratos e baratas;
- Casas abandonadas: ratos;
- Mercados e feiras: baratas, ratos, pulgas e mosquitos;
- Lagos e fontes: mosquitos.

A situação desses locais faz com que muitas pessoas contraiam doenças e que boa parte delas acaba fazendo vários exames para diagnosticar a causa, que muitas vezes está relacionado à falta de higiene pessoal e do lar.

#### Causas:

- Ultimamente a população está mais sujeita a contrair doenças provocadas por pragas urbanas, em virtude de:
- Desequilíbrio ecológico provocado pelo ser humano através de: alteração na fauna natural e eliminação de predadores;
- Condições que propiciam a proliferação excessiva: falta de higiene no lar, disposição de lixo em terrenos baldios, acesso a abrigos, acesso à água e alimentação por parte de pessoas mal informadas.
- Inundações: enchentes.

#### Consequências:

- Doenças
- As pragas urbanas são responsáveis por uma série de doenças, que podem ser até fatais.

Pessoas que tiveram contato com a água contaminada pela urina de rato podem contrair a leptospirose, que anualmente, afeta muitas pessoas no Brasil, devido, principalmente, as frequentes inundações que ocorrem em muitas cidades.

#### Os pombos podem vir a provocar uma série de doenças, uma vez que:

- A inalação de poeira com fezes secas de pombos causa doenças respiratórias;
  - A ingestão de alimentos e água contaminada pelas fezes das aves provoca doenças digestivas;
  - A pessoa que entra em contato com piolhos de pombos pode contrair alergias de pele.
- Anualmente, várias cidades do Brasil sofrem uma verdadeira epidemia, em função do número de pessoas que contraem dengue, doença provocada pelo mosquito *Aedes aegypti*.**
- Além da dengue, os insetos ainda são responsáveis pela transmissão de várias doenças, entre as quais citam-se: Leishmaniose, Doença do sono, Febre amarela e Filariase.
  - As baratas transmitem micróbios que causam infecções respiratórias e intestinais. Além disto, suas fezes e casca seca podem causar alergias.
  - Entre as doenças causadas pelas pragas urbanas, ainda podem ser citadas as transmitidas pelos caramujos gigantes africanos (Figura 20), que causam perfuração intestinal e hemorragia abdominal.

#### Danos ao Patrimônio

- Fezes de pombos, pela sua acidez, danificam pinturas, deterioram superfícies metálicas e fachadas, provocam o entupimento de calhas e apodrecimento de forros de madeira;
- Cupins destroem madeira e outros materiais, tais como livros e cortinas.

#### Medidas Mitigadoras:

- Jamais jogue lixo na rua ou em terrenos baldios;
- Evite entrar em contato com águas de inundação;
- Denuncie à vigilância sanitária a existência de imóveis abandonados;
- Caso a municipalidade não tome providências com relação a terrenos abandonados, procure o Ministério Público.
- Exija que a Prefeitura notifique proprietários de terrenos situados próximos à sua casa para que eles procedam à limpeza e a capina dos mesmos;
- Jamais alimente pombos;
- Mantenha seu quintal sempre limpo;
- Acondicione o lixo em sacos plásticos e os mantenha sempre bem fechados;
- Após os animais domésticos se alimentarem, tampe os recipientes deles, a fim de evitar que ratos, pombos e baratas tenham acesso às sobras de alimentos;
- Coloque telas ou feche locais onde pombos possam se abrigar para pouso ou fazer ninhos;
- Coloque fios de nylon em beiras ou peitoris para evitar que pombos fiquem nestes locais;
- Modifique a parte de cima de superfícies onde as aves se apóiam, a fim de dificultar a permanência delas;
- Utilize máscara para remoção de ninhos e fezes de pombos.

### Raios

Definição: Embora seja um fenômeno “bonito” de ser visto, o RAIÃO é uma descarga elétrica muito intensa, que ocorre em certos tipos de nuvens e pode atingir o solo, causando prejuízos e ferindo pessoas.



#### Causas:

O raio é uma descarga elétrica luminosa, que se produz entre duas nuvens ou entre uma destas nuvens e o solo. O choque entre as partículas de gelo dentro da nuvem causa uma separação de cargas elétricas negativas e positivas.

Quando há uma diferença de cargas muito grande, uma carga elétrica negativa, denominada de condutor, deixa a nuvem ziguezagueia entre 30 a 50 m de altitude. Devido à intensidade do campo elétrico formado, as cargas positivas do solo mais perto do raio condutor, chamados de conectantes, saltam até encontrá-lo, assim fechando o circuito elétrico entre a nuvem e o solo. Somente quando as correntes elétricas se encontram é que tudo se ilumina e o raio pode ser visto.

#### Consequências:

Ao atingir uma pessoa, o raio pode causar sérias queimaduras e outros danos ao coração, pulmões, sistema nervoso central e outras partes do corpo, através do aquecimento e uma variedade de reações eletroquímicas. A chance de uma pessoa ser atingida por raio sobreviver é de apenas 2%.

O Brasil é o país com maior incidência de raios no mundo (cerca de 100 milhões de raios por ano). Somente no ano 2000, mais de 100 pessoas morreram no Brasil atingidas por eles. Apenas no verão de 2001, houve a incidência de cerca de 15.000 raios na cidade do Rio de Janeiro. Os estados

mais atingidos por raios são: Amazonas, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, nesta ordem. Os raios afetam as linhas de transmissão de energia, de telefonia, as indústrias; causam incêndios florestais e matam pessoas e animais.

#### Como se Prevenir?

Por trabalhar a céu aberto, o agricultor está mais sujeito aos raios do que os moradores das cidades que, por ocasião das tempestades, podem abrigar-se em suas casas.

Caso esteja no campo e seja pego de surpresa por uma mudança de tempo brusca, o agricultor deve se manter afastado de árvores, postes e cercas.

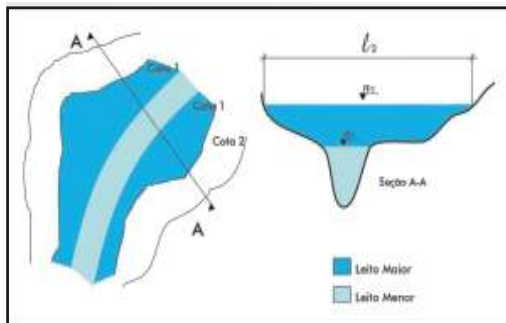


Figura 6

### Enchentes e inundações

Definições: Enchentes (Figura 6) e Inundações são fenômenos naturais que ocorrem em um curso d'água em virtudes de chuvas fortes e rápidas e chuvas de longa duração.

As enchentes são fenômenos naturais que ocorrem devido à elevação do nível dos rios, que deixam de ocupar seu leito menor e passam a ocupar seu leito maior porém, sem extravasar.

As inundações, muitas vezes tratadas como enchentes, ocorrem devido ao

aumento do nível dos rios, que transbordam passando a ocupar planície de inundação ou área de várzea.

As inundações podem ser graduais ou bruscas. As graduais ocorrem quando a água se eleva de forma lenta e previsível, mantém-se elevada por algum tempo e, depois, começa a baixar de forma gradual. Ocorrem com periodicidade, abrangem grandes áreas e não são violentas.

Por outro lado, as inundações bruscas, ocorrem devido a chuvas intensas e concentradas, principalmente, em regiões de relevo acidentado. Elas apresentam curta duração (da mesma ordem de grandeza da chuva), possuem menor área de abrangência e provocam grandes danos, uma vez que a elevação do nível d'água nos rios é muito rápida.

A frequência das inundações, bem como os prejuízos é causada, principalmente, por dois motivos: alterações na bacia hidrográfica e ocupação da planície de inundação.

#### Causas dos Problemas:

- A probabilidade e a ocorrência de inundações devem ser analisadas pela combinação entre fatores naturais e antrópicos.
- Fatores Naturais:
  - Cobertura vegetal, intensidade, distribuição e frequência das chuvas, formas do relevo, tipo de solo e teor de umidade, forma da bacia hidrográfica e características da rede de drenagem da bacia hidrográfica.

#### Fatores Antrópicos:

- Ocupação dos leitos menores e planícies de inundações de cursos d'água;
- Elevada impermeabilização do solo;
- Retificação e canalização de cursos d'água;
- Disposição irregular de lixo, que entope bocas-de-lobo e, nos cursos d'água acabam represando as águas e provocando elevação do nível;
- Lançamento de entulho nas margens e de cursos d'água;
- Ausência de planejamento integrado nas áreas urbanas;
- Processos intensos de erosão do solo e assoreamento de cursos d'água.

#### Consequências das Inundações:

- Risco de perdas de vidas,
- Risco da população afetada contrair doenças em virtude do contato com a água contaminada, entre as quais se destacam a leptospirose;
- Desespero e desânimo dos moradores;
- Prejuízos econômicos: perda de móveis, danos em veículos, destruição de moradias, paralisação do comércio, interrupção no tráfego de veículos, destruição de pontes e travessias, desvalorização de imóveis e perda de qualidade de vida

#### Medidas Preventivas

##### Antes da Ocorrência do Evento

- Mantenha áreas permeáveis em seu imóvel;
- Exija que o poder público implemente programas de educação ambiental;
- Reivindique junto ao poder público a criação de mecanismos que incentivem o aumento das áreas permeáveis em sua cidade;
- Cobre do poder público a fiscalização e denuncie a ocupação de áreas de risco e margens de cursos d'água;

- Antes de comprar um imóvel, procure o Cartório de Registro de Imóveis ou a Prefeitura Municipal para saber se o loteamento foi aprovado;
- Verifique se a sua casa não se encontra em área de risco;
- Cobre das autoridades competentes a elaboração e a divulgação junto à comunidade de mapas de riscos ambientais, onde as áreas sujeitas a inundações devem ser identificadas por símbolos;
- Jamais construa as margens de cursos d'água e em áreas onde há riscos de enchentes e inundações;
- Não jogue lixo em terrenos, ruas e margens de cursos d'água;
- Se existe previsão da ocorrência de chuva intensa não saia de casa;
- Se estiver chovendo forte por muitas horas, fique atento, pois pode haver inundação;
- Se você mora em áreas sujeitas a inundação: fique atento à previsão do tempo e as informações da imprensa; verifique onde se localizam os abrigos;
- Se houver previsão de chuvas intensas com risco de inundações coloque os alimentos perecíveis, bens de maior valor e documentos em lugares elevados; desligue a energia elétrica, feche o registro de água, deixe sua casa e se dirija a um abrigo.

#### Durante a Ocorrência do Fenômeno:

- Se você for pego de surpresa, caso sua casa começando a ser inundada sem que você possa sair dela com antecedência, não tente nadar e não entre em pânico. Proteja a sua vida e de seus familiares. Antes de mais nada, acione os órgãos de emergência, vá para a parte mais alta da residência (tente levar água, algum alimento, roupa, telefone), aguarde por socorro e siga as recomendações das equipes de resgate;
- Se você estiver na rua e foi pego pela inundação, mantenha-se calmo e respeite as instruções das equipes de resgate;
- Jamais entre na água para tentar salvar bens materiais;
- Evite sair de casa e dirigir;
- Se você estiver dirigindo, pare o veículo em local seguro, ou seja, longe dos cursos d'água e jamais debaixo de árvores e postes de energia;
- Se você não encontrar local seguro para estacionar o veículo, procure trafegar por vias expressas e distantes dos cursos d'água;
- Caso você esteja de motocicleta não entre em via inundadas;
- Se durante uma chuva forte você estiver em local perigoso, acenda os faróis do veículo, dirija devagar, mantenha velocidade constante e distância segura do veículo que vai à sua frente;
- Jamais passe por pontes improvisadas e tente "enfrentar" a água;
- Mantenha-se longe de postes e fios de energia elétrica caídos;
- Evite o contato com as águas de inundação, pois além da possibilidade de transmitirem doenças, há o risco de choques elétricos;
- Se sua casa foi inundada, jamais volte para ela antes de se certificar que o caminho é seguro e que as águas baixaram totalmente.

#### Notas:

- 1- Professor das Faculdades Logatti de Araraquara. E-mail: paulovaz@logatti.edu.br;
- 2- Professor das Faculdades Logatti de Araraquara. E-mail: pfcc@sc.usp.br;
- 3- Alunos do Curso de Engenharia Ambiental Faculdades Logatti de Araraquara.

#### Referências:

- GOERL, R.F.; KOBAYAMA, M. (2005). Considerações sobre as inundações no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2005, João Pessoa. Anais... Porto Alegre: ABRH.
- GARCIA ACOSTA V. 1996. Historia y desastres en América Latina. Volumen I. LA RED/CIESAS Editora Tercer Mundo. Colombia. INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION.-ISDR (2002). Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives. Genebra: ONU. KOBAYAMA, M.; GOERL, R.F.; SILVA, R.V. (2005). Redução de desastres naturais relacionados às inundações: problemas e soluções. In: MEDIONDO, E.M. et al. (Org.). Conceitos e aplicações em águas urbanas. Porto Alegre: ABRH. KOBAYAMA, M. et al. Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos. Curitiba: Organic Training, (2006). MARCONDES, C.R. Defesa civil orientação legal, ações nas emergências, mapa de ameaças múltiplas, preparação para os desastres, responsabilidade dos agentes. 2ª.ed. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2003. MARCELINO, E. V. Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos. São José dos Campos, INPE, 2008. MARCELINO, I.P.V.O.; BARBIERI, D.W.; SAUSEN, T. M. Anomalias de precipitação para a região Sul do Brasil: análise de consistência. In: V Seminário Latino-americano e I Seminário Ibero-americano de Geografia Física. 12 a 17 de maio de 2008, Santa Maria, RS. /Anais/, p. 3891-3903. MASKREY, A. (Comp.). (1993). Los Desastres no son naturales. Colômbia: La Red de Estudios Sociales; Tercer Mundo. MASKREY, A. 1994. "Comunidad y desastres en América Latina: Estrategias de Intervención". En: Lavell, A (comp.) Viviendo en Riesgo. Bogotá, La Red, Tercer Mundo Editores. UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. (2004). Reducing disaster risk: a challenge for development. New York: UNDP. UNITED STATES SEARCH AND RESCUE TASK FORCE. (2005). Flooding. Disponível em: <http://www.ussartf.org/flooding.htm>. Acesso em: 10 May 2005.
- VALENCIO, N.F.L.S.; CABALLERO, P.F. (2003). Los Desastres ambientales en los nuevos polos urbanos brasileños: desafíos para la defensa civil. EIRD Informa: Revista America Latina y El Caribe, San José, v.1, n.7, p.41-43. VALENCIO, N.F.L.S.; CABALLERO, P.F.; TREVELIN, L. (2003). Gestão de desastres no Brasil: considerações sociais acerca das políticas de emergência frente aos perigos hidrometeorológicos. In: MARTINS, R.C.; VALENCIO, N.F.L.S. (Org.). Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e político-institucionais. São Carlos: RIMA. v.2, p.223-238. VALENCIO, N.F.L.S.; CABALLERO-CAMPOS, P.F.; TRIVELIN, L.M. (2003). Gestão de desastres no Brasil: considerações sociais acerca das políticas de emergência ante os perigos hidrometeorológicos. In: MARTINS, R.C.; VALENCIO, N.F.L.S. (Org.). Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil. São Carlos: RIMA. p.223-238. VALENCIO, N. et al. (2006). Análise da trajetória de danos relacionados às chuvas como subsídio ao planejamento urbano. In: MENDIONDO, E.M. et al. (org.). Conceitos e aplicações em águas urbanas. Porto Alegre: ABRH.

Ms. Evandro Antonio Cavarsan<sup>1</sup>  
 Dr. Eymar Silva Sampaio Lopes<sup>2</sup>  
 Esp. Guido Branco Júnior<sup>3</sup>  
 Dr. Lourenço Magnoni Júnior<sup>4</sup>  
 Ms. Wellington dos Santos Figueiredo<sup>5</sup>

## CIADEN: prevenir e antecipar para não remediar



### Introdução

Os problemas ambientais causados pelo homem no processo de construção e reconstrução de espaços geográficos, não se configuram somente de ordem ecológica, mas fundamentalmente política, econômica e cultural. Afinal, decorrem, sobretudo, do modo como as sociedades se apropriam da natureza e a usam, destinam e transformam os recursos naturais. O homem age na natureza de acordo com os padrões por ele criados. Assim sendo, a degradação ambiental está intimamente ligada ao modelo de desenvolvimento econômico da sociedade.

As ações inadequadas do homem sobre o meio em sua busca incessante, e cada vez maior, por recursos naturais têm se revelado catastróficas. No mundo atual, nenhum elemento da natureza ficou isento da interferência das atividades humanas. Tampouco as sociedades se viram imunes aos fenômenos naturais.

Na concepção moderna, o meio ambiente não representa somente um aglomerado composto por elementos naturais que, relacionando-se entre si, originam as paisagens. É importante ressaltar que os ambientes produzidos pela sociedade também integram o meio ambiente, constituindo o habitat dos seres humanos, apresentando diversos graus de degradação social e ambiental. Portanto, a relação entre teoria e

prática é fundamental na ação educativa articulada ao conhecimento técnico científico-informacional disponível ao homem contemporâneo para a resolução e prevenção de problemas ambientais.

A conscientização socioambiental, através da educação crítica, voltada à formulação de propostas e estudos no sentido de tornar possível o saber escolar articulado aos interesses concretos da sociedade, é crucial para a análise e interpretação do contexto atual regido pelo chamado meio técnico científico informacional gestado pela Terceira Revolução Industrial, Científica e Tecnológica, isto é, a chamada era da informação, exclusão social e digital e da mecanização, automação e padronização do espaço geográfico construído pelo homem, provocando inúmeras mudanças e transformações entre elas, o aquecimento global.

O Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais (CIADEN), instalado da Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho, Cabralia Paulista – SP é resultado de Protocolo de Cooperação Técnico-Científica firmado entre o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), o Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS), a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil; Regional de Defesa Civil da 7ª Região Administrativa REDEC – I 7 e a Prefeitura Municipal de Cabralia Paulista, através de sua Coordenadoria de Defesa Civil COMDEC, que

reúnem três esferas do poder público, municipal, estadual e federal com objetivo maior e único de garantir o melhor serviço e de proteção para a sua população.

No aspecto pedagógico, o CIADEN será uma ferramenta essencial para o ensino de ciências para os alunos do ensino médio e técnico da Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho e proporcionará estrutura de pesquisa e atualização profissional nas áreas de geoprocessamento, meteorologia e ambiental. Será também uma unidade de formação de técnicas preventivas para integrantes da defesa civil dos municípios e um centro de referência e orientação climática para as atividades agropecuárias de toda a região central do Estado de São Paulo.

O CIADEN conta com um sistema para entrada de dados representada pelo módulo climático e do mapeamento das áreas de risco (Figura 1). O módulo de informações sobre o tempo, clima e hidrologia fornece os parâmetros de tempo, clima e outros extremos ambientais, através da análise de dados observacionais e previsões numéricas, estas últimas normalmente disponíveis em centros de meteorologia como, por exemplo, no CPTec/INPE ([www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br)). O módulo que armazena informação sobre risco e vulnerabilidade a desastres naturais normalmente considera informações geotécnicas providas por institutos de pesquisas locais, como por exemplo, pelo

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT ([www.ipt.br](http://www.ipt.br)) e pelo Instituto Geológico – IG ([www.igeologico.sp.gov.br](http://www.igeologico.sp.gov.br)) no Estado de São Paulo.

O núcleo do sistema é um módulo que automaticamente sobrepõe informação ambiental relacionada aos extremos climáticos e hidrometeorológicos aos mapeamentos de áreas potencialmente de risco. A intersecção de todas as informações permite que situações de risco potencial sejam identificadas e venham a alimentar o módulo de análise. O próximo passo é transformar as análises automáticas em alertas, os quais devem ser disponibilizados para usuários múltiplos (Defesa Civil, entre outros). Esta fase requer a intervenção de analistas especialistas, altamente treinados, para que os alertas sejam avaliados por diferentes profissionais a fim de identificar alarmes falsos. Finalmente os alertas, após avaliações por testes rigorosos de probabilidades serão enviados às agências responsáveis pelas ações de prevenção e mitigação. Acolado a este sistema, uma base de dados geográficos adicionais devem permitir o cruzamento e visualização de qualquer mapa ou imagem que possam auxiliar na tomada de decisão, como por exemplo, vias de acessos, dutos, ou outras infraestruturas que possam ser afetadas por determinada área de risco associada a deslizamentos ou enchentes.



O risco de desastre natural é formado, basicamente, pela conjunção de dois fatores independentes. Por um lado, há a “ameaça ambiental”, isto é, a probabilidade de ocorrência de fenômeno meteorológico, hidrológico e geotécnico deflagrador de desastre natural. O segundo fator é a vulnerabilidade física, social, econômica ou ambiental do sistema humano ou natural ao desastre natural. O primeiro fator ainda pode ser decomposto em dois termos: a probabilidade de ocorrência de um fator meteorológico-climático extremo e o modo como este fator externo se converte em um evento deflagrador de desastres (e.g., inundação em bacias hidrológicas; deslizamento em encostas, ou colapso de safras agrícolas). O segundo fator, igualmente, pode ser decomposto em dois termos: a exposição ao desastre natural (e.g., assentamentos em planícies de inundação de rios ou em áreas de encostas íngremes; populações dependendo de agricultura de subsistência como principal fonte de alimentação) e a capacidade de enfrentamento do desastre (“capacidade adaptativa”). Ressalta-se que todos os elementos descritos acima poderão fazer parte do sistema de alerta e prevenção do CIADEN.

## Objetivos do CIADEN

O CIADEN foi criado com base nos seguintes objetivos:

- Monitorar em tempo real eventos meteorológicos extremos e alertar quanto a possibilidade desses afetar áreas com alguma vulnerabilidade ambiental;
- Fomentar pesquisa técnico-científica sobre mudanças climáticas (Aquecimento Global);
- Fortalecer as iniciativas locais na área de monitoramento de áreas florestais e alerta de desastres naturais;
- Definir Projeto Piloto envolvendo a especificação, projeto, desenvolvimento, implantação e acompanhamento de aplicativos geográficos para uso em sistemas de coleta, análise e disseminação de dados geográficos;
- Alertar a defesa civil sobre desastres naturais;
- Alertar produtores rurais sobre chuvas de granizo;
- Monitoramento climático regional.

## Infraestrutura do CIADEN

O projeto arquitetônico do prédio do CIADEN está de acordo com as normas internacionais da FEMA (Federal Emergency Management Agency) Agência Federal de Gerenciamento de Emergências dos Estados Unidos, construído com uma área superficial contendo uma sala de operações, reuniões e gerenciamento de crises e alojamento para técnicos de plantão. Foi equipado com um servidor Itautec MX221, três computadores,

linha telefônica, rádio de comunicação, Internet e abrigo para viatura.

## Banco de Dados do Centro

A modelagem do Banco de Dados Geográficos se deu sobre uma base de dados de cada município previamente fornecidos pelo DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Com o auxílio de uma Planilha Eletrônica e Ficha Cadastral de Informações Municipais Sobre a Vulnerabilidade de Desastres Naturais, elaborada pelos técnicos do CIADEN, referente às peculiaridades locais dos 39 (trinta e nove) municípios que constituem a Regional da Defesa Civil da 7ª Região Administrativa do Estado de São Paulo. Em seguida estas informações foram tabuladas e sobrepostas sobre a base inicial de dados já interligados no SISMADEEN – Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais, desenvolvido pelo INPE em 2008 que hoje já se encontra na Versão 2.0.1.

Desde sua inauguração em 09 de Dezembro de 2009, no CIADEN, são realizadas análises em tempo real de dados geoambientais (Módulo de Mapeamento de Áreas de Risco) e hidrometeorológicas (Módulo Climático) nos municípios da REDEC I – 7. Estas análises são construídas em linguagem de programação específica (LUA) e as notificações e alertas são enviados aos usuários cadastrados.

Sendo que nesse período o mesmo já emitiu mais de 3.789 alertas sobre Desastres Naturais para os 39 municípios da Região de Bauru, sendo que destes municípios os que mais utilizam estas informações são os municípios de Bariri, Bauru, Cabrália Paulista, Cafelândia, Guarantã, Iacanga, Jaú e Sabino o que representa cerca de 25% dos município que compõem a Regional. Tal índice tende a aumentar uma vez que o Estado de São Paulo tem a pretensão de criar CIADENS e outras regionais administrativas.

Uma contribuição importante do CIADEN para o Sistema Estadual de Defesa Civil, foi que com a inserção dos Municípios na rede de monitoramento da regional pode-se diagnosticar quais cidades só têm Defesa Civil no papel, isso tem motivado a Regional a procurar os Município para que os mesmos elaborem seus Planos de Defesa Civil e se integrem na rede o que irá a médio longo prazo fortalecer o Sistema como já ocorre nos Estados Unidos onde existem Centros locais, integrados em Centros Regionais que por sua vez cobrem todos os Estados e se interligam a um Centro Nacional.

Com estes resultados, hoje, o CIADEN de Cabrália Paulista, faz parte da Plataforma de Coleta de Dados de Desastres do INPE no Brasil ao lado de instituições importantes como a Base do INPE na cidade gaúcha de Santa Maria; GeoDesastres Sul no

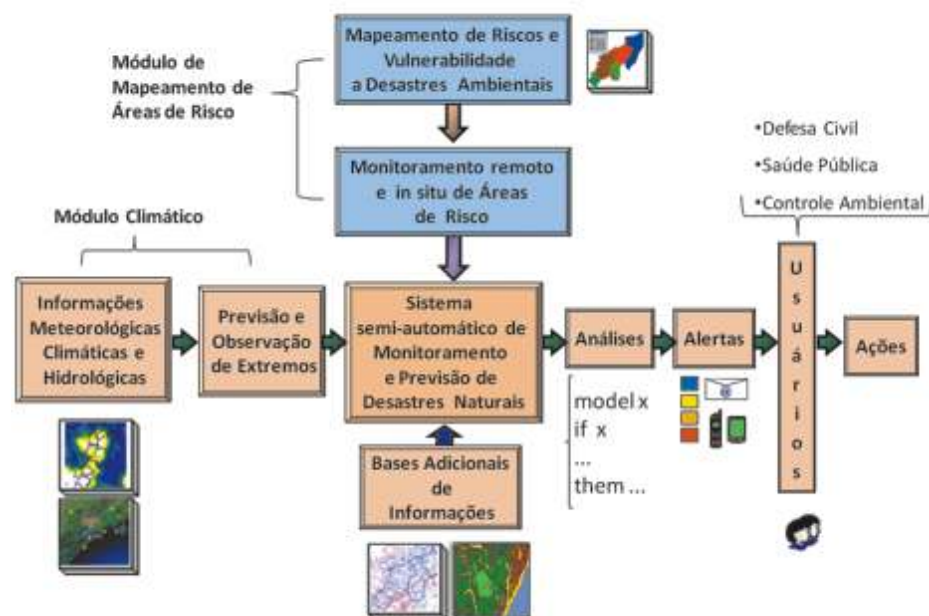


Figura 1 - Diagrama Ilustrativo dos Principais Módulos do Sistema de Alerta e Prevenção de Desastres Naturais.

Rio Grande do Sul e o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas em São Paulo no Estado de São Paulo.

## Considerações finais

O CIADEN - Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais é hoje um espaço público de pesquisa e disseminação do conhecimento científico e tecnológico. O CIADEN está aberto para empresas públicas e privadas, escolas do ensino fundamental e médio, faculdades, universidades e outras instituições de pesquisa que queiram visitá-lo ou até, desenvolver pesquisas nas áreas de geoprocessamento, meio ambiente, mudanças climáticas, educação e geociências.

Com o estabelecimento do Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais (CIADEN), que usa tecnologia derivada do Programa Espacial Brasileiro pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), o Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (SISMADEEN), esperamos ampliar os benefícios sociais do programa espacial para a sociedade brasileira, gerando novos produtos, capazes de atender a novos serviços que se orientam, desde seu início, em torno da inovação tecnológica e científica como instrumento, da operação em rede como modelo e do benefício social direto como resultado.

Desta forma, os técnicos da Defesa Civil, os professores e alunos da Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho estão desfrutando de uma oportunidade ímpar e histórica de participar de pesquisas de última geração desenvolvidas pelo INPE, respeitada instituição de pesquisa técnico-científica do pensamento e planejamento estratégico brasileiro e mundial.

## Notas:

- 1- Coordenador Chefe de Operações de Defesa Civil; Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru; aluno do Programa Latino Americano de Certificação para Especialistas em Resposta de Emergências da TEEEX – Texas Engineering Extension Service; Emergency Services Training Institute no Campus da Texas A & M University - College Station – Texas – USA.  
E-mail: acavarsan@bol.com.br;
- 2- Pesquisador Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. E-mail: eyamar@dpi.inpe.br;
- 3- Professor Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.  
E-mail: guido\_branco@yahoo.com.br
- 4- Professor Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza; Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru.  
E-mail: magnonijunior@bol.com.br;
- 5- Professor Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza; Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru.  
E-mail: wellington.figueiredo@uol.com.br

## Referências:

- AMARAL, Ivan Amoroso do. Educação Ambiental e Ensino de Ciências: Uma história de controvérsias. PRO-POSIÇÕES\Faculdade de Educação\UNICAMP. Campinas-SP, v.12, n.01(34), p. 7, mar. 2001.
- FERREIRA DO VALE, José Misael. Educação Científica e Sociedade. In: NARDI, Roberto et al (org.). Ciência Contemporânea e Ensino. Bauru, UNESP, 1995, p. 06-13.
- GONÇALVES, C. W. P. Paixão da terra: ensaios críticos de Ecologia e Geografia. Rio de Janeiro: Socii, 1984.
- \_\_\_\_\_. Os (des) caminhos do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 1990.
- MORAES, Antônio C. Robert. Meio Ambiente e Ciências Humanas. São Paulo: Annablume, 2005.
- SANTOS, Milton. A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1996.
- SAVIANI, Dermeval. Escola e Democracia. São Paulo: Cortez, 1983.
- Educação: Do Senso Comum à Consciência Filosófica. Campinas: Autores Associados, 1996.
- TOLENTINO, Mario et ali. A atmosfera terrestre. São Paulo: Moderna, 2004.
- www.dpi.inpe.br/sismaden - SISMADEEN - Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais, INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; DPI – Divisão de Processamento de Imagens, São José dos Campos 2011.

Esp. Daniel do Carmo de Camargo<sup>1</sup>  
Esp. Edson José dos Santos<sup>2</sup>  
Dr. Lourenço Magnoni Júnior<sup>3</sup>  
Dr. Wilson Tadeu Lopes da Silva<sup>4</sup>

## Desenvolvimento de Biodigestores Anaeróbios para transformar resíduos agropecuários em Biofertilizante e Bioenergia

Pensar os conceitos. Para aqueles que assumem a tarefa de refletir sobre os problemas econômicos, sociais e ambientais que atingem o mundo contemporâneo, desenvolver uma conceituação adequada ao contexto estudado ou ao objeto de pesquisa pretendido, é um dos maiores desafios da atualidade quando se trata do desenvolvimento de estudos ou pesquisas que visam desenvolver mecanismos para mitigar os efeitos das mudanças climáticas globais. Fazê-lo implica não só em refletir sobre métodos e processos para construção conceitual. Sobretudo, é uma ação que muitas vezes se depara com a necessidade de reconstruir os conceitos analisados. Uma análise crítica de determinado problema sempre extrai do trabalho analítico, elementos conflitantes ou até corrosivos. Ou seja, apontam questões que geram instabilidade nos sistemas estabelecidos. Propor saídas conceituais ou sistêmicas para elas, sempre irá exigir muita energia do analista. “Mudanças climáticas” é um conceito, como tantos outros construídos socialmente na relação que se estabelecem entre sujeitos, e de sujeitos com os objetos existentes num determinado contexto de mundo.

A reflexão apontada neste trabalho volta-se para um conceito de “sustentabilidade” que se opõe à dimensão de mundo construída com base na “concepção instrumental (tecnicista)” de sociedade e ambiente. Ou seja, conceitos vinculados a uma visão utilitarista de natureza e direcionados pelos “parâmetros” de eficiência, de eficácia, de produtividade e aplicadas em larga escala no modo produção vigente no mundo contemporâneo. São parâmetros que apresentam finalidades quantitativas que muitas vezes confrontam com a necessidade efetiva de construirmos um projeto de sociedade autônoma, emancipada, transformada econômica, cultural e ambientalmente sustentável necessário para enfrentarmos com seriedade a série de eventos naturais que têm desencadeado grandes desastres naturais no mundo atual.

Na primeira década do século XXI, presenciamos o aumento da ocorrência dos desastres naturais com energia suficiente para promover destruições de grande monta. Entretanto, enquanto os terremotos e tsunamis são provocados pela dinâmica natural de transformação geológica da Terra, a maioria dos pesquisadores aponta que o aquecimento



global é fruto do aumento da quantidade de gases estufas provenientes da queima de combustíveis fósseis na atmosfera.

As mudanças climáticas, por exemplo, estão intensificando a força destrutiva dos ciclones, furacões, tornados, tufões e, alterando o regime das chuvas: às vezes, em poucas horas, chove o correspondente ao volume previsto para um dia, uma semana ou mês, provocando grandes enchentes, deslizamentos de encostas e até a perda de vidas humanas. A chuva que cai em excesso num período, falta em outro, provocando longas estiagens como a ocorrida no ano de 2005 na Amazônia. Não é por acaso que atualmente as mudanças climáticas estão na agenda de discussão de governos, organismos multilaterais, universidades, centros de pesquisas, escolas de educação básica, empresas e de segmentos organizados da sociedade brasileira e global.

Atualmente no Brasil, algumas iniciativas governamentais para mitigar os efeitos das mudanças climáticas estão em curso. O Projeto de Agricultura de Baixo Carbono (ABC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por exemplo, objetiva tratar 4,4 milhões de metros cúbicos de resíduos produzidos pela suinocultura e por outras atividades da agropecuária brasileira para evitar o lançamento de 6,9 milhões de toneladas de dióxido de carbono na atmosfera.

Não podemos esquecer que a natureza tem uma capacidade natural de decompor os resíduos gerados pelos seres vivos. Este processo passa por uma série de mecanismos químicos e microbiológicos, entretanto, existe um limite para tal. Os oceanos possuem uma capacidade muito grande de retenção de dióxido de carbono da atmosfera. Aliás, se não fossem os oceanos, certamente os nossos problemas de mudanças climáticas provocadas pela ação do homem seriam muito maiores. Entretanto, o dióxido de carbono na água se transforma em ácido carbônico, um ácido fraco é verdade, mas que em grande quantidade, lentamente está acidificando os oceanos, com graves consequências, principalmente para os corais e conchas, que têm a sua estrutura de carbonato comprometida em meios mais ácidos (você já tentou colocar uma concha marinha em vinagre para ver o que acontece?).

O Homem, como agente causador de uma série de problemas ambientais, tem o dever de propor soluções criativas e aplicáveis visando diminuição do impacto gerado pelo atual modo de vida, que de “moderno” tem ainda pouco do ponto de vista ambiental. Assim sendo, inúmeros estudos, tanto no âmbito nacional quanto internacional, estão sendo realizados na busca de ações para mitigar os efeitos negativos decorrentes das mudanças climáticas no mundo. Uma das formas mais eficientes está no uso de energia

de fontes renováveis, provenientes da água, dos ventos e, no caso do Brasil, a biomassa. Nesta, temos o etanol da cana-de-açúcar, o biodiesel proveniente de óleos e gorduras, a madeira e o carvão de reflorestamento, o bagaço de cana-de-açúcar, entre outros. Uma ação interessante está no aproveitamento dos dejetos de animais para produção de bioenergia (biogás) e de composto orgânico (biofertilizante).

Um biodigestor nada mais é que um sistema onde uma série de diferentes microrganismos se alimenta de materiais orgânicos, adaptando-se e multiplicando-se de forma a consumir de maneira mais eficiente todos os alimentos presentes. Nestes sistemas, diferentes bactérias trabalham em simbiose (uma ajudando a outra), sendo o resíduo metabólico gerado por uma, alimento para outra. Todos os microrganismos que sobrevivem em um biodigestor comum são encontrados naturalmente. O que fazemos, portanto, é criar condições para potencializar a ação da natureza com as ferramentas que ela própria já possui. A biodigestão anaeróbia ocorre em um sistema fechado, onde a ação microbiológica consome todo o oxigênio presente, tornando o ambiente anaeróbio (sem oxigênio). Bactérias adaptadas a este ambiente se multiplicam, alimentam-se da matéria orgânica biodegradável, produzindo o biogás e um efluente clarificado e mais estabilizado química e microbiologicamente.

O assunto que torna o biodigestor muito interessante está relacionado à produção de energia renovável. Um sistema operando corretamente produz biogás com 55 a 65% de metano e de 35 a 45% em dióxido de carbono. De acordo com dados apresentados por Aburas et al. (1996), 1 m<sup>3</sup> de biogás com aproximadamente 60% de metano, possui uma capacidade energética de 6,5 kWh. Neste contexto, a produção diária de 5 m<sup>3</sup> de biogás, com um gerador acoplado a um motor a combustão, forneceria energia suficiente para uma pequena fazenda que possui como atividades 170 ordenhas/dia, incluindo a refrigeração do leite, iluminação e bombas.

Diversos são os tipos de biodigestores desenvolvidos pelo homem para o tratamento de resíduos orgânicos presentes em efluentes industriais, agrícolas e em esgoto urbano. Existem sistemas contínuos e de batelada, simples ou extremamente tecnificados. A escolha se dará pela eficiência

necessária, tipo de material a ser tratado, espaço para a instalação, tempo de retenção, temperatura de trabalho, acúmulo de sólidos, entre outros.

*O tratamento, em biodigestores anaeróbios, dos dejetos de animais e de outros tipos de materiais orgânicos produzidos no meio rural, pode proporcionar ao produtor rural uma certificação para comercializar créditos de carbono no mercado comprador, expandindo a prática agropecuária sustentável de baixo carbono e, conseqüentemente, contribuindo com a diminuição da emissão dos gases estufas responsáveis pelo aquecimento global. Esta estratégia proposta e aplicada pelo Painel Intergovernamental para Mudança Climáticas (sigla IPCC, em inglês) deverá ser um dos temas de debate da conferência "RIO+20", que ocorrerá em 2012 na cidade do Rio de Janeiro.*

Outra fonte importante de contaminação ambiental e para a saúde pública, refere-se ao descarte de resíduos oriundos da criação animal em confinamentos. Para termos uma dimensão do problema, somente de suínos, segundo pesquisa pecuária municipal realizada pelo IBGE, o Brasil possui aproximadamente 38 milhões de cabeças, a grande maioria em confinamento. Para esclarecer, cada porco defeca, em média, o mesmo que cinco pessoas.

Os biodigestores podem ser usados também no tratamento do esgoto domiciliar. Um relatório da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO/ONU), a agricultura de base familiar reúne 14 milhões de pessoas, mais de 60% do total de agricultores, e detém 75% dos estabelecimentos agrícolas no Brasil. É comum nessas propriedades o uso de fossas rudimentares (fossa "negra", poço, buraco etc.), que contaminam águas subterrâneas e, obviamente os poços de água, os conhecidos poços "caipiras". Assim, há a possibilidade de contaminação dessa população, por doenças veiculadas pela urina, fezes e água, como hepatite, cólera, salmonelose e outras. O uso de sistema biodigestor no tratamento de esgoto residencial rural foi desenvolvido na Embrapa Instrumentação, sob a coordenação do saudoso Dr. Antônio Pereira de Novaes, apresentando excelentes resultados tanto do ponto de vista sanitário, quanto do uso do efluente na agricultura.

No Brasil, estudos envolvendo o uso de biodigestores têm sido utilizados em duas principais vertentes: tratamento de efluentes e uso energético do biogás. Existe uma terceira

vertente importante relacionada ao uso do efluente para melhorar a fertilidade de solo, e com isso, aumentar a sustentabilidade do sistema produtivo agropecuário.

Neste texto, pretendemos discutir um pouco a experiência no uso de um biodigestor anaeróbio instalado na Escola Técnica Estadual (Etec) Astor de Mattos Carvalho, unidade de ensino do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza localizada no município de Cabrália Paulista, proposto e coordenado por projeto de pesquisa da Embrapa Instrumentação.

A consecução do projeto teve início do ano de 2005, quando o atual gestor da Etec tinha sido recém empossado, começou buscar alternativas para dar destinação correta aos dejetos humanos e de suínos produzidos na escola. Dentre as inúmeras alternativas buscadas, estava o contato com a Embrapa Instrumentação articulado pelo então professor da Etec José Joannitti. Depois de alguns contatos preliminares, pesquisadores da Embrapa Instrumentação visitaram a Etec Astor de Mattos Carvalho e

propuseram a realização de parcerias na área da pesquisa técnico-científica e extensão agropecuária. De imediato, foi articulada a instalação de uma unidade demonstrativa da Fossa Séptica Biodigestora que teve sua instalação concretizada em dezembro de 2005. O passo seguinte foi à busca de novos parceiros para viabilizarmos a construção de um biodigestor anaeróbio na Etec.

Desta maneira, o projeto inicial de pesquisa sobre o biodigestor foi viabilizado através de parceria firmada entre o Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, a Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho, a Embrapa Instrumentação, São Carlos – SP, a Firestone Building Products Latin America e Caribbean (EUA), a Prefeitura Municipal de Cabrália Paulista e a Ecosys de Bauru – SP. Em 2007 foi instalado um biodigestor anaeróbio com volume útil de 250.000 litros, apto a tratar o esgoto sanitário de 100 alunos morando em semi-internato na escola, juntamente com o resíduo orgânico produzido por 50-70 suínos em confinamento. Todos os dias, até 10 m<sup>3</sup> de líquidos

são tratados no sistema.

Hoje na Etec, o projeto além de permitir a obtenção de um meio ambiente limpo, sem a contaminação provocada pelos dejetos de humanos e suínos que anteriormente eram lançados no solo sem nenhum tratamento adequado, professores e alunos do ensino médio e dos cursos técnicos estão tendo uma oportunidade ímpar de participar de pesquisa de aplicação técnico-científica de ponta na área de geração de bioenergia e produção de fertilizante orgânico.

Sob a coordenação dos Professores Edson José dos Santos e Daniel do Carmo de Camargo e supervisão de pesquisadores da Embrapa Instrumentação, alunos do curso Técnico em Agropecuária (acompanhados por alunos do Ensino Médio e de Técnico em Açúcar e Alcool) realizam testes laboratoriais e experimentos com diferentes cultivares para analisar a eficiência do uso efluente orgânico tratado (biofertilizante) pelo biodigestor no desenvolvimento das plantas e na recuperação da fertilidade do solo onde ele é



Alunos do Ensino médio ETEC - Aula Prática no Centro de Experiência de Bioenergia

Esp. Daniel do Carmo de Camargo<sup>1</sup>  
Esp. Edson José dos Santos<sup>2</sup>  
Dr. Lourenço Magnoni Júnior<sup>3</sup>  
Dr. Wilson Tadeu Lopes da Silva<sup>4</sup>



*Chamas de Biogás*

aplicado. Devido as suas características químicas e biológicas, o biofertilizante, além de adicionar nutrientes e água, atua também como um condicionante de solos, corrigindo parcialmente a acidez do solo e aumentando a atividade microbiana deste.

A qualidade do efluente está sendo testada pela análise de macro e micronutrientes, bem como a qualidade da matéria orgânica presente. A estabilidade (humificação) da matéria orgânica é um dos indicadores da capacidade desta substância, quando incorporada ao solo. Análises da qualidade da matéria orgânica do solo estão sendo observadas em experimentos com e sem incorporação do efluente.

O biogás produzido pelo biodigestor é utilizado na cozinha, na geração experimental de energia e mais recentemente, na microdestilaria e no Alambique da Etec para destilar álcool e cachaça. No caso da destilação do álcool, é uma bioenergia produzindo outra, contribuindo com o balanço adequado de gases do efeito estufa na atmosfera e com a mitigação dos efeitos do aquecimento global, já que o tratamento do esgoto humano e animal na escola proporciona uma produção média de 13m<sup>3</sup> de biogás/dia, o que significa um ganho ambiental nada desprezível.

Atividades de pesquisa de aplicação técnico-científica desta envergadura, além de ser relevante no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem dos cursos da Etec, permite a consecução de uma consciência crítica sobre a importância do avanço da

agricultura de baixo carbono para produzirmos alimentos saudáveis e de qualidade com sustentabilidade econômica, social e ambiental, permitindo a formação de recursos humanos com uma visão integrada de sustentabilidade econômica, social e ambiental na propriedade rural no decorrer do século XXI.

Podemos dizer com tranquilidade, que o projeto Biodigestor tornou-se um importante instrumento de difusão (deu e continua dando visibilidade para a Etec na mídia regional e nacional e transformou nossa escola num centro de visitas; só neste ano de 2011, o projeto já recebeu quase 1000 visitantes) e num laboratório técnico-científico e didático-pedagógico que permite a articulação entre teoria e prática no processo de ensino e aprendizagem dos alunos da Etec.

Com os estudos propostos pelo projeto, pretende-se o aumento do conhecimento em biodigestores. Estes instrumentos, muito interessantes do ponto de vista ambiental, têm sido pouco utilizados até o presente momento no Brasil. Esta ferramenta pode melhorar sensivelmente a sustentabilidade da agropecuária de baixo carbono, independente da escala produtiva, pois possui características de diminuição de gastos pelo reaproveitamento de resíduos para fins energéticos e de fertilidade no solo.

Do ponto de vista ambiental, é uma ferramenta conhecida pela sua eficiência no tratamento de resíduos orgânicos, diminuindo a contaminação do ambiente, tema cada vez

mais colocado em mesas de negociação internacionais em decorrência das mudanças climáticas advindas do aquecimento global.

Se no início, o biodigestor instalado na Etec era visto com certo ceticismo por alunos, funcionários, professores e pessoas da comunidade local e até regional, hoje a realidade é outra: o projeto tem demonstrando que é possível trabalhar em sistemas agropecuários de forma sustentável, reaproveitando ao máximo os subprodutos gerados na produção, promovendo o tratamento sanitário correto, reduzindo a utilização de fertilizantes químicos e o consumo de energia, ampliando a renda do produtor e respeitando o meio ambiente. Podemos dizer com tranquilidade, que as dificuldades enfrentadas no início do desenvolvimento projeto foram superadas pelos avanços positivos hoje facilmente observáveis.

Graças à articulação do Centro Experimental de Bionergia iniciado com o projeto coordenado pela Embrapa: **DESENVOLVIMENTO DE BIODIGESTORES ANAERÓBIOS PARA TRANSFORMAR RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS EM BIOFERTILIZANTE E BIOENERGIA** que, pelas suas ações e desdobramentos, atualmente permite a produção técnico-científica e didático-pedagógica de energia renovável proveniente de biogás e álcool combustível, a Etec de Cabrália Paulista possui em seu currículo disciplinas que demonstram na teoria e na prática, os processos de criação e transformação da energia no âmbito do espaço escolar, possibilitando a formação dentro de um contexto educacional ímpar, de profissionais competentes, conscientes, críticos, proativos, comunicativos, participativos, criativos, inovadores que, segundo a nossa óptica, saberão enfrentar os novos desafios que virão no decorrer do século XXI, resolver problemas e trabalhar em equipe. Enfim, desejamos colaborar de forma estruturada, na formação de um cidadão contemporâneo de sua época, comprometido com a construção de um projeto de sociedade justo, igualitário e consciente para desenvolver o Brasil com sustentabilidade econômica, social e ambiental, sem exclusão, discriminação e degradação das pessoas e recursos naturais. Eis o alvo que vale a pena almejar. Depois de muito trabalho e dedicação, a visão de todos é muito diferente da detectada no início: apesar de saber que ainda podemos melhorar, sem dúvida estamos no caminho certo!

#### Notas:

- 1- Professor Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.  
E-mail: danielsan.camargo@yahoo.com.br;
- 2- Professor Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.  
E-mail: edjosmtm@hotmail.com;
- 3- Professor Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza; Diretoria Executiva da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru.  
E-mail: magnonijunior@bol.com.br;
- 4- Pesquisador Embrapa Instrumentação, São Carlos - SP.  
E-mail: wilson@cnpdia.embrapa.br.

#### Referências:

- AMARAL, C.M.C.; AMARAL, L.A.; LUCAS-JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, A.A.; FERREIRA, D.S.; MACHADO, M.R.F. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. *Ciência Rural*, v.34, p.1897-1902, 2004.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas – critérios para projeto e operação. Norma P 4.230. Agosto de 1999.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama no 357 de 16 de março de 2005.
- Florentino, H.O. Mathematical tool to size rural biodigester, *Scientia Agricola*, v.60, p.185-190, 2003.
- GROSCURT, H.M.; ALMEIDA, A.; BAUEN, A.; COSTA, F.B. Total costs and benefits of biomass in selected regions of the European Union. *Energy*, v. 25, p.1081-1095, 2000.
- NOVAES, A.P.; SIMÕES, M.L.; MARTIN-NETO, L.; CRUVINEL, P.E.; SANTANA, A.; NOVOTNY, E.H.; SANTIAGO, A.; NOGUEIRA, A.R.A. Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do Saneamento Rural e desenvolvimento da Agricultura Orgânica. Embrapa, Nota Técnica, 2003.
- NOVAES, A.P.; SIMÕES, M.L.; INAMASU, R.Y.; JESUS, E.A.P.; MARTIN-NETO, I.; SANTIAGO, G.; SILVA, W.T.L. Saneamento Básico na Área Rural. In: SPADOTTO, C.A.; RIBEIRO, W.C. Gestão de Resíduos na Agricultura e Agroindústria. FEPAP, Botucatu. In Press.
- RIBAS; M.M.F.; BARANA, A.C. Start-up adjustment of a plug-flow digester for cassava wastewater (manipueira) treatment. *Scientia Agricola*, v.60, p.223-229, 2003.
- SOUZA, C.F.; LUCAS-JÚNIOR, J.; FERREIRA, W.P.M. Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato considerações sobre a partida. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.25, p.530-539, 2005.

**ABIÓTICO:** componente não vivo do ambiente.

**AÇÃO ANTRÓPICA:** alterações promovidas pelo ser humano na natureza.

**ALTO CURSO DO RIO:** trecho do canal de um curso de água na área mais elevada da bacia hidrográfica.

**AMEAÇA (ou PERIGO):** evento ou fenômeno potencialmente danoso.

**ANTRÓPICO:** relativo à ação humana.

**ANTROPIZADO:** área natural transformada pela ação humana; área natural sobre a qual o homem tem algum tipo de atividade, como pastagem em campo natural.

**ANTROPOGÊNICO:** natureza da transformação induzida pela ação humana.

**ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP):** são áreas protegidas por ato legal e destinadas, prioritariamente, a cumprirem a conservação ambiental.

**ARENIZAÇÃO:** processo de retrabalhamento de depósitos arenosos pouco ou não consolidados que promove uma dificuldade de fixação da cobertura vegetal, devido à intensa mobilidade de sedimentos arenosos pela ação das águas e dos ventos.

**ASSOREAMENTO:** acumulação de sedimentos orgânicos e inorgânicos

**BACIA HIDROGRÁFICA (ou BACIA DE DRENAGEM ou BACIA DE CONTRIBUIÇÃO):** área drenada por uma rede de canais fluviais; superfície coletora de água de chuva cujo escoamento provocado e direcionado aos cursos de água ou depressões que correspondem a uma única saída.

**BAIXO CURSO DO RIO:** trecho do canal de um curso de água na área mais baixa da bacia hidrográfica.

**BALANÇO HÍDRICO:** quantificação da entrada e saída da água, bem como da variação efetiva de acumulação de água de uma área hidrológica bem definida.

**BASE CARTOGRÁFICA:** conjunto de dados representativos de uma porção da superfície terrestre, sob a forma de mapas, cartas ou plantas, sobre os quais se sobrepõe ou associa dados temáticos, como de tipos de solo, relevo ou vegetação.

**BIODIVERSIDADE:** diversidade biológica medida através da variedade de espécies, de organismos, ecossistemas, habitats ou paisagens.

**CABECEIRAS (ou FONTES):** parte superior de um rio, próximo as suas nascentes; porção superior da encosta que se conecta com os canais de primeira ordem da bacia hidrográfica.

**CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO:** capacidade de entrada de água no solo, regulada pelas características físicas do topo do solo e pela cobertura dos solos (quando existente).

**CARREAMENTO:** Transporte de sedimentos, detritos, por determinada distância.

**COLINA:** forma de relevo predominantemente convexa, com desnivelamentos altimétrico geralmente inferiores a 200m; elevação do terreno que apresenta encostas suaves.

**CONTAMINAÇÃO:** introdução de elementos com efeito de corromper ou infectar por contato. Termo comumente usado como sinônimo de poluição, porém quase sempre empregado em relação às condições nocivas a saúde humana.

**CULTURA:** conjunto de manifestações humanas que contrastam com a natureza ou comportamento natural. É a vida, uma síntese global de tudo que é significativo para o homem.

**CROSTA TERRESTRE:** camada mais externa da Terra, definida com bases na variação de ondas sísmicas (densidade e composição).

**DANO:** qualquer alteração adversa resultante de um acidente ou evento.

**DANO AMBIENTAL:** qualquer alteração adversa ao meio ambiente provocada por atividade humana ou por fenômenos naturais. Mesmo fenômenos naturais podem acarretar impactos ambientais, ainda que sejam associados à evolução natural do planeta. Veja que diversos eventos pretéritos na Terra, ainda antes da presença do homem, acarretaram transformações contundentes no ambiente, provocando inclusive extinções de espécies. O dano pode resultar na degradação da qualidade ambiental, poluição ou contaminação.

**DECLIVE:** plano da vertente direcionada para baixo; em oposição se tem o aclave.

**DECLIVIDADE:** inclinação de um terreno, medida em graus ou porcentagem.

**DERIVA CONTINENTAL:** movimento das massas continentais sobre o substrato litosférico.

**DESASTRE:** resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem resultando em danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.

**DESERTIFICAÇÃO:** degradação da terra ou declínio progressivo da produtividade das terras secas, decorrente de variações climáticas e atividades humanas.

**DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:** é uma forma de desenvolvimento econômico que não tem como modelo o crescimento econômico, mas sim a melhoria da qualidade de vida das populações.

**DESLIZAMENTOS (ou ESCORREGAMENTO):** processo que engloba uma variedade de tipos de movimentos de massa de solos, rochas ou detritos, encosta abaixo, gerados pela ação da gravidade, em terrenos inclinados; são fenômenos naturais, e ou induzidos pelas atividades humanas, que atuam modelando o relevo, e que atingem encostas naturais ou taludes artificiais (cortes e aterros associados a obras de engenharia civil); resultam da ação contínua do intemperismo e dos processos erosivos e podem ser induzidos pela ação humana.

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL:** avaliação das condições ambientais e das atividades humanas do presente e do passado, por meio integralização das informações de uma unidade territorial, comumente a bacia hidrográfica.

**DIVISOR DE ÁGUAS:** limite da bacia hidrográfica, ou linha divisória que reúne os pontos elevados do relevo, onde o fluxo das águas se dá em sentidos opostos.

**DRENAGEM:** sistema de remoção natural ou artificial da água superficial ou subterrânea de uma área.

**DRENAGEM URBANA:** sistema urbano de remoção e controle de escoamento das águas de chuva, que objetiva evitar efeitos adversos, como empocamentos, inundações e assoreamentos.

**ECODESENVOLVIMENTO:** SACHS formulou o conceito de “ecodesenvolvimento” como o desenvolvimento endógeno e dependente de suas próprias forças, tendo por objetivo responder à problemática da harmonização dos objetivos sociais e econômicos do desenvolvimento com uma gestão ecologicamente prudente dos recursos e do meio. Anos depois veio dar origem à expressão “Desenvolvimento Sustentável”.

**ECOSSISTEMA:** é um sistema natural, aberto, que inclui em uma determinada área, todos os fatores físicos e biológicos daquele ambiente e suas interações.

**EDÁFICO:** que se refere ao solo.

**EFEITO ESTUFA:** é um fenômeno ocasionado pela concentração e formação de uma camada de gases (como o dióxido de carbono, o metano, o óxido nítrico) na atmosfera, permitindo que os raios solares passem e absorvendo grande parte do calor emitido pela superfície terrestre, o que mantém a atmosfera da Terra numa temperatura que possibilita a vida humana; as atividades humanas, no entanto, estão acentuando as concentrações desses e outros gases (como o clorofluorcarbono), aumentando a capacidade que possuem de absorver e reter energia. O uso de carvão, petróleo e gás natural e desmatamentos aumentam ou desequilibram as quantidades de dióxido de carbono, intensificando o efeito estufa.

**ENCHENTE (ou CHEIA):** é um fenômeno natural que ocorre nos cursos de água em regiões urbanas e rurais. Ela consiste na elevação dos níveis de um curso de água, seja este de pequena (córrego, riacho, arroio, ribeirão) ou de grande (rio) dimensão, podendo causar inundações, ou seja, o transbordamento de água do canal principal.

**ENCOSTA (ou VERTENTE):** superfície inclinada da superfície da terra por onde derivam as águas pluviais.

**ENCOSTA:** declive dos morros, colinas ou serras.

**ENXURRADA:** fluxo de água torrencial durante os períodos de chuvas; nome popular para as enchentes ocorridas em pequenas bacias de elevada declividade, com baixa capacidade de retenção e/ou com elevada geração de escoamento superficial, produzidas após chuvas com altas intensidades, as quais ocorrem, em geral, no final das tardes de verão.

**ERA GLACIAL:** Era glacial corresponde a um longo período de tempo geológico em que grande parte do planeta, ao adquirir temperaturas muito baixas, fica coberta de gelo e neve.

**EROSÃO:** processo de desagregação do solo, transporte e deposição de materiais pela ação da água dos rios, da chuva, dos ventos, das ondas e das correntes marítimas.

**EROSÃO ENTRESSULCOS (ou AREOLAR ou LAMINAR):** erosão devida ao impacto das gotas de chuva ou de irrigação sobre a superfície do solo desnudo; o transporte das partículas se dá por fluxo superficial raso, cuja capacidade erosiva é aumentada pela turbulência do impacto das gotas.

**EROSÃO EÓLICA:** a erosão ocasionada pelos ventos.

**EROSÃO FLUVIAL:** erosão ocasionada pela ação mecânica e química da água dos rios.

**EROSÃO HÍDRICA:** erosão ocasionada pela água de chuva ou irrigação.

**ÉTICA AMBIENTAL:** conduta ou comportamento moral do homem com relação à preservação do meio ambiente.

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO:** É a perda de água do solo por evaporação e a perda de água da planta por transpiração.

**FLUVIOMETRIA:** processo de medição do nível ou de vazões em rios, podendo ser obtida pela leitura de réguas graduadas que identificam a profundidade dos corpos de água ou pela medida da velocidade média das águas e determinação da área da seção transversal de um curso de água.

**GESTÃO AMBIENTAL:** processo que visa planejar, organizar e conduzir o uso dos recursos naturais sem reduzir a sua qualidade ambiental.

**HIDROLOGIA:** ciência que estuda as transformações, o comportamento de estado da água e sua distribuição na Terra.

**HIDROMETEOROLOGIA:** ciência que estuda os fenômenos naturais que ocorrem na atmosfera, incluindo a água para a observação e sondagens meteorológicas.

**IMPACTO AMBIENTAL:** alteração significativa no ambiente como resultado de uma interferência humana, que pode ser favorável (impacto positivo) ou desfavorável (impacto negativo) ao meio.

**INDICADOR AMBIENTAL:** indicador que representa um aspecto ou processo ambiental, de importância para a qualidade do meio e manutenção da vida.

**ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO:** medições diversas da quantidade de chuva em um dado local ou região, em termos de quantidade, intensidade, variabilidade e distribuição temporal e espacial.

**INSOLAÇÃO:** A insolação é o tempo durante o qual o sol está a descoberto e exprime-se em horas e décimos. Depende da nebulosidade e da insolação astronômica (insolação máxima possível no mesmo intervalo de tempo, dada pela tabela das horas do sol acima do horizonte). Pela ação conjunta destes dois fatores a insolação é maior no verão do que no inverno.

**INTEMPERISMO:** conjunto de processos físicos, químicos, físico-biológicos e químico-biológicos que provocam a desagregação e a decomposição das rochas e sedimentos.

**INTERGLACIAIS:** Período interglacial ou fase interglacial é um intervalo geológico caracterizado por temperaturas médias mais quentes que separam os períodos glaciares.

**INTERMITENTE:** que não é contínuo. Que para por intervalos e recomeça. Por exemplo; rios intermitentes – só tem água durante um período do ano.

**INTERVENÇÃO ANTRÓPICA:** interferência humana no ambiente.

**INUNDAÇÃO:** acumulações temporais de água nas áreas laterais ao leito principal do rio.

**JUSANTE:** trecho do curso do rio (ou tubulação) localizado abaixo de um ponto de referência.

**LENÇOL FREÁTICO (ou LENÇOL DE ÁGUA):** água que se acumula no subsolo acima de um substrato impermeável e abastece as nascentes, rios, cisternas e poços.

**LITOSFERA:** parte mais externa e sólida da terra, composta pela crosta e parte superior do manto.

**MAPA:** representação em planta dos aspectos naturais e humanos de determinada área.

**MAPEAMENTO:** conjunto de procedimentos para obtenção de cartas e mapas de qualquer natureza.

**MEIO AMBIENTE:** conjunto de fatores físicos, químicos e bióticos ao qual, cotidianamente, nos referimos como natureza. Em outras palavras, é o lugar em que vivemos, do qual dependemos para a nossa sobrevivência e o qual nos envolve e nos cerca. Um meio dinâmico, marcado por interações, ao qual, devido ao nosso enorme poder de modificá-lo, constantemente temos que nos readaptar.

**MITIGAÇÃO:** ação humana que visa minimizar ou atenuar os efeitos de um impacto ambiental negativo.

**MITIGAÇÃO:** minimização, atenuação, diminuição.

**MONITORAMENTO AMBIENTAL:** processo de medição sistemática sobre indicadores do meio, de acordo com programas de recuperação ou manejo ambiental.

**MONTANTE:** trecho do curso do rio (ou tubulação) localizado acima de um ponto de referência.

**PAISAGEM:** resultado dos processos naturais e sociais de uma unidade territorial; para a ecologia da paisagem e uma área espacialmente heterogênea, pelo menos em relação a um fator de interesse ambiental, composta por unidades ou elementos interativos denominados mancha, corredor e matriz.

**PAISAGEM ANTRÓPICA:** imagem de um território com predomínio de uso, ocupação e atividades humanas.

**PERIGO GEOLÓGICO:** evento ou fenômeno geológico potencialmente danoso, o qual pode causar a perda de vidas e ferimentos a pessoas, danos a propriedades, interrupções de atividades sociais e econômicas ou degradação ambiental.

**PERMAFROST:** É um solo formado por terra, rochas e gelo que permanece congelado em toda a faixa do Ártico. Esse tipo de solo ocorre em altas latitudes e em grandes altitudes também, com variação na quantidade de gelo no solo. Grande parte desse tipo de solo permanece congelada há milhares de anos, absorvendo carbono e armazenando-o como matéria orgânica.

**PLACAS TECTÔNICAS:** são placas rígidas, que formam a litosfera, a superfície sólida do planeta, com espessuras entre 100 e 200 km, que se movimentam em várias direções, com velocidades muito lentas e variadas, podendo se chocar umas contra as outras. O choque entre as placas pode causar terremotos e vulcanismo.

**PLANEJAMENTO AMBIENTAL:** planejamento de um território baseado na interpretação das potencialidades, vulnerabilidades, acertos, conflitos e riscos ocorrentes no ambiente.

**PLANÍCIE:** área suavemente inclinada e adjacente aos canais fluviais (rios), onde ocorre periodicamente o transbordamento das águas e a deposição de parte dos sedimentos que vinham sendo transportados pelo rio.

**PLANÍCIE ALUVIAL:** planície formada pela deposição de materiais aluviais transportados pela água.

**PLANO DE FRAQUEZA (Rocha):** superfície que separa os estratos, originada por mudança de granulação do material depositado, composição mineralógica, tamanho dos grãos, ou orientação das partículas. É frequentemente observado pelas diferenças de coloração entre os estratos ou pela facilidade da rocha em se partir segundo essas superfícies.

**PLANO DE MANEJO:** documento técnico que tem por finalidade conduzir a administração, o uso e o manejo dos recursos naturais de uma Unidade de Conservação.

**PLANO DE MANEJO FLORESTAL (PMFS):** documento técnico básico que contem as diretrizes e procedimentos para a administração da floresta, visando à obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, observada a definição de manejo florestal sustentável, prevista no art. 3o, inciso VI, da Lei n.11.284, de 2 de março de 2006.

**POLUIÇÃO:** impacto negativo resultante da introdução pelo homem no meio ambiente de formas de matéria ou energia, que afetam o meio e o próprio homem; os tipos de poluição são, de forma geral, classificados em função do componente ambiental afetado (poluição da água, do ar, do solo) e pela atividade poluidora (poluição química, térmica, sonora etc.).

**PRECIPITAÇÃO:** retorno do vapor estocado na atmosfera por mecanismos de condensação (da umidade atmosférica), concentração de microgotículas queda de água na forma de chuva ou de granizo (na forma de fragmentos de gelo) ou de neve (na forma de cristais de gelo) na forma de chuva, neve ou granizo.

**PRONEA-** Programa Nacional de Educação Ambiental

**RAVINA:** forma de canal resultante do aprofundamento de um sulco criado pela ação erosiva do escoamento superficial da água.

**REGOLITO:** termo geral usado para todo material inconsolidado que recobre o substrato rochoso inalterado, sendo formado por material intemperizado in situ ou transportado, de diversas características. Inclui todo tipo de detritos rochosos, cinzas vulcânicas, geleiras glaciais, aluviões, depósitos eólicos, acúmulo vegetal e solos.

**RISCO:** estimativa de danos ou prejuízos potenciais; pode ser calculado em função da probabilidade de ocorrência e da intensidade de suas consequências.

**ROCHAS FRATURADAS:** a fratura é uma descontinuidade que aparece isoladamente em uma massa rochosa, semelhante a trincas ou rachaduras.

**SAZONAL:** que ocorre em algumas estações do ano.

**SECA AGRÍCOLA:** situação de deficiência na disponibilidade hídrica para as colheitas ou crescimento das plantas.

**SECA HIDROLÓGICA:** situação de deficiência na disponibilidade hídrica na superfície e subsuperfície.

**SECA METEOROLÓGICA:** deficiência da quantidade de precipitação esperada (média de longo período) ou “normal” sobre um período prolongado de tempo; este tipo de seca é focada nas características físicas da seca.

**SEDIMENTOS:** materiais inconsolidados originados por erosão do solo ou de rochas, que são transportados e depositados em um dos vários ambientes da superfície terrestre.

**SOCIEDADE:** conjunto de pessoas interagindo entre si, buscando seus meios de sobrevivência e construindo suas culturas.

**SUPERFÍCIE DE RUPTURA:** plano de descontinuidade de um maciço de solo ou rocha.

**SUSCETIBILIDADE:** sensibilidade, fragilidade, que sofre alterações e mudanças com facilidade.

**SUSTENTABILIDADE:** qualidade de um sistema que é sustentável, que tem capacidade de se manter em seu estado atual durante um tempo indefinido não esgotando os recursos de que necessita. Que se pode sustentar.

**TÉCNICA:** habilidade demonstrada pelo homem quando ele realiza uma determinada prática, como a de expor uma idéia, plantar o trigo, manejar um forno, dar uma aula ou tocar o violão.

**TECNOLOGIA:** conjunto dos princípios que orientam a criação das técnicas de uma civilização, vistos ou não na forma objetificada do artefato mecânico. São técnicas, métodos, procedimentos, ferramentas, equipamentos e instalações que contribuem para a realização e obtenção de um ou vários produtos.

**TECTONISMO (ou ATIVIDADE TECTÔNICA):** conjunto de esforços internos que afeta a litosfera e que se reflete no padrão estrutural ou deformacional das rochas.

**TEMPO GEOLÓGICO:** representa a linha do tempo desde o presente até a formação da Terra, dividida em éons, eras, períodos, épocas e idades, que se baseiam nos grandes eventos geológicos da história do planeta.

**TERREMOTO:** abalo sísmico causado por movimentos tectônicos.

**TIPOLOGIA:** classificação baseada no aspecto morfológico.

**TOPOGRAFIA:** configuração do relevo com a representação da posição dos acidentes naturais ou artificiais.

**TSUNAMI:** onda gerada por movimentos tectônicos.

**UNIDADE DE CONSERVAÇÃO:** áreas e recursos ambientais instituídos pelo Poder Público para a conservação ambiental, sob regime especial de administração.

**VALES ENCAIXADOS:** locais que não possuem uma área plana no entorno do rio para ser ocupada pelas águas quando o volume é grande; há um grande desnível do relevo próximo às margens do rio.

**VERTENTE:** encosta ou declive por onde derivam as águas.

**VOÇOROCAS (ou BOÇOROCAS):** escavação ou rasgão do solo ou de rocha decomposta, geralmente profunda, proveniente de erosão superficial e subterrânea; uma ravina pode aprofundar e atingir o lençol de água subterrânea transformando-se numa voçoroca.

**VULNERABILIDADE:** grau de suscetibilidade em que um componente do meio, de um conjunto de componentes ou de uma paisagem apresentam em resposta a uma ação, atividade ou fenômeno.

**VULNERÁVEL:** comunidade, paisagem ou componente que se enquadra em uma condição suscetível ao impacto de um evento.

#### Instituições Parceiras:

