



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-15208-PUD/193

DESASTRES NATURAIS E GEOTECNOLOGIAS: CONCEITOS BÁSICOS

Emerson Vieira Marcelino



Geodesastres - Sul
INPE - CRS

DESASTRES NATURAIS e GEOTECNOLOGIAS

Conceitos Básicos



CADERNO DIDÁTICO Nº. 1

Santa Maria, RS, Brasil
Janeiro de 2008



INSTITUTO NACIONAL
DE PESQUISAS ESPACIAIS

Ministério da
Ciência e Tecnologia





MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**DESASTRES NATURAIS E GEOTECONOLOGIAS:
Conceitos Básicos**

Emerson Vieira Marcelino

CRS/INPE
Santa Maria
2008

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO.....	05
2. O QUE SÃO DESASTRES NATURAIS?.....	10
2.1 Tipologia e Características dos Desastres Naturais.....	13
3. DESASTRES NATURAIS NO MUNDO.....	15
4. DESASTRES NATURAIS NO BRASIL.....	16
5. DESASTRES NATURAIS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	19
6. PREVENÇÃO DE DESASTRES NATURAIS.....	22
6.1 Relação entre Perigo, Risco e Desastre.....	22
6.1.1 Perigo e desastre.....	22
6.1.2 Perigo e risco.....	24
6.2 Tipos de Medidas Preventivas.....	26
6.3 Gestão de Risco.....	26
6.3.1 Avaliação de risco.....	30
6.3.2 Percepção de risco.....	31
7. O USO DE GEOTECNOLOGIAS NA GESTÃO DE RISCO.....	32
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

PREFÁCIO

A Região Sul do Brasil e os países do MERCOSUL, bem como a América do Sul têm sido severamente impactados por desastres naturais, principalmente a partir da década de 70, que resultou em grandes prejuízos sócio-econômicos, assim como num elevado número de vítimas fatais. A maioria dos desastres está associada às instabilidades severas que causam entre outros, inundações, escorregamentos, vendavais, tornados e aos períodos de déficit hídrico, caracterizados pelas estiagens. Além dos fatores sócio-econômicos, acredita-se que este aumento no registro do número de desastres naturais, também pode estar diretamente vinculado às alterações do clima por decorrência das mudanças globais.

As geotecnologias, representadas principalmente pelas imagens de satélite, softwares de geoprocessamento e dados de GPS, estão disponíveis a todos os usuários e progridem rapidamente. Atualmente já é possível a obtenção de imagens de satélite de várias resoluções espaciais, espectrais e temporais, e de softwares para geoprocessamento, que, em alguns casos, podem ser encontrados gratuitamente na internet. A popularização também do uso do GPS, utilizado principalmente nos trabalhos de campos em eventos de desastres, juntamente com as imagens e os softwares constitui-se no importante triângulo de ferramentas das geotecnologias, que auxiliam de forma decisiva na identificação, monitoramento e mapeamento de desastres naturais e eventos extremos, em todas as partes do mundo.

Estes fatores mencionados acima, aumento do número de desastres e a facilidade de acesso e uso das geotecnologias, é o que move as atividades do Núcleo de Pesquisa e Aplicação de Geotecnologias em Desastres Naturais e Eventos Extremos (GEODESASTRES-SUL), do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (CRS), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), localizado em Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul.

A maioria dos órgãos e instituições envolvidos com desastres naturais tem observado que o dano causado por estes fenômenos poderia ser prevenido, reduzido ou minimizado, se a população em geral, os tomadores de decisão, os formadores de políticas e os formadores de opinião tivessem a correta noção do que são estes eventos. Até mesmo em termos conceituais, a população e os tomadores de decisão confundem furacão com tornado, alagamento com enchente, etc. Esta falta de informação e a falta da correta definição de cada um dos fenômenos em muitos casos atrapalha a ação das autoridades, dos órgãos de defesa civil e levam a população a subdimensionar seus efeitos.

Muitos tomadores de decisão, planejadores e administradores também desconhecem a potencialidade das geotecnologias para a gestão, prevenção e mitigação de desastres naturais e eventos extremos.

Neste contexto o GEODESASTRES-SUL, numa iniciativa pioneira, criou o Projeto **Cadernos Didáticos - Desastres Naturais e Geotecnologias**, cujo objetivo é elaborar material didático sobre desastres naturais e geotecnologias visando informar e capacitar os tomadores de decisão e o público em geral acerca das causas, conseqüências e medidas preventivas que devem ser adotadas em relação aos principais tipos de desastres que ocorrem nesta região da América do Sul.

Tania Maria Sausen
Coordenadora GEODESASTRES-SUL

DESASTRES NATURAIS E GEOTECNOLOGIAS

CONCEITOS BÁSICOS

I. INTRODUÇÃO

Os desastres naturais estão diretamente vinculados à história do homem e ao seu modo de apropriação e uso dos recursos naturais. Desde a formação dos primeiros agrupamentos humanos até a concepção das cidades modernas, os desastres têm gerado duros impactos na sociedade.

Logo que o homem começa a se estabelecer, em virtude do processo de sedentarização, dá-se início a formação das aldeias. Essa alteração comportamental resultou numa maior produção de alimentos, que refletiu diretamente no crescimento da população. Com o passar dos séculos, o adensamento populacional e o comércio se intensificam dando origem às primeiras cidades (BRUMES, 2001).

É neste momento histórico que os grandes desastres começam a aparecer. O homem, outrora nômade, passa a se fixar e construir suas habitações em terras produtivas e abundantes de víveres. Na identificação desses locais também era levado em consideração a possibilidade de transporte, comunicação e comércio com outros sítios antropogênicos. Assim, **as primeiras cidades foram consolidadas, geralmente, sobre as planícies dos grandes rios, no litoral e nas encostas vulcânicas.**

Como exemplo, na Figura 1 apresenta-se uma antiga pintura da cidade primitiva de Çatalhöyük (7.000 a.C.), que foi construída próxima ao vulcão Hasan Dag, situado na região central da Turquia. Os solos próximos aos vulcões são ricos em minerais, essenciais para agricultura, que foram depositados pelas cinzas vulcânicas e derrames de lava. Desta forma, mesmo diante do perigo, a produtividade das terras fez com que os moradores dessa cidade absorvessem o risco de um desastre iminente. Mesmo nos dias atuais, as terras próximas ao vulcão continuam sendo amplamente utilizadas para fins agrícolas.



Figura 1 – Irrigação no platô próximo ao vulcão Hasan Dag, Turquia, e, na imagem menor, a cidade primitiva de Çatalhöyük, construída por volta de 7.000 a.C. nas proximidades do vulcão.

Fonte: www.wikipedia.org / www.catalhoyuk.com

As cidades localizadas nas margens dos rios Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia, assim como do rio Nilo, no Egito, tiveram que desenvolver técnicas que lhes proporcionassem meios de controlar as cheias na estação chuvosa, e a irrigação das terras cultiváveis na estação seca (BRUMES, 2001). Esses agrupamentos, com as experiências passadas de geração em geração, aprenderam a conviver com os desastres apesar do risco. Pode-se até considerar como uma forma “primitiva” de risco aceitável.

Com o passar dos séculos, principalmente a partir da Idade Média, novas áreas foram povoadas e as cidades se solidificaram, formando densos aglomerados urbanos. Conseqüentemente, os danos provocados pelos desastres passam a atingir proporções catastróficas. Na China, em 1332, uma devastadora inundação vitimou 7 milhões de pessoas por afogamento e outras 10 milhões pereceram, subseqüentemente, por fome e doenças (BRYANT, 1997). Algumas décadas depois (Figura 2), uma inundação na Alemanha, em 1362, matou cerca de 100.000 pessoas. Na Jamaica, em 1692, um terremoto destruiu a cidade de Porto Royal, matando milhares de

pessoas. Em 1755, ocorreu o famoso terremoto de Lisboa, Portugal, que atingiu 8,6 graus na escala Richter, vitimando mais de 30.000 pessoas, por decorrência dos tremores de terra, do tsunami e dos incêndios que devastaram a cidade. Na erupção do vulcão Tambora na Indonésia em 1815, aproximadamente 56.000 pessoas também vieram a falecer (MUNICH RE GROUP, 1999). Por fim, ainda bem presente na memória coletiva, a catástrofe ocasionada pelo tsunami ocorrido no dia 26 de dezembro de 2004 (Figura 3), que atingiu severamente diversos países asiáticos, com destaque para a Indonésia, a Índia e o Sri Lanka. Esse tsunami deixou mais de 170.000 mortos, 50.000 desaparecidos, 1.723.000 desalojados e 500.000 desabrigados (KOHL et al., 2005).



Figura 2 – Exemplos de grandes desastres naturais ocorridos no mundo.
Fonte: Munich Re Group (1999).



Figura 3 – Destruição provocada pelo tsunami de 2004 em Sumatra, Indonésia.
Fonte: www.wikipedia.org

Entretanto, **nas últimas décadas, as pesquisas têm demonstrado que houve um aumento considerável não só na frequência dos desastres naturais, mas também na intensidade**, o que resultou em sérios danos e prejuízos sócio-econômicos. De acordo com alguns cientistas, este cenário pode estar vinculado ao aquecimento global, como uma das conseqüências diretas das mudanças climáticas (MUNICH RE GROUP, 1999; MARCELINO et al., 2006; IPCC, 2007).

Apesar das controvérsias, fato é que diversas áreas do globo já estão sendo seriamente impactadas pelos desastres naturais, principalmente aqueles desencadeados por fenômenos atmosféricos extremos, causados em sua maioria pelas tempestades severas (Figura 4).



Figura 4 – Tempestade severa ocorrida em fev. de 2002, próximo a Joinville (SC).
Fonte: Prefeitura Municipal de Joinville, 2002.

O último relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), lançado em fevereiro de 2007, aponta um aumento das precipitações nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. A tendência é que essas precipitações fiquem a cada ano mais intensas, concentradas e mal distribuídas. E este é um comportamento típico de chuvas geradas por instabilidades severas.

As precipitações intensas podem desencadear sérios desastres naturais, como as inundações e os escorregamentos. Além disso, das instabilidades severas também são originados fenômenos altamente destrutivos, como os vendavais, tornados e granizos.

Esses fenômenos são praticamente impossíveis de serem erradicados. Pode-se até mesmo afirmar que, **por mais que a sociedade se desenvolva, os desastres naturais sempre irão ocorrer**. Os fenômenos naturais extremos fazem parte da geodinâmica terrestre e são imprescindíveis para a existência humana, sendo diretamente responsáveis pela formação do relevo, manutenção de ecossistemas, abastecimento das fontes hídricas, entre outros.

Os esforços humanos devem ser direcionados para a elaboração e adoção de medidas preventivas e mitigadoras que possam amenizar o impacto causado pelos desastres naturais.

Neste contexto, nos próximos capítulos, serão abordados alguns temas sobre desastres, com o objetivo de fornecer uma base conceitual sólida, sem esgotar os assuntos, que permita que o leitor avance na leitura dos demais cadernos didáticos sobre Desastres Naturais e Geotecnologias.

2. O QUE SÃO DESASTRES NATURAIS?

Os desastres naturais podem ser conceituados, de forma simplificada, como o resultado do impacto de um fenômeno natural extremo ou intenso sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excede a capacidade dos afetados em conviver com o impacto (TOBIN e MONTZ, 1997; UNDP, 2004).

Os desastres, como um todo, são distinguidos principalmente em função de sua origem, isto é, da natureza do fenômeno que o desencadeou. De acordo com as normativas da Política Nacional de Defesa Civil, existem três tipos de desastres: naturais, humanos e mistos (CASTRO, 1998). Nessa abordagem, a diferença está basicamente no nível de intervenção humana. Entretanto, se considerarmos somente este critério, a grande maioria dos desastres conhecidos como naturais, seriam de fato desastres mistos.

“Quando um fenômeno geofísico causa sérios danos e prejuízos a pessoas e bens de uma comunidade, configura-se assim, num cenário típico de desastre natural.”

Na verdade, **o foco de análise não deveria estar no processo e sim no fenômeno desencadeador, ou seja, aquele que dispara (gatilho) o processo.** Por mais que um corte na encosta para a construção de uma casa aumente o risco de escorregamento, ele só ocorrerá quando disparado por fortes chuvas. Caso for desencadeado por depósitos de lixo, aterros em encostas e, principalmente, vazamentos d’água e/ou esgoto, este desastre deveria ser classificado como humano. Foi a ação direta do homem que resultou no disparo, apesar da susceptibilidade intrínseca da encosta.

Nessa mesma situação estão as inundações, assim como os demais tipos de desastres naturais. No caso das inundações, se for desencadeada pela chuva, pelo avanço do mar ou a junção dessas (como as inundações costeiras), trata-se de um desastre natural, independente da vulnerabilidade da área afetada. Quem produziu as chuvas? O homem ou uma instabilidade atmosférica? Já no caso do rompimento de uma barragem (Figura 5), a inundação produzida tem como causa direta a má qualidade da estrutura, resultando num típico caso de desastre humano. Na fase de projetos e simulação esta possibilidade deveria ter sido levada em consideração. O que resultaria num dimensionamento estrutural capaz de suportar até mesmo as intempéries locais, como os abalos sísmicos.



Figura 5 – Inundação provocada pelo rompimento de mineradora em Minas Gerais, que inundou as cidades de Muriaé e Mirai em janeiro de 2007.
Fonte: O Globo Online, 2008.

No caso dos desastres mistos, é difícil encontrar casos que poderiam verdadeiramente se enquadrar nesta classificação. A desertificação e a chuva ácida são exemplos citados por Park (1991) e Castro (2002). Mas, usando como exemplo o semi-árido nordestino, por mais que o desmatamento e as práticas agrícolas não conservacionistas tenham

agravado o problema da falta d'água, as condições semi-áridas têm como gênese a dinâmica climática regional que foi moldada a milhares de anos. Talvez um exemplo mais apropriado de desastre misto seja o processo de arenização que está ocorrendo na região sudoeste do Rio Grande do Sul. As causas estão associadas principalmente ao tipo de solo, ao regime de chuva e a atividades agropastoris.

Até mesmo no caso da chuva ácida, apesar de conceitualmente apropriado, fica extremamente difícil enquadrá-lo no conceito de desastre, ou seja, de que forma este fenômeno irá causar impactos tão substanciais que ultrapassará a capacidade de convívio de uma comunidade? Como mensurar os danos e prejuízos?

Tornar-se-ia mais prático e menos conflituoso optar por classificar os desastres, quanto à origem, em naturais e humanos, tendo como referencial o fenômeno que desencadeia o processo. Os naturais seriam aqueles disparados por um fenômeno natural de grande intensidade e os humanos pelas ações ou omissões de caráter antrópico. Assim, simplificando, temos:

Classificação dos desastres quanto à origem

- ***Naturais:*** são aqueles disparados pela intervenção direta de um fenômeno natural de grande intensidade. Exemplo: fortes chuvas – inundações e escorregamentos, fortes ventos – vendaval, tornado e furacão, etc.
- ***Humanos:*** são aqueles disparados pelas ações ou omissões humanas. Exemplo: acidentes de trânsito, incêndios industriais, contaminação de rios, rompimento de barragens.

As intervenções antrópicas, quando mal planejadas, poderão intensificar e/ou agravar um desastre natural. Mas esses são fatores que indicam o estado da vulnerabilidade local e não podem ser confundidos com a gênese de um desastre.

2.1 Tipologia e Características dos Desastres Naturais

Na literatura especializada, são apresentadas diversas propostas de classificação de desastres naturais. Neste trabalho, serão utilizadas duas propostas básicas apresentadas por Tobin e Montz (1997). Os autores comentam que enquanto uma visa detectar as semelhanças entre os fenômenos, categorizando-os, a outra visa diferenciá-los dentro de uma mesma categoria. E essas são informações imprescindíveis numa gestão de risco, o que leva a poupar tempo, dinheiro e vidas. A primeira, quanto a tipologia, tem como premissa o evento geofísico que desencadeou o desastre natural (Tabela 1). Estes eventos fazem parte da geodinâmica externa (meteorológicos e hidrológicos) e interna (geológicos) da Terra.

Tabela 1 – Classificação dos desastres naturais quanto à tipologia.

<i>Categoria</i>	<i>Tipos de desastres</i>
<i>Meteorológicos</i>	<i>Furações, ciclones e tufões</i>
	<i>Vendaval</i>
	<i>Granizos</i>
	<i>Tornados</i>
	<i>Nevascas</i>
	<i>Geadas</i>
	<i>Ondas de frio</i>
	<i>Ondas de calor</i>
<i>Hidrológicos</i>	<i>Inundações</i>
	<i>Seca/estiagem</i>
	<i>Incêndio Florestal</i>
<i>Geológicos</i>	<i>Terremotos</i>
	<i>Vulcanismo</i>
	<i>Tsunami</i>
	<i>Escorregamentos</i>
	<i>Subsidências</i>

Fonte: adaptada de Tobin e Montz (1997).

A segunda classificação objetiva diferenciar os desastres em relação as suas características comportamentais. Tendo como referência os fenômenos que

ocorrem na Região Sul do Brasil, pode-se notar na Figura 6, que as inundações apresentam características bem distintas das estiagens, assim como o tornado do Furacão. Com respeito à frequência, as inundações ocorrem praticamente em todos os meses do ano, enquanto que as estiagens estão vinculadas à determinada estação ou período do ano. A duração e a extensão das estiagens são bem maiores do que as inundações, em compensação a formação e a dissipação é bem mais lenta. Além disso, enquanto as estiagens cobrem grandes áreas de forma difusa, as inundações estão limitadas às terras planas que margeiam os rios.

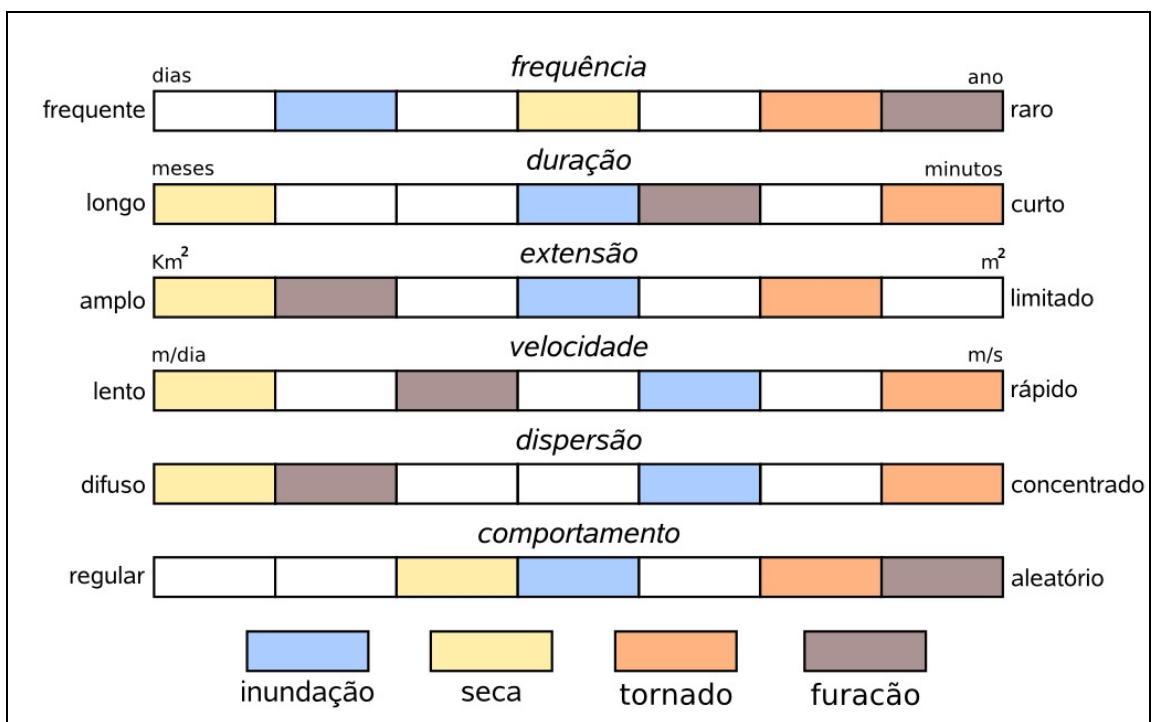


Figura 6 – Classificação dos desastres naturais quanto às características.
Fonte: adaptada de Tobin e Montz (1997).

Já os tornados e furacões se assemelham em relação à frequência e ao comportamento, ou seja, além de relativamente raros, também são aleatórios, o que dificulta na previsibilidade. Mas em termos de extensão, os danos dos tornados são extremamente concentrados e intensos, restritos a largura e comprimento do rastro, que não medem mais de centenas de metros e dezenas de quilômetros, respectivamente. No caso dos furacões, seu raio de destruição, apesar de menor intensidade, atinge centenas de quilômetros e bem mais difuso do que os tornados. E, quanto à velocidade, os tornados deslocam-se mais rápido do que os furacões.

3. DESASTRES NATURAIS NO MUNDO

Os desastres naturais podem ocorrer em qualquer continente ou país, visto que os fenômenos naturais que os desencadeiam, como as tempestades, os terremotos e os vulcões existem em diversas partes do globo. Entretanto, **algumas regiões são mais afetadas em função da magnitude e frequência dos fenômenos e da vulnerabilidade do sistema social.**

Utilizando os dados de desastres do banco global *Emergency Events Database* (EM-DAT), período 1900-2006, o continente que apresentou o maior número de registros foi o asiático (Figura 7), com 3.699 registros, seguido pelo americano, com 2.416 registros (EM-DAT, 2007). Destaca-se também que, em todo o mundo, os tipos de desastres que mais ocorreram foram as inundações (35%) e as tempestades (31%), que é a soma dos eventos associados a furacões, tornados e vendavais. Portanto, aproximadamente 66% dos desastres naturais ocorridos no mundo estão vinculados às instabilidades atmosféricas severas.

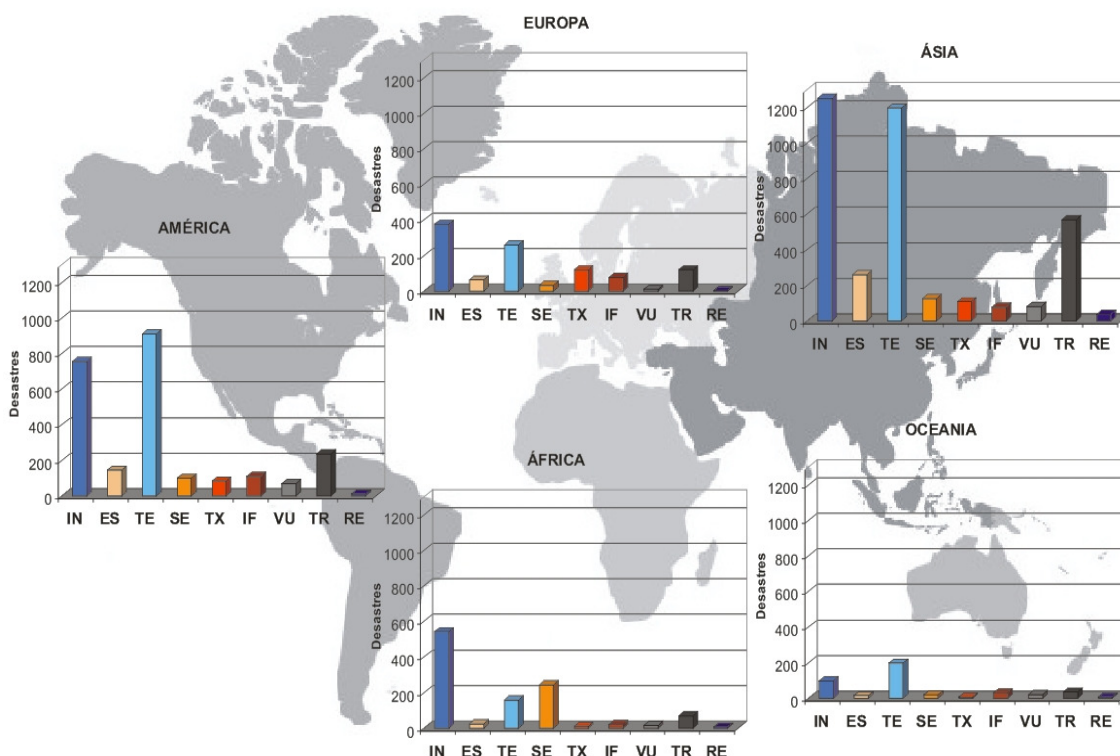


Figura 7 – Distribuição por continente dos desastres naturais ocorridos no globo (1900-2006). Legenda: IN – Inundação, ES – Escorregamento, TE – Tempestade, SE – Seca, TX – Temperatura Extrema, IF – Incêndio Florestal, VU – Vulcanismo, TR – Terremoto e RE – Ressaca.

Além disso, convém citar que a grande maioria dos desastres (mais de 70%) ocorreu em países em desenvolvimento. Estes dados refletem as próprias condições sócio-econômicas desses países, como o adensamento populacional em áreas de risco, a falta de planejamento urbano, os baixos investimentos na saúde e educação, entre outros fatores, que aumentam consideravelmente a vulnerabilidade das comunidades expostas aos perigos naturais (ALEXANDER, 1997; ALCÁNTARA-AYALA, 2002).

E são estes fatores que tem contribuído para elevar o número de vítimas fatais nos países em desenvolvimento. Tanto que, do total de mortes por decorrência dos desastres naturais, mais de 95% ocorreram nos países considerados mais pobres (ALEXANDER, 1995; DEGG, 1992; TOBIN e MONTZ, 1997).

4. DESASTRES NATURAIS NO BRASIL

Conforme dados do EM-DAT (2007), ocorreram 150 registros de desastres no período 1900-2006. Do total ocorrido, 84% foram computados a partir dos anos 70, demonstrando um aumento considerável de desastres nas últimas décadas. Como consequência, foram contabilizados 8.183 vítimas fatais e um prejuízo de aproximadamente 10 bilhões de dólares.

Os tipos de desastres mais frequentes foram as inundações (Figura 8), representadas pelas graduais e bruscas, com 59% dos registros, seguidas pelos escorregamentos (14%). **A maioria dos desastres no Brasil (mais de 80%) está associada às instabilidades atmosféricas severas**, que são responsáveis pelo desencadeamento de inundações, vendavais, tornados, granizos e escorregamentos. Com exceção das inundações graduais, esses fenômenos são súbitos e violentos, responsáveis por grande mortandade e destruição. Em virtude da velocidade, não há tempo para as pessoas procurarem abrigos ou salvarem parte dos bens existentes em suas casas.

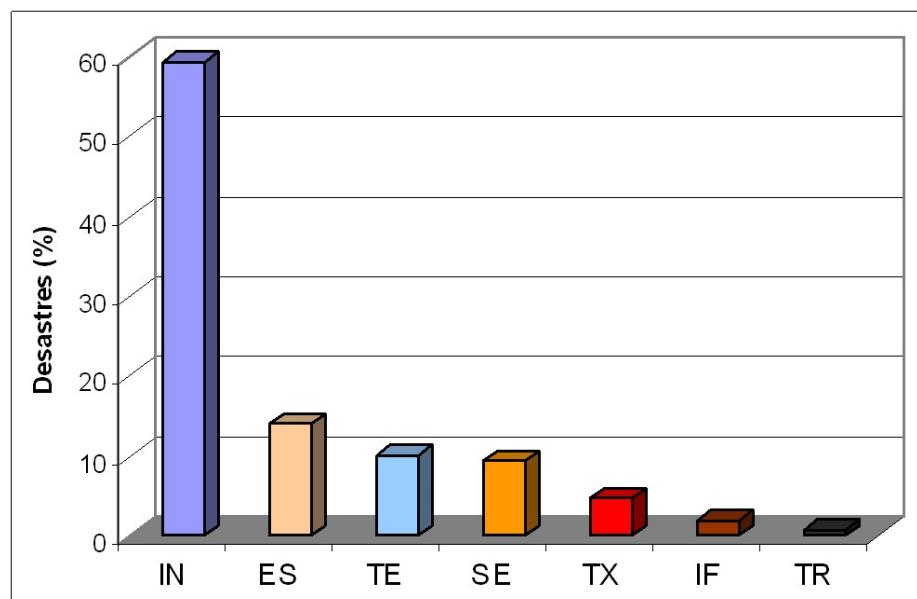


Figura 8 – Tipos de desastres naturais ocorridos no Brasil (1900-2006).
 Legenda: IN – Inundação, ES – Escorregamento, TE – Tempestades, SE – Seca, TX – Temperatura Extrema, IF – Incêndio Florestal e TR – Terremoto.

Com relação à distribuição espacial, mais de 60% dos casos ocorreram nas regiões Sudeste e Sul (Figura 9). No Brasil, essa distribuição está mais associada às características geoambientais do que as sócio-econômicas. Uma vez que, **as áreas de favela, os bolsões de pobreza e a falta de planejamento urbano estão presentes na maioria das cidades brasileiras**. Nessas regiões, as instabilidades atmosféricas são freqüentes devido à passagem de frentes frias no inverno, da ocorrência de complexos convectivos de mesoescala na primavera e da formação dos sistemas convectivos no verão, que desencadeiam as chuvas intensas e concentradas para essa estação (MONTEIRO e FURTADO, 1995; SANT'ANNA NETO, 1995; SILVA DIAS, 1996; MARCELINO, 2003; NASCIMENTO, 2005).

Ressalta-se que são computados no banco EM-DAT, somente os desastres considerados de grande severidade, que resulta em dezenas de mortos e centenas de desabrigados, levando geralmente os estados e países a buscarem auxílio externo (MARCELINO et al., 2006; EM-DAT, 2007). Assim, **o número de desastres ocorridos no Brasil é bem mais elevado do que os contabilizados no banco EM-DAT**.

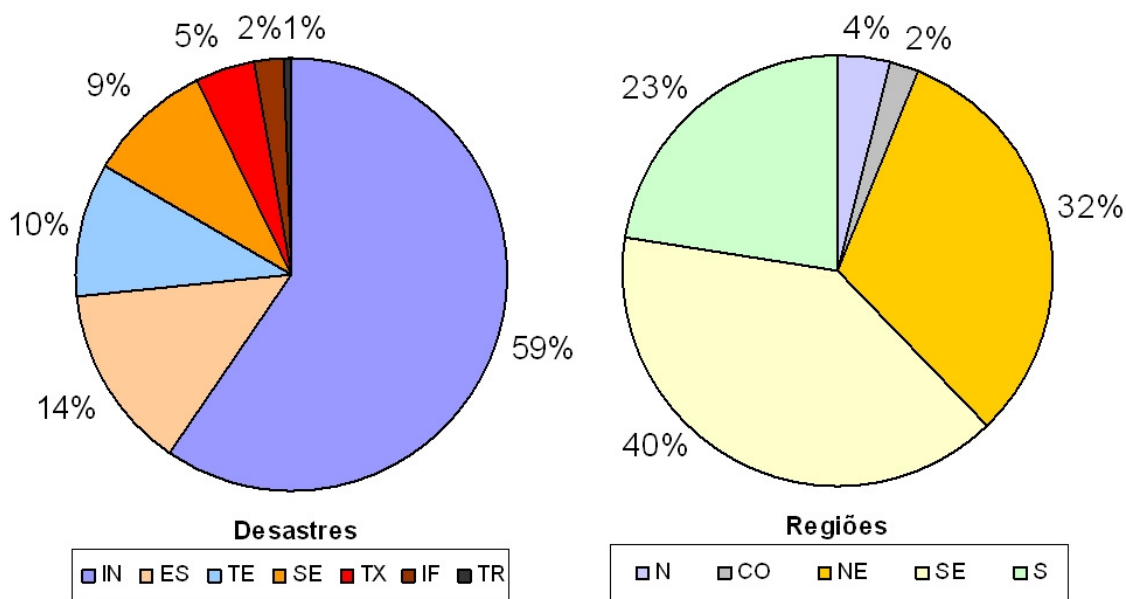


Figura 9 – Distribuição dos desastres naturais no Brasil (1900-2006).
 Legenda: N – Norte, CO – Centro Oeste, NE – Nordeste,
 SE – Sudeste, S – Sul.

Utilizando dados da Defesa Civil, Marcelino et al. (2006) contabilizaram, no período 1980-2003, 3.373 desastres naturais no Estado de Santa Catarina. No Paraná, de 1980 a 2006, já foram registrados 2.553 desastres (PARANÁ, 2007). Em ambos os estados, 85% dos desastres também foram causados pelas instabilidades atmosféricas severas. É importante frisar que os desastres documentados na Defesa Civil são aqueles em que foram decretados Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) pelos municípios afetados. A Defesa Civil considera estes desastres como sendo nível III e IV. Portanto, se forem contabilizados todos os níveis de desastre a situação torna-se ainda mais problemática.

Comparados aos desastres registrados pelo EM-DAT, os desastres nível III e IV são considerados como desastres de pequeno porte (*small disaster*). No entanto, em virtude de sua elevada frequência, a somatória dos danos e prejuízos pode ser tão intensa quanto os de grande porte. Por exemplo, o Furacão Catarina causou R\$ 212 milhões de prejuízo, 2 mortes e 2,5 mil desabrigados somente em Santa Catarina. Enquanto que, as inundações bruscas, no período 2000-2003, deixaram um prejuízo de R\$176 milhões, 13 mortes e aproximadamente 6,5 mil desabrigados (MARCELINO et al, 2004; 2005).

5. DESASTRES NATURAIS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Nas últimas décadas, tem ocorrido um aumento considerável na frequência anual de desastres naturais em todo o globo. Conforme dados do EM-DAT (2007), a média de desastres ocorridos na década de 70 foi de 90 eventos por ano, saltando para mais de 260 eventos na década de 90 (Figura 10). Estes números refletem diretamente a elevação na frequência e intensidade dos desastres causados pelas tempestades severas, como mostrado pela linha azul na Figura 10.

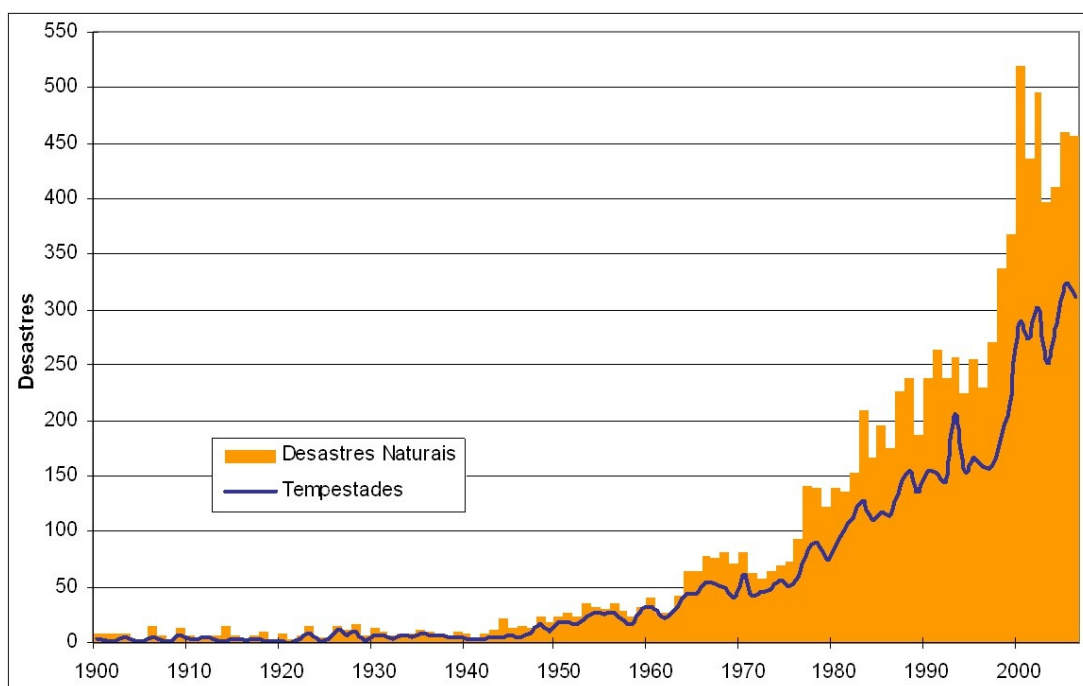


Figura 10 – Frequência anual de desastres naturais para todo o globo (1900-2006).

Dentre os principais fatores responsáveis pelo aumento dos desastres naturais em todo o mundo cita-se: o crescimento populacional, a segregação sócio-espacial (aumento das favelas e bolsões de pobreza), a acumulação de capital em áreas de risco (ocupação da zona costeira), o avanço das telecomunicações (registro e disseminação de informações) e as mudanças climáticas globais (MARCELINO et al., 2006).

A comunidade científica tem dado grande ênfase às mudanças climáticas, como resultado do aquecimento global, principalmente a partir da publicação do 4º Relatório do IPCC (IPCC, 2007). Esse relatório menciona que no Brasil os desastres naturais de origem atmosférica tendem a

continuar aumentando, com destaque para as tempestades e os eventos de precipitações intensas sobre as regiões Sul e Sudeste do Brasil e o agravamento da seca no nordeste e avanço sobre as regiões norte e centro-oeste (Figura 11).

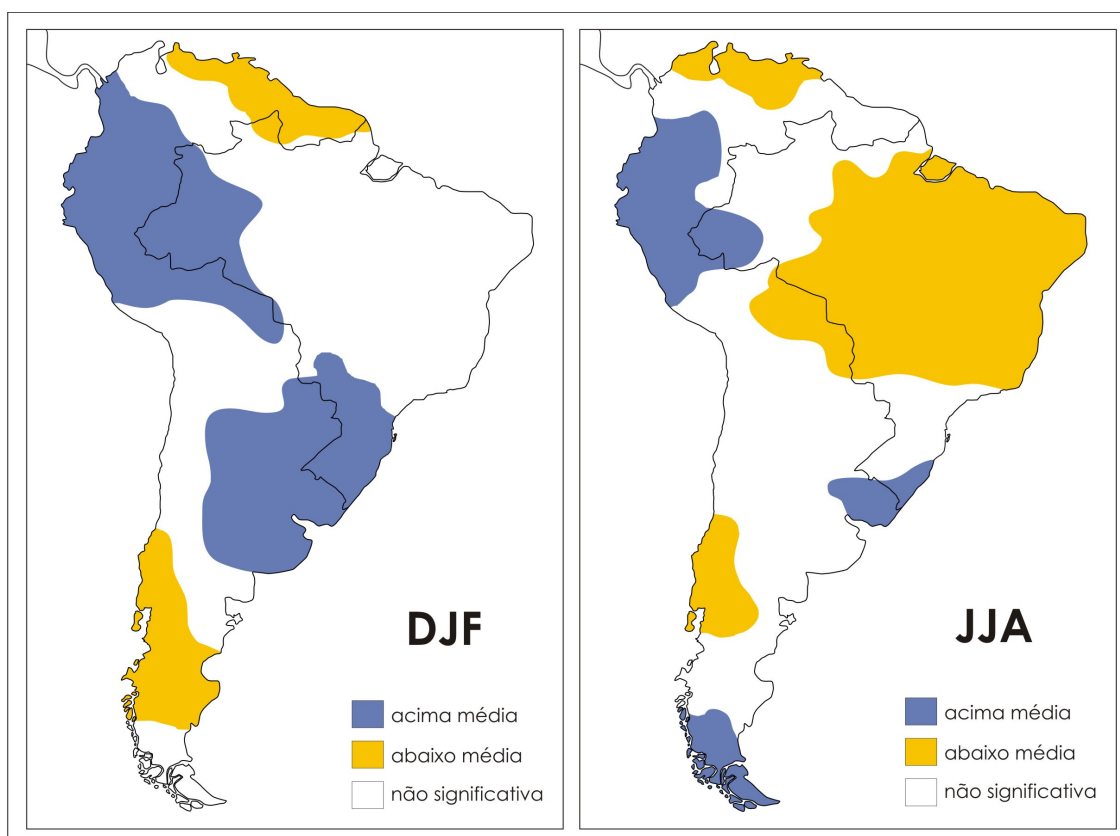


Figura 11 – Mudanças nos índices de precipitação (em porcentagem) para o período 2090-2099, baseado no cenário SRES A1B. As siglas DJF e JJA correspondem aos meses de verão (Dezembro, Janeiro e Fevereiro) e inverno (Junho, Julho e Agosto), respectivamente. Fonte: adaptada de IPCC (2007).

Na Figura 11, em azul estão representadas as áreas onde os índices de precipitação estarão acima da média (até 20%) no final do século XXI. Em amarelo as áreas que estarão com deficiência de precipitação. Enquanto que, em branco são as áreas que estarão com índices na média ou próximo da média.

Nota-se que **a tendência é que aumentem ainda mais os desastres causados pelas tempestades no sul e sudeste do Brasil**, nos meses de verão (DJF), e as secas no norte, nordeste e centro-oeste nos meses de inverno (JJA), como já demonstram os dados coletados até então.

O aumento da precipitação nas regiões Sul e Sudeste não aponta necessariamente para uma boa distribuição anual das chuvas. Pelo contrário, a tendência é que **as precipitações ficarão ainda mais intensas e concentradas, ou seja, chuvas muito fortes e em poucos dias**, como já vindo sendo observado (LIEBMANN et al., 2004; BOULANGER et al., 2005; GROISMAN et al., 2005; MARENGO, 2006).

Em Campinas (SP), o número de dias de fortes chuvas (>50 mm/h) tem aumentado consideravelmente, passando de aproximadamente 12 dias nas décadas de 60 e 70, para mais de 25 dias na década de 80 e 90 (VICENTE e NUNES, 2004). Um padrão similar também foi encontrado para a região metropolitana de Curitiba (PR). Nessa região os índices de precipitação demonstram uma mudança comportamental a partir da década de 70, com uma elevação significativa no número de dias com precipitações acima de 40 mm/h (SILVA e GUETTER, 2003). Em Santa Catarina, também foi observado um aumento considerável de inundações bruscas (enxurradas) a partir da década de 90, quando os registros ultrapassaram a média de 23 casos/ano para o período 1980-2003 (MARCELINO et al., 2004).

As inundações bruscas (enxurradas) ocorrem associadas a elevados índices de precipitação (> 25 mm/h), e são altamente perigosas e destrutivas (DOSWELL et al., 1996; MARCELINO et al., 2004). Em virtude do aumento das precipitações intensas, somado aos

“Nas próximas décadas, a inundação brusca será o tipo de desastre mais freqüente e danoso nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.”

desmatamentos de encostas, a ocupação das planícies de inundação, ao assoreamento dos rios e a impermeabilização urbana (asfaltamento de ruas, construções, etc.), as inundações bruscas em áreas urbanizadas se tornarão um dos principais problemas ambientais que a região Sul e Sudeste do Brasil terão que enfrentar para as próximas décadas.

Por isso, em caráter de urgência, é necessário estabelecer medidas preventivas que minimizem as conseqüências deste fenômeno, visando sempre à diminuição do número de pessoas afetadas e vitimadas.

6. PREVENÇÃO DE DESASTRES NATURAIS

6.1. Relação entre Perigo, Risco e Desastre

Atualmente, tanto nas publicações especializadas quanto na mídia em geral, há muita confusão terminológica em relação à prevenção de desastres naturais. Assim, visando padronizar termos e conceitos, buscou-se uma conceitualização simplificada que, ao mesmo tempo, obedece-se aos padrões internacionais e fossem tecnicamente aceitas pela comunidade científica. Dentre as propostas analisadas, foi adotada a base conceitual publicada pela Organização das Nações Unidas (ONU), através dos programas *United Nations Development Programme* (UNDP) e *International Strategy for Disaster Reduction* (ISDR), intituladas: *Living with Risk. A global review of disaster reduction initiatives* (ISDR, 2004) e *Reducing Disaster Risk: a Challenge for Development* (UNDP, 2004).

6.1.1 Perigo e desastre

É necessário, inicialmente, tirar algumas dúvidas sobre o uso dos termos ameaça e perigo como sinônimos e/ou como tradução do termo inglês *hazard*. Na língua inglesa, ameaça é traduzida como *threat*, que significa expressão da intenção humana de punir ou prejudicar alguém, especialmente quando este não obedecer. Já *hazard* é traduzido como alguma coisa que pode causar dano (OXFORD, 1990). Esta diferença também pode ser observada na língua portuguesa. Segundo Dicionário Aurélio (FERREIRA, 1979), o termo ameaça (do latim *minacia*) significa palavra ou gesto intimidativo, promessa de castigo ou malefício, ou seja, é um mal gerado de pessoa para pessoa. De forma contrária, o perigo (do latim *periculu*) é uma circunstância que prenuncia um mal para alguém ou alguma coisa.

Nesta análise, verifica-se que **a expressão perigo, além de não ser sinônimo de ameaça, é a melhor tradução para o termo *hazard***. Além disso, o significado de perigo encaixa-se perfeitamente no conceito proposto pela ONU, como sendo um fenômeno físico ou um processo natural potencialmente prejudicial, que pode causar sérios danos sócio-econômicos as comunidades expostas (ISDR, 2004; UNDP, 2004).

Com respeito às relações existentes entre perigo e desastre, Tobin e Montz (1997) definem perigo como uma situação potencialmente prejudicial, enquanto que, desastre é a materialização do perigo (Figura 12).

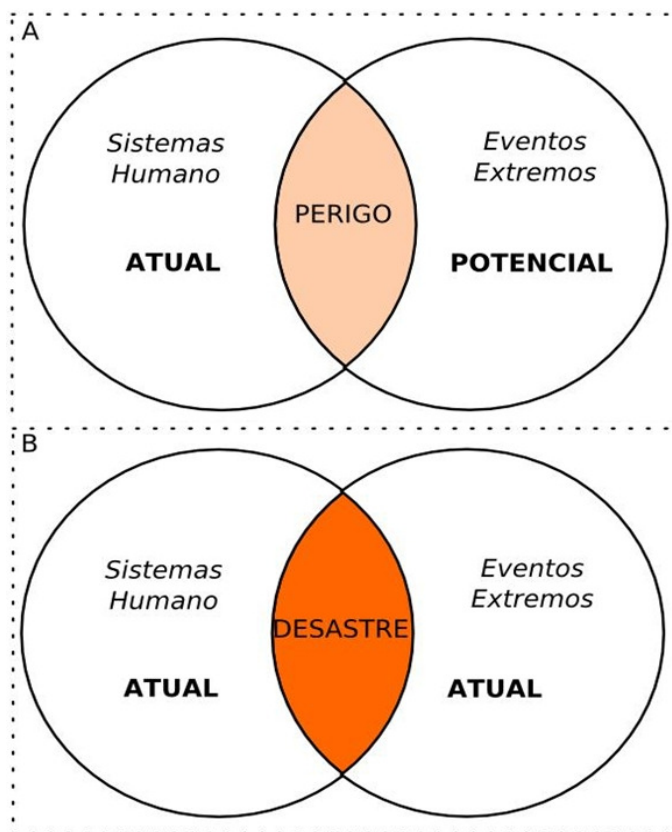


Figura 12 – Relação entre perigo e desastre.
Fonte: adaptada de Tobin e Montz (1997).

Essa relação pode ser melhor assimilada através do esquema proposto na Figura 13. Na natureza ocorrem diversos tipos de fenômenos que fazem parte da própria dinâmica natural da Terra. Mas, se ocorrerem ou se deslocarem sobre um sistema social, tem-se uma situação potencial de danos a pessoas e bens (perigo). Caso o impacto produza danos e prejuízos extensivos e/ou de difícil superação pelas comunidades afetadas será então considerado como um desastre. Se as conseqüências forem mínimas ou nulas será considerado somente como um evento natural. Para exemplificar, uma tempestade severa (evento natural) produz fortes chuvas e ventos. Quando se desloca em direção a uma área urbana, densamente ocupada, torna-se um perigo, principalmente para as

“O desastre natural, representado pelo choque de um evento extremo sobre uma área habitada, é a materialização do perigo.”

áreas consideradas de alto risco. Atingindo estas áreas, casas são alagadas e destruídas, pessoas morrem e outras tantas são obrigadas a procurar locais seguros, como os abrigos temporários. Dependendo da magnitude ou intensidade, os danos podem acarretar num desequilíbrio dos serviços essenciais vinculados ao fornecimento de água, luz, comunicação e transporte, caracterizando num cenário típico de desastre. Entretanto, na continuação da trajetória, quando atinge áreas não-ocupadas (campos e matas), a tempestade volta a ser considerada como um evento natural.

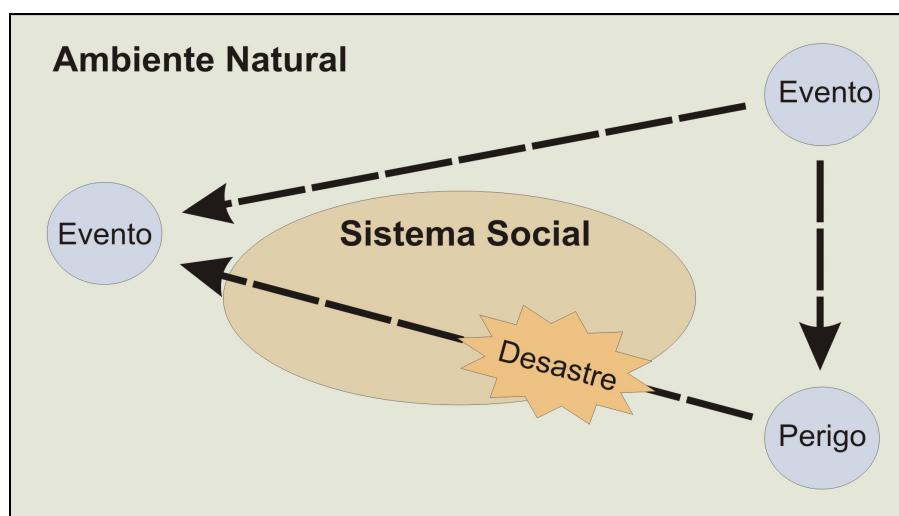


Figura 13 – Relação entre evento e desastres de origem natural.

6.1.2 Perigo e risco

O perigo é muitas vezes associado erroneamente com o risco. Risco é a probabilidade de ocorrer conseqüências danosas ou perdas esperadas (mortos, feridos, edificações destruídas e danificadas, etc.), como resultado de interações entre um perigo natural e as condições de vulnerabilidade local (UNDP, 2004). De forma simplificada, **risco é a probabilidade (mensurável) de um perigo transformar-se num desastre.**

No entanto, a gravidade dos desastres também pode estar vinculada aos elementos sociais expostos, ou seja, a fragilidade do ambiente socialmente construído (vulnerabilidade). Analisando a Figura 14, pode-se observar que aumentando a freqüência do perigo e a intensidade da vulnerabilidade, aumentará conseqüentemente o risco de um perigo transformar-se num desastre.

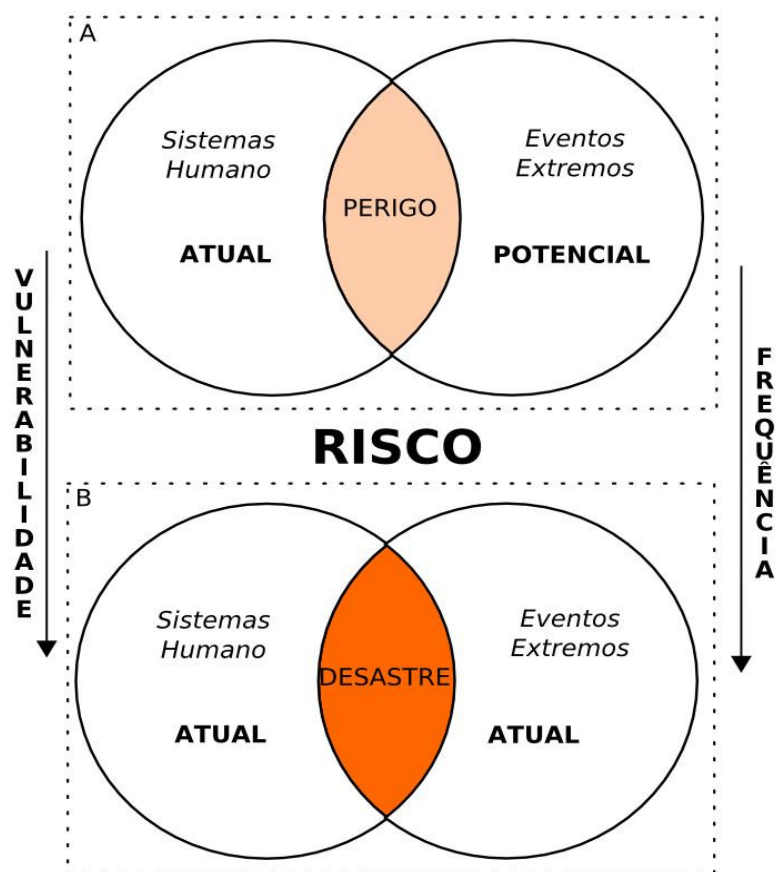


Figura 14 – Relação entre perigo e risco.
 Fonte: adaptada de Tobin e Montz (1997).

Como ilustração, duas pessoas estão fazendo uma viagem marítima do Brasil para a África. Só que uma viaja de navio e outra num pequeno barco a vela. As grandes ondas são perigosas para ambas as embarcações, mas o risco de afundar é muito maior para os que estão no barco. Neste exemplo, a fragilidade das embarcações (vulnerabilidade) é que está influenciando na intensidade do risco. Num outro cenário, dois pequenos barcos estão navegando: um numa enseada e outro longe da costa. A vulnerabilidade é a mesma, mas o risco de afundar é completamente diferente. Aquela que navega na enseada, protegida dos fortes ventos, dificilmente enfrentará as grandes ondas. Mas, aquela distante da costa terá uma probabilidade muito elevada de enfrentar ondas que podem afundar a embarcação. Podemos concluir que **o risco é extremamente cambiante e apresenta uma dinâmica própria**, que varia em função dos elementos naturais e sociais envolvidos no processo. Além disso, o risco não pode ser eliminado, mas pode ser gerenciado a tal ponto que se torne aceitável.

6.2 Tipos de Medidas Preventivas

A redução do impacto dos desastres naturais dá-se através da adoção de medidas preventivas que podem ser classificadas em estruturais e não estruturais. As medidas estruturais são aquelas de cunho corretivo, como as obras de engenharia. Apesar de minimizar o problema em curto prazo, as medidas estruturais são caras, paliativas, freqüentemente ocasionam outros impactos ambientais e geram uma falsa sensação de segurança. Por exemplo, o grande desastre desencadeado pelo Furacão Katrina em New Orleans, USA, foi causado pelo rompimento dos diques que haviam sido construídos para resistirem furacões até categoria 3. A inundação provocada pelo Katrina, classificado como categoria 5, acarretou num prejuízo de 80 bilhões de dólares e matou mais de 1.800 pessoas (KNABB et al., 2005).

As medidas não-estruturais, de caráter educativo e de planejamento, apesar dos resultados a médio e longo prazo, **são de baixo custo, de fácil aplicação e permitem uma correta percepção do risco**. Como exemplo, destacam-se os mapeamentos, as análises de vulnerabilidade, os zoneamentos das áreas de risco e a educação ambiental (NCEM, 1998; ANDJELKOVIC, 2001; ISDR, 2004).

No entanto, para ambos os casos, é necessário conhecer as causas e conseqüências de um desastre, para então definir as medidas preventivas que serão adotadas. E uma das maneiras mais simples é dividir o problema em partes, para depois compor o todo. Esse processo de análise é conhecido como gestão de risco.

6.3 Gestão de Risco

A gestão de risco é um processo de gerenciamento de decisões que envolvem a definição de necessidades, o reconhecimento das opções aceitáveis e a escolha de estratégias apropriadas (TOBIN e MONTZ, 1997). É um processo social complexo que envolve ações de planejamento, intervenção e organização, que devem ser avaliadas e conduzidas de forma contínua e consistente em cada fase do desastre (LAVELL, 2003).

Toda ocorrência de desastres envolve basicamente três fases distintas: Antes, Durante e Depois (TOBIN e MONTZ, 1997):

Fases de um desastre

- **Antes:** *corresponde ao momento que antecede o desastre, sendo constituído pelas etapas de **Prevenção** e **Preparação**, cujas ações visam diminuir o risco e preparar a sociedade para o impacto.*
- **Durante:** *corresponde ao desastre propriamente dito, sendo representado basicamente pelas ações de **Resposta**, como assistência as vítimas e reabilitação do cenário a curto prazo;*
- **Depois:** *correspondem as ações de **Reconstrução** de médio e longo prazo, visando o restabelecimento da "normalidade".*

De forma mais detalhada (Figura 15), o **Antes** é a fase que antecede a chegada dos fenômenos extremos, conhecida como etapas de **Prevenção** e **Preparação** para o impacto. É a fase mais importante, onde são adotadas medidas para reduzir o impacto dos desastres, como as análises de risco, a execução de projetos de engenharia (diques, pontes, muros de contenção, etc.), a elaboração de políticas públicas (plano diretor, zoneamentos ambientais, legislação, etc.), a educação ambiental em escolas e comunidades afetadas, etc. Nos momentos mais críticos que precedem o impacto, destacam-se os sistemas de previsão (meteorológica e hidrológica) e de alerta. Quanto maior for o investimento nesta fase, menor será a probabilidade de danos, podendo até mesmo acarretar na diminuição da frequência e intensidade dos desastres (PARK, 1991; TOBIN e MONTZ, 1997; SMITH, 2000; MIN, 2007).

O **Durante** envolve a realização de ações emergenciais de **Resposta** que visam o salvamento (socorro e assistência às vítimas), o auxílio (evacuação, abrigo, alimentação, atendimento médico, etc.) e a reabilitação do cenário do desastre, que corresponde ao início das atividades de restauração (curto prazo), como limpeza, segurança, entre outros (PARK, 1991; TOBIN e MONTZ, 1997; SMITH, 2000; MIN, 2007).

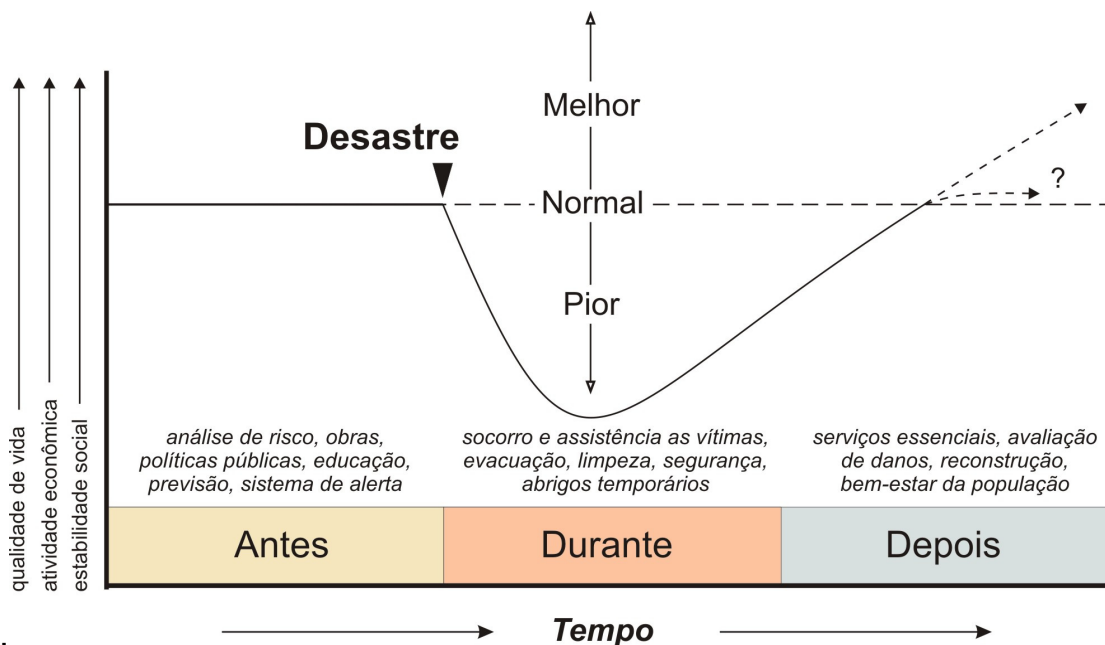


Figura 15 – Ciclo de gerenciamento de um desastre.
 Fonte: Tobin e Montz (1997).

Enquanto que, o **Depois** é representado pelas atividades de **Reconstrução** necessárias para o restabelecimento das funções básicas de uma comunidade (bem-estar da população) a médio e longo prazo. Neste momento, é feito o restabelecimento dos serviços essenciais (água, luz, comunicação e transporte), a avaliação dos danos e, nas áreas mais afetadas, a reconstrução das estruturas danificadas ou destruídas (casas, pontes, estradas, etc.). O objetivo na fase de Reconstrução, ampliado pela fase de Prevenção, é retornar a normalidade, entendida como sinônimo de funcionalidade, e não de retorno às condições que precederam o desastre. Assim, almeja-se que a área afetada retorne as suas funções sócio-econômicas primordiais, mas de forma compatível com a realidade ambiental que a cerca, o que resultaria numa elevação da qualidade de vida local. Dessa forma, a vulnerabilidade e o risco de desastres tenderiam a diminuir de forma natural (PARK, 1991; TOBIN e MONTZ, 1997; SMITH, 2000; MIN, 2007).

No Brasil, os maiores investimentos têm sido realizado na fase de Resposta, principalmente na capacitação e estruturação das defesas civis e corpos de bombeiros. No entanto, poucas defesas civis tem realmente investido na etapa de Prevenção. Não desmerecendo o trabalho já realizado, uma das

principais causas está na falta de um corpo técnico civil, de caráter permanente, com formação superior adequada (geociências, engenharias e áreas biomédicas) para a elaboração e gestão de longo prazo. Dessa forma, será possível atingir um dos objetivos propostos pela Política Nacional de Defesa Civil, que é "... promover a defesa permanente contra desastres naturais ou provocados pelo homem" (MIN, 2007, p.5). Para tanto, é necessário considerar alguns pressupostos indispensáveis numa gestão de risco, como:

"A etapa de prevenção deveria representar 75% de tempo e investimentos, em um ciclo ótimo de gestão de risco."

Pressupostos indispensáveis na gestão de risco

- ***Conhecer os fenômenos desencadeantes*** visando a redução da intensidade e/ou frequência (quando possível);
- ***Buscar reduzir a exposição e fragilidade sócio-econômica*** das áreas potencialmente vulneráveis;
- ***Valer-se de técnicas e métodos coerentes e eficazes*** que prezem pelo equilíbrio na relação custo/benefício;
- ***Aumentar a capacidade adaptativa e de convívio*** das comunidades frente aos desastres;
- ***Zelar pela difusão e distribuição de dados e informações*** visando à socialização do conhecimento;
- ***Permear na sociedade uma cultura de desastres "positiva"*** e não vitimalista e sensacionalista;
- ***Alcançar e conscientizar a esfera política*** em todas as fases do processo.

A caminhada é longa, mas com boa vontade, investimento e responsabilidade pode-se alcançar grandes resultados, mesmo a curto prazo. **Pensar em desastres, não é quantificar razões e motivos, mas sim defender e preservar a vida**, principalmente dos menos afortunados ou privados de oportunidades.

6.3.1 Avaliação de risco

A identificação e avaliação de risco é um dos principais passos que vai nortear as demais etapas do processo de gestão. A avaliação de risco, conforme Figura 16, envolve basicamente o inventário dos perigos naturais (P), o estudo da vulnerabilidade (V) e o mapeamento das áreas de risco (R) (PEARSON et al., 1991; SMITH, 2000; BALAJI et al., 2005).

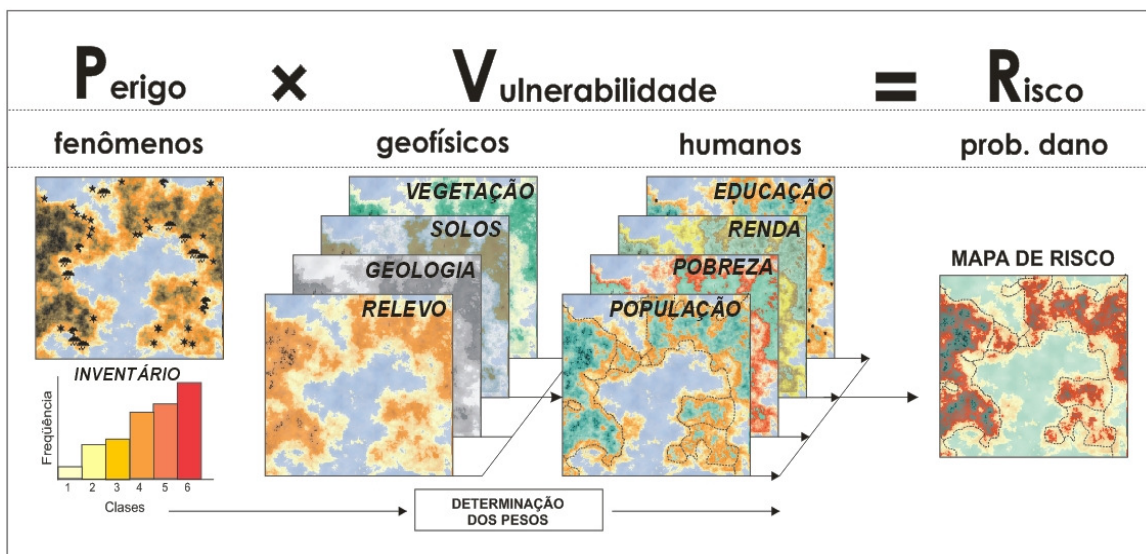


Figura 16 – Parâmetros que envolvem uma análise de risco.

Todos esses parâmetros podem ser cruzados facilmente em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) para obtenção do mapa de risco final. Cada parâmetro é formado por um conjunto de dados de fontes diversas (mapas, medições em campo, imagens de satélites, questionários, etc.), que permitem identificar as características do ambiente e o contexto sócio-econômico em que podem ocorrer os desastres.

Devido a grande complexidade de variáveis e tipos de dados, assim como a forma de mensuração, as avaliações de risco geralmente envolvem muita incerteza. De forma simplificada, os principais dados requeridos numa avaliação de risco são (BALAJI et al., 2005):

Dados usados numa avaliação de risco

- **Dados sobre o perigo:** *tipo, data, local de ocorrência, frequência, magnitude, etc.;*
- **Dados sobre o ambiente:** *geologia, geomorfologia, hidrologia, climatologia, uso da terra, etc.;*
- **Dados sobre a exposição local:** *infra-estrutura urbana, edificações, população, dados sócio-econômicos, agropecuários, etc.*

Além disso, a incerteza pode aumentar com a combinação ou complexidade do risco, principalmente quando envolve múltiplos perigos. Sempre que possível, deve-se utilizar dados quantitativos, de fontes oficiais ou confiáveis, longas séries históricas e métodos de análise que envolvam modelos matemáticos e físicos. A intenção é que essa avaliação torne-se passível de repetição e comparação, refletindo de forma mais transparente a realidade local e não a percepção do especialista responsável pela análise. Mas, isso não garante que um zoneamento de áreas de risco venha a se concretizar. **Investir em redução risco, é acima de tudo investir em desenvolvimento.** Quando um município aplica recursos na educação, saúde, segurança, habitação, planejamento e meio-ambiente, mesmo que de forma indireta, também estará investindo em prevenção de desastres. É essa somatória de esforços que resultará numa boa gestão de risco.

6.3.2 Percepção de risco

Estudos têm demonstrado que as reações das pessoas que vivem em áreas de risco podem ser super ou subdimensionada em virtude da idade, sexo, ocupação, educação, renda, experiências passadas, entre outros. São esses pressupostos presentes na história do indivíduo que condicionarão sua habilidade de entender e prever o risco em eventos futuros, e aceitar as diretrizes estabelecidas numa gestão de risco.

Para se ter uma idéia, os principais motivos associados à permanência dos moradores nas áreas de risco são (PARK, 2001):

Motivos de permanência em áreas de risco

- **Incertezas associadas a ocorrência do fenômeno:** "mas quando e onde?";
- **Mudança do cenário de risco:** "mas isso nunca aconteceu!";
- **Roleta russa:** "vale a pena arriscar", "o raio nunca cai duas vezes no mesmo lugar";
- **Falta de alternativa de moradia, trabalho e segurança:** "não tenho pra onde ir", "meu trabalho é tão longe", "gosto daqui, é seguro";
- **Custo versus benefícios:** "essa terra é tão boa pra plantar", "daqui de cima da pra ver toda a cidade", "quando falta água, a gente pega do rio".

Informar, conscientizar e discutir com a população é tão importante quanto investir num zoneamento de áreas de risco. Muitos projetos acabam fracassando devido a falta de transferência de informação e discussão entre prefeituras e comunidades. Além disso, esse processo tem que ser realizado numa linguagem acessível a todos. Essa é uma das etapas fundamentais numa gestão de risco, caso contrário, é remar, remar, e morrer na praia.

7. O USO DE GEOTECNOLOGIAS NA GESTÃO DE RISCO

Uma das principais ferramentas para a gestão de risco são as geotecnologias, representadas especialmente pelo Sistema de Informação Geográfica (SIG), o Sensoriamento Remoto (imagens de satélite) e o Sistema de Posicionamento Global (GPS). As geotecnologias possibilitam a coleta, armazenamento e análise de grande quantidade de dados, que devido a complexidade dos desastres naturais, seriam praticamente inviáveis de serem tratados utilizando métodos analógicos e/ou tradicionais. Com estas ferramentas produzem-se informações em pouco tempo e com baixo custo, combinando dados espaciais multi-fontes, a fim de analisar as interações existentes entre as variáveis, elaborar modelos preventivos e dar suporte as tomadas de decisões (BONHAM-CARTER, 1996).

Com relação ao uso das geotecnologias na **Prevenção**, como já mencionado no item 6.3.1, concentra-se basicamente nas avaliações de risco. Os dados geoambientais, que podem ser obtidos com o auxílio das imagens de satélite e GPS, são transformados em planos de informações no SIG. Dependendo do software utilizado, são escolhidos modelos matemáticos que são aplicados no cruzamento das informações, para obtenção dos planos resultantes, como os mapas de perigo, vulnerabilidade e risco (ver Figura 16).

Na **Preparação**, momentos antes do impacto, as geotecnologias são utilizadas na definição de rotas de evacuação, identificação de abrigos e centros de operações de emergência, criação e gerenciamento de sistemas de alerta e elaboração de modelos meteorológicos e hidrológicos utilizados na previsão. Nesta fase, as imagens de satélites geralmente são usadas para fornecer as informações de base para a caracterização das áreas afetadas, como também realizar o monitoramento dos desastres (Figura 17).



Figura 17 – Imagens do sensor TM LANDSAT-5 dos escorregamentos ocorridos em dezembro de 1995 na Serra Geral (SC).

Nas ações de **Resposta**, com um SIG é possível gerenciar de maneira eficiente e rápida, as situações mais problemáticas, como as ações de combate a sinistros (conter efeitos adversos) e de socorro às populações afetadas (busca e salvamento). No SIG, um banco de dados associados a um mapa da área urbana, poderá fornecer informações completas sobre abrigos, hospitais, polícia, bombeiro, entre outros. Já o GPS é extremamente útil nas operações de busca e salvamento em áreas que foram devastadas. Essas áreas ficam muitas vezes descaracterizadas dificultando a orientação e a localização de ruas e edificações.

Na **Reconstrução**, as geotecnologias também são amplamente usadas na realização do inventário, avaliação dos danos e na identificação de áreas seguras para a relocação e reconstrução das comunidades afetadas (Figura 18). Informações estas que posteriormente são inseridas em um banco de dados para serem utilizadas novamente na fase de Prevenção e Preparação.

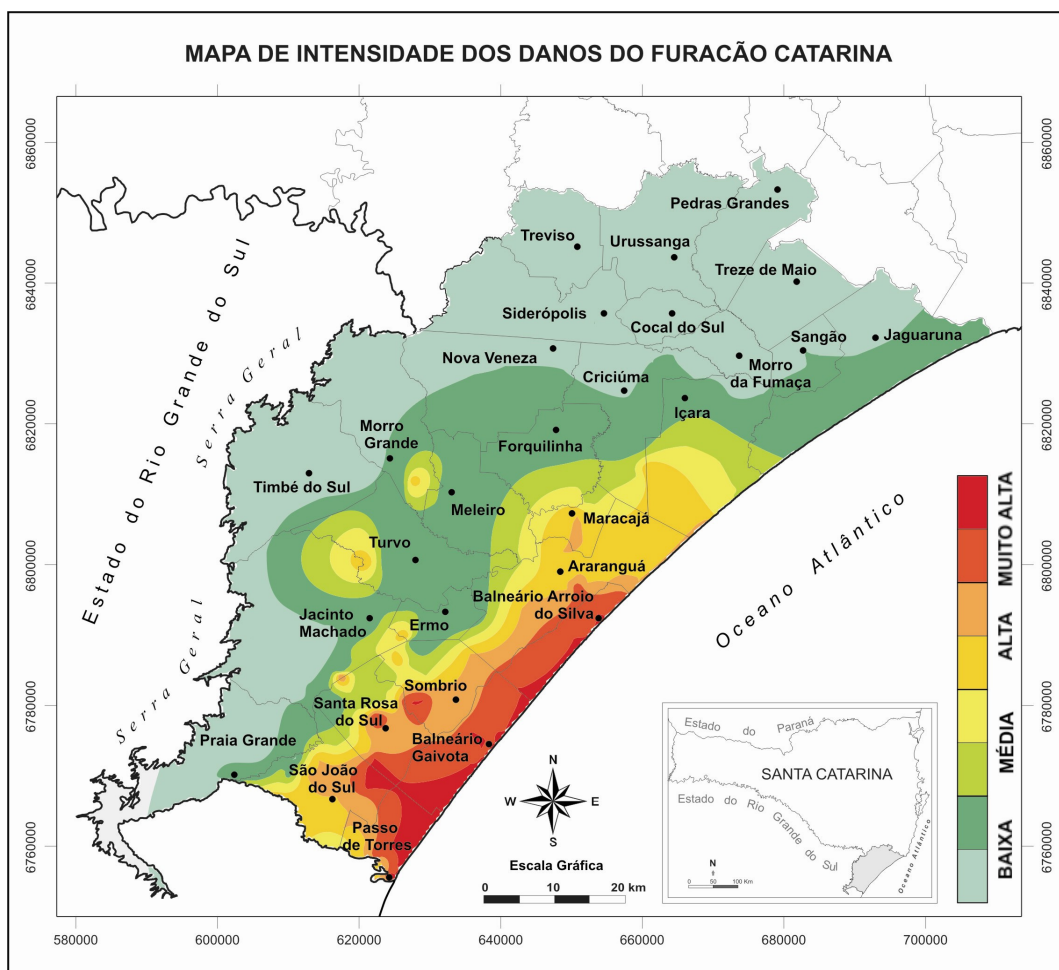


Figura 18 – Danos causados pelo Furacão Catarina no dia 28/03/2004 na região sul catarinense. Fonte: Marcelino et al. (2005).

Ressalta-se que os exemplos citados não limitam o uso das geotecnologias. Pelo contrário, novas aplicações, métodos e ferramentas surgem a cada dia. A flexibilidade é a uma das grandes vantagens das geotecnologias. Tudo pode ser adaptado em função dos projetos de prevenção, do fenômeno a ser analisado, da escala de trabalho e do orçamento disponível.

No Brasil as possibilidades de uso das geotecnologias são ainda mais promissoras, visto que já existem iniciativas de sucesso nesta área (Figura 19). O governo brasileiro, por meio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), disponibiliza a qualquer instituição ou profissional os softwares **SPRING** e **TerraView** (<http://www.dpi.inpe.br>), além das imagens do satélite **CBERS** (<http://www.cbbers.inpe.br>). Basicamente, o SPRING é um SIG com funções de processamento digital de imagens, mapeamento, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a banco de dados espaciais. O TerraView, apesar de não ser tão robusto quanto o SPRING, apresenta uma interface moderna e amigável, permitindo a fácil manipulação de dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos) e matriciais (grades e imagens). Já o satélite CBERS (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) possui uma série de sensores que o tornam altamente capacitado para as aplicações na área de mapeamento e monitoramento ambiental. **São três poderosas geotecnologias, disponíveis gratuitamente, que podem ser utilizadas na prevenção e mitigação de desastres naturais. Aproveite!**



Figura 19 – Geotecnologias desenvolvidas pelo INPE.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology**, v. 47, n. 2-4, p. 107-124, 2002.
- ALEXANDER, D. E. A survey of the field of natural hazards and disaster studies. In: CARRARA, A.; GUZZETTI, F. (Ed.) **Geographical information systems in assessing natural hazards**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995. Cap. 1, p. 1-19.
- ALEXANDER, D. The study of natural disasters, 1977-1997: some reflections on a changing field of knowledge. **Disasters**, v. 21, n. 4, p. 284-304, 1997.
- ANDJELKOVIC, I. **Guidelines on non-structural measures in urban measures in urban flood management**. Paris: UNESCO, 2001. 87p.
- BALAJI, D; SANKAR, R; KARTHI, S. **GIS approach for disaster management through awareness - an overview**. Disponível em: <http://www.gisdevelopment.net/application/natural_hazards/overview/nho0012.htm>. Acesso em: 27 ago. 2005.
- BONHAM-CARTER, G. F. **Geographic information systems for geoscientists: modeling with GIS**. Ottawa: Pergamon, 1996. 398p.
- BOULANGER, J.; LELOUP, J.; PENALBA, O.; RUSTICUCCI, M.; LAFON, F.; VARGAS, W. Observed precipitation in the Paraná - Plata hydrological basin: long-term trends, extreme conditions and ENSO teleconnections. **Climate Dynamics**, v. 24, p. 393-413, 2005.
- BRYANT, E. A. **Climate process and change**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 209p.
- BRUMES, K. R. Cidades: (re)definindo seus papéis ao longo da história. **Caminhos de Geografia**, v.2, n.3, p. 47-56, 2001.
- CASTRO, A. L. C. **Glossário de Defesa Civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. Brasília: MPO, 1998. 283p.
- CASTRO, A. L. C. **Manual de desastres: desastres mistos**. Brasília: MIN, 2002. 91p.
- COPPOCK, J. T. GIS and natural hazards: an overview from a GIS perspective. In: CARRARA, A.; GUZZETTI, F. **Geographical information systems in assessing natural hazards**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995. Cap. 2, p. 21-34.
- DEGG, M. Natural disasters: recent trends and future prospects. **Geography**, v. 77, n. 336, p.198-209, 1992.
- DOSWELL, C. A.; BROOKS, H. E., MADDOX, R. A. Flash flood forecasting: an ingredients-based methodology. **Weather and Forecasting**, v. 11, p. 560-580, 1996.
- EM-DAT – Emergency Events Database. **The OFDA/CRED International Disaster Database**. Disponível em: <<http://www.em-dat.net/>>. Acesso em: 02 mar. 2007.

- FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. 1838 p.
- GROISMAN, P. Y.; KNIGHT, R.; EASTERLING, D. R.; KARL, T. R.; HEGERL, G. C.; RAZUVAEV, V. N. Trends in intense precipitation in the climate record. **Journal of Climate**, v.18, p. 1326-1350, 2005.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Summary for Policymakers. Disponível em: <[http://www.ipcc.ch /SPM2feb07.pdf](http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf)> Acesso em: 26 fev. 2007.
- ISDR – International Strategy for Disaster Reduction. **Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives**. Geneva: UN/ISDR, 2004.
- KNABB, R. D.; RHOME, J. R.; BROWN, D. P. Tropical Cyclone Report: Hurricane Katrina. Miami: NHC, 2005. 43p. Disponível em: <www.nhc.noaa.gov/pdf/TCR-AL122005_Katrina.pdf > Acesso em: 16 jan. 2008.
- KOHL, P. A.; O'ROURKE, A. P.; SCHMIDMAN, D. L.; DOPKIN, W. A.; BIRNBAUM, M. L. The Sumatra-Andaman earthquake and tsunamis of 2004: the hazards, events, and damage. **Prehospital and Disaster Medicine**, v. 20, n. 6, p. 356-363, 2005
- LAVEL, A. **La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica**. Guatemala: CEPREDENAC/PNUD, 2003. 101 p.
- LIEBMANN, B.; VERA, C. S.; CARVALHO, L. M. V.; CAMILLONI, I. A.; HOERLING, M. P.; ALLURED, D.; BARROS, V. R.; BAEZ, J.; BIDEGAIN, M. An observed trend in Central South American precipitation. **Journal of Climate**, v. 17, p.4357-4367, 2004.
- LUCESSE, A.; BIANCHI, P. B.; CÔRREA, V. Um deserto no quintal: a verdadeira história da arenização do sudoeste gaúcho. **Revista Eletrônica de Jornalismo Investigativo**, n.3, 2007. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/ensinodareportagem/meiob/deserto.html>> Acesso em: 20 dez. 2007.
- MARCELINO, E. V.; GOERL, R. F.; RUDORFF, F. M. Distribuição espaço-temporal de inundações bruscas em Santa Catarina (Período 1980-2003). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 554-564. (CD-ROM)
- MARCELINO, E. V.; RUDORFF, F. M.; MARCELINO, I. P. V. O.; GOERL, R. F.; KOBAYAMA, M. Impacto do Furacão Catarina sobre a região sul catarinense: monitoramento e avaliação pós-desastre. **Geografia**, v.30, n.3, p.559-582, 2005.
- MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBAYAMA, M. Banco de dados de desastres naturais: análise de dados globais e regionais. **Caminhos de Geografia**, v.6, n.19, p. 130-149, 2006.
- MARCELINO, I. P. O. **Análise de episódios de tornados em Santa Catarina**: caracterização sinótica e mineração de dados. São José dos Campos: INPE, 2003. 223p. (INPE-12145-TDI/969).

- MARENGO, J. A. **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. Brasília: MMA, 2006. 212p.
- MIN – Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Defesa Civil. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília: MIN, 2007. 81p.
- MONTEIRO, M. A; FURTADO, S. O clima do trecho Florianópolis – Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. **Geosul**, v. 10, n. 19/20, p.117-133, 1995.
- MUNICH RE GROUP. **Topics 2000**: natural catastrophes – the current position. München: MUNICH RE GROUP, 1999. 127p.
- NASCIMENTO, E. L. Previsão de tempestades severas utilizando-se parâmetros convectivos e modelos de mesoescala: uma estratégia operacional adotável no Brasil? **Revista Brasileira de Meteorologia**, 20, p. 121-140, 2005.
- NCEM – North Carolina Division of Emergency Management. **Local hazard mitigation planning manual**. Raleigh: NCEM/UC, 1998. 90p.
- OXFORD. **Oxford Advanced Learner's Dictionary**. Oxford: Oxford University Press, 1990. 1579p.
- PARANÁ. **Sistema de controle da Defesa Civil**: desastres agrupados por município. Disponível em: <http://www4.pr.gov.br/sdc/restrito/report/Rpt1_1173712548460.pdf> Acesso em: 23 jan. 2007.
- PARK, C. C. **Environmental hazards**. London: MACMILLAN, 1991. 62p.
- PEARSON, E; WADGE, G; WISCOSKI, A. P. An integrated expert system/GIS approach to modeling and mapping natural hazards. In: European conference on GIS (EGIS'91), 1991, Brussels. **Proceedings...** Brussels, Belgium: EGIS foundation, 1991. Session 26, p. 763-771.
- SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo**: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica. São Paulo: USP/FFLCH, 1995.
- SILVA DIAS, M. A. F. Complexos convectivos de mesoescala. **Climanálise**. Cachoeira Paulista: MCT/INPE/CPTEC, edição especial, p.173-182, 1996.
- SILVA, M. E. S.; GUETTER, A. K. Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná. **Terra Livre**, ano 19, v. 1, n. 20, p. 111-126, 2003.
- SMITH, K. **Environmental hazards**: assessing risk and reducing disaster. Florence: Routledge Publisher, 2000.
- TOBIN, G. A; MONTZ, B. E. **Natural hazards**: explanation and integration. New York: The Guilford Press, 1997. 388p.
- UNDP – United Nations Development Programme. **Reducing disaster risk: a challenge for development**. New York, USA: UNDP, 2004. 129p.
- VICENTE, A. K.; NUNES, L. H. Extreme precipitation events in Campinas, Brazil. **TERRÆ**, v.1, n.1, p.60-62, 2004.

PUBLICAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS EDITADAS PELO INPE

Teses e Dissertações (TDI)

Teses e Dissertações apresentadas nos Cursos de Pós-Graduação do INPE.

Manuais Técnicos (MAN)

São publicações de caráter técnico que incluem normas, procedimentos, instruções e orientações.

Notas Técnico-Científicas (NTC)

Incluem resultados preliminares de pesquisa, descrição de equipamentos, descrição e ou documentação de programa de computador, descrição de sistemas e experimentos, apresentação de testes, dados, atlas, e documentação de projetos de engenharia.

Relatórios de Pesquisa (RPQ)

Reportam resultados ou progressos de pesquisas tanto de natureza técnica quanto científica, cujo nível seja compatível com o de uma publicação em periódico nacional ou internacional.

Propostas e Relatórios de Projetos (PRP)

São propostas de projetos técnico-científicos e relatórios de acompanhamento de projetos, atividades e convênios.

Publicações Didáticas (PUD)

Incluem apostilas, notas de aula e manuais didáticos.

Publicações Seriadas

São os seriados técnico-científicos: boletins, periódicos, anuários e anais de eventos (simpósios e congressos). Constam destas publicações o Internacional Standard Serial Number (ISSN), que é um código único e definitivo para identificação de títulos de seriados.

Programas de Computador (PDC)

São a seqüência de instruções ou códigos, expressos em uma linguagem de programação compilada ou interpretada, a ser executada por um computador para alcançar um determinado objetivo. São aceitos tanto programas fonte quanto executáveis.

Pré-publicações (PRE)

Todos os artigos publicados em periódicos, anais e como capítulos de livros.