

MAPEAMENTO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Emerson Vieira Marcelino

Doutorando em Geografia (IG/UNICAMP)
emersonm@ige.unicamp.br

Luci Hidalgo Nunes

Profa. Dra. Departamento de Geografia (IG/UNICAMP)
luci@ige.unicamp.br

Masato Kobiyama

Prof. Dr. Departamento de Eng. Sanitária e Ambiental (CTC/UFSC)
kobiyama@ens.ufsc.br

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento de risco de desastres naturais para o Estado de Santa Catarina, associados às instabilidades atmosféricas severas. Para a obtenção do índice de risco foram calculados os índices de perigo, de vulnerabilidade e de resposta para cada município catarinense. O índice de perigo foi obtido através da frequência de desastres naturais; o índice de vulnerabilidade através da soma das variáveis DD, IP e PI; e o índice resposta é dado pelo IDH-Municipal. No total foram computados 2.881 desastres associados a instabilidades atmosféricas (120 eventos/ano). Destes episódios, 1.299 foram associados à inundação gradual, - o que representa 45 % do total, - seguido pela inundação brusca e vendaval com 19 e 17%, respectivamente. As mesorregiões mais afetadas foram Oeste Catarinense, Vale do Itajaí e Grande Florianópolis. Com rela o ao  ndice de risco, os municípios mais problemáticos, que carecem de medidas preventivas a curto prazo, localizam-se nas mesorregiões Oeste e Norte Catarinense. Dentre os municípios que apresentaram maior  ndice de risco destaca-se Florianópolis (1,74), Blumenau (1,54), São José dos Cedros (1,03), Joinville (1,03) e Chapecó (0,71). Com exce o de São José dos Cedros, estes municípios apresentaram elevada densidade demográfica e frequência de desastres naturais.

Palavras-chaves: perigo, vulnerabilidade, resposta, mapa de risco, desastres naturais.

NATURAL DISASTERS RISK MAPPING OF SANTA CATARINA STATE

ABSTRACT

The aim of this work was to realize the risk mapping of natural disasters for the Santa Catarina State, Brazil. These natural disasters are associated to severe atmospheric instabilities. The risk index was obtained for each municipality using hazard, vulnerability, and resilience parameters. The hazard index was obtained through the frequency of natural disasters; the vulnerability index through the sum of the DD, IP and PI variables; and the resilience index was given by the IDHM. The 2,881 disasters were associated to atmospheric instabilities, presenting a mean value of 120 events/year. 1,299 disasters were associated to flood, which represents 45% of the total, following by flash flood and windstorm with 19 and 17 %, respectively. The most affected regions were Oeste Catarinense, Vale do Itajaí and Grande Florianópolis. The municipalities that presented high risk index were Florianópolis (1.74), Blumenau (1.54), São José dos Cedros (1.03), Joinville (1.03) and Chapecó (0.71). Except for São José dos Cedros, these municipalities presented high demographic density and natural disasters frequency.

Key-words: hazard, vulnerability, resilience, risk map, natural disaster.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas houve um incremento na frequência e na intensidade dos desastres naturais em todo o globo. Conforme dados da OFDA (*US Office of Foreign Disaster Assistance*) e do CRED (*Centre for Research on the Epidemiology of Disaster*), que mantém um grande banco de dados sobre desastres naturais, nota-se um aumento significativo de ocorrências desses eventos a partir da década de 70 (EM-DAT, 2004). Analisando dados do mesmo banco para o período de 1900-1998, Smith (2000) coloca que a média anual de desastres no mundo salta de 50 para 250 casos por ano a partir da década de 1980.

Ressalta-se que a maioria destes eventos teve como gênese instabilidades atmosféricas severas, que são eventos atmosféricos intensos que podem causar grandes danos sócioeconômicos, em virtude dos episódios pluviais intensos, vendavais, granizo e tornados (EASTERLING et al., 2000; SMITH, 2000; BERZ et al., 2001; MCBEAN, 2004). Apesar de não haver ainda um consenso sobre a relação direta entre as instabilidades atmosféricas e as mudanças climáticas globais no século XX (LIGHTHILL, 1994; MCBEAN, 2004), entende-se que o aumento das tempestades nas últimas décadas também foi significativo. Easterling et al. (2000) e Nicholls (2001) afirmam que em algumas partes do globo (escala regional) já existem indícios significativos do aumento de eventos atmosféricos extremos.

Diversos modelos climáticos também têm apontado para um aumento de ocorrência de tempestades severas para as regiões Sul e Sudeste do Brasil (SINCLAIR e WATTERSON, 1999; MET. OFFICE, 2004). Dentre os estados que compõem estas regiões destaca-se Santa Catarina, conforme verificado no “Levantamento dos Desastres Naturais Causados pelas Adversidades Climáticas no Estado de Santa Catarina (período 1980-2000)”, organizado por Herrmann (2001). Segundo a autora, para o período 1980-2000 a maioria dos desastres naturais computados está associada às instabilidades atmosféricas severas, isto é, aqueles associados a decretação de situação de emergência e estado de calamidade pública. Destes destacam-se as inundações graduais como as mais frequentes, com 1.215 episódios, seguido pelos vendavais e inundações bruscas, com 352 e 322 episódios, respectivamente.

Grande parte destes eventos calamitosos não pode ser evitada. Entretanto, podem-se identificar padrões comportamentais com o intuito de elaborar métodos preventivos para a atenuação e redução dos efeitos destrutivos dos mesmos (ALCÁNTARA-AYALA, 2002; ISDR, 2002). Por exemplo, em uma análise de risco, busca-se correlacionar a probabilidade de ocorrência de eventos futuros com a estimativa de danos potenciais.

Para a realização deste tipo de análise, Alexander (1995) comenta que é necessário obter-se um conhecimento detalhado da frequência (tempo), características (tipologia), magnitude (abrangência) e intensidade (impacto) dos fenômenos. Além disso, através da definição da vulnerabilidade local e da resposta do sistema social sob impacto, é possível gerenciar o risco com o intuito de minimizar as conseqüências adversas de um desastre natural (ISDR, 2002).

Um dos instrumentos de análise de risco mais eficientes é o mapeamento de áreas de risco. A partir deste mapa é possível elaborar medidas preventivas, planificar as situações de emergência e estabelecer ações conjuntas entre a comunidade e o poder público, com o intuito de promover a defesa permanente contra os desastres naturais. As medidas preventivas estão associadas à identificação das áreas com maior potencial de serem afetadas, onde são hierarquizados os cenários de risco e a proposição de medidas corretivas. Como exemplo, cita-se a implantação de obras de engenharia, regulamentação e controle das formas de uso da terra, redirecionamento de políticas públicas, entre outros. Para a planificação das situações de emergência, os mapas de risco também podem contribuir com as ações de caráter logístico no enfrentamento das situações emergenciais, na evacuação da população frente a um perigo eminente, nas operações de resgate, na restauração das áreas afetadas, etc. Além do mais, nas ações conjuntas entre comunidade e poder público, pode-se identificar as comunidades mais afetadas e realizar trabalhos de educação, capacitação e conscientização, visando sempre à diminuição do número

de pessoas afetadas (KOBİYAMA, 2004).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento de risco de desastres naturais para o Estado de Santa Catarina associados às instabilidades atmosféricas severas.

METODOLOGIA

Índice de risco

Einstein (1997) e Castro (2003), analisando as relações conceituais entre risco (*risk*), perigo (*hazard*) e desastre (*disaster*), comentam que o desastre é formado por um conjunto de prejuízos, produto de um perigo, derivado de um risco. Ogura e Macedo (2002) comentam que um fenômeno atmosférico extremo como um tufão (ciclone tropical), que ocorre em épocas e regiões conhecidas, é um perigo (*hazard*), uma ameaça potencial a pessoas e bens que estão em exposição (vulnerabilidade – *vulnerability*). Caso este se deslocar na direção de uma área povoada, teremos então uma situação de risco (*risk*), ou seja, existe uma possibilidade real de perdas e danos. Se o furacão atingir a área povoada, provocando danos materiais e vítimas, será denominado como um desastre natural (*natural disaster*). Caso o mesmo ocorra e não ocasione danos sócioeconômicos, será considerado como um evento natural (*natural event*).

ISDR (2002) define risco como a probabilidade de ocorrer danos (as pessoas, bens, atividades econômicas e ao meio ambiente) resultantes da interação entre os perigos naturais ou induzidos pelos homens e as condições de vulnerabilidade de um sistema social. Numa análise de risco também pode ser levada em consideração a habilidade de uma dada população em resistir e recuperar-se de um perigo natural, denominada como resposta ou resiliência (*resilience*). Assim, quanto maior for a capacidade de resposta de um sistema social, menores serão os danos e prejuízos, o que diminuiria o risco. Desta forma, a análise de risco proposta neste trabalho tem como base a equação proposta por ISDR (2002):

$$R = (P \times V)/Re, \quad (1)$$

onde, *R* é o risco; *P* é o perigo; *V* é a vulnerabilidade; e *Re* é a resposta.

UNDP (2004) propõe um indicador de risco que utiliza uma série de variáveis ambientais e socioeconômicas como indicadores de vulnerabilidade. Estes indicadores estão divididos em tipos de perigos e categorias de vulnerabilidade. Entretanto, ressalta-se que esta proposta de âmbito global de análise de risco refere-se exclusivamente a perda de vidas, em função da vulnerabilidade e da exposição física (*physical exposure*). Esta última é obtida pelo produto entre a população total e a frequência de perigos de uma determinada área.

Levando em consideração tais indicadores, a análise de risco proposta no presente trabalho visa não somente o número de pessoas mortas, mas sim o número de pessoas afetadas. Pois, conforme Herrmann (2001), os tipos desastres associados às instabilidades atmosféricas que ocorreram em Santa Catarina no período 1980-2000, apesar dos danos e prejuízos gerados, não ocasionaram um número tão elevado de vítimas fatais, mais sim de desabrigados.

No Brasil a Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC) define pessoas afetadas como o número de pessoas vitimadas, de alguma forma (desalojados, desabrigados, deslocados, mortos, feridos, etc.), em consequência de um desastre (MIN, 1999). Assim, visando fornecer um indicativo dos municípios com grau de risco de pessoas afetadas, foi proposta uma adaptação da equação (1), onde:

$$R = \frac{P * (DD + IP + PI)}{IDHM} \quad (2)$$

onde, *R* é o risco; *P* é o perigo; *DD* é a densidade demográfica; *IP* é a intensidade da pobreza; *PI* é a população idosa; e *IDHM* é o índice de desenvolvimento humano municipal. O *P* é expresso pelo número de eventos ocorridos por ano; *DD* é a razão entre a população residente total e a área do município (hab/km²); *IP* fornece o desvio entre a renda per capita média dos pobres (R\$ 75,50) em

relação ao valor da linha de pobreza; *PI* é o número de pessoas com 65 anos ou mais; e *IDHM* é obtido pela média aritmética de três sub-índices, referentes às dimensões Longevidade (IDH-Longevidade), Educação (IDH-Educação) e Renda (IDH-Renda). Assim, comparando com as equações (1) e (2), tem-se:

$$V = DD + IP + PI \quad (3)$$

$$R_e = IDHM \quad (4)$$

Ressalta-se que todas as variáveis e parâmetros foram escalonados entre 0 e 1, onde o valor mínimo é representado pelo 0 e o valor máximo pelo 1. Este escalonamento foi realizado com a seguinte equação:

$$Indice = \frac{(V_{observado} - V_{mínimo})}{(V_{máximo} - V_{mínimo})} \quad (5)$$

Índices de perigo, vulnerabilidade e resposta

a) Perigo

Para calcular o *P* foram utilizados dados de desastres naturais ocorridos nos municípios catarinenses no período 1980-2003. Este levantamento foi uma atualização do apresentado por Herrmann (2001), que foi realizado pelo Grupo de Estudos de Desastres Naturais (GEDN) da Universidade Federal de Santa Catarina junto ao Departamento Estadual de Defesa Civil (DEDC-SC).

Ressalta-se que estes eventos são somente os casos que ocasionaram danos significativos, gerando uma Situação de Emergência (SE) ou Estado de Calamidade Pública (ECP) nos municípios afetados. A SE é uma situação anormal provocada por desastre, dando origem a *prejuízos vultosos* e causando danos suportáveis (ou superáveis) pela comunidade afetada (Desastre Nível III). Já o ECP é uma situação anormal provocada por desastre, dando origem a *prejuízos muito vultosos* e causando danos dificilmente suportáveis (ou superáveis) pela comunidade afetada (Desastre Nível IV), sem ajuda externa (CASTRO, 2003).

b) Vulnerabilidade e resposta

Os dados das variáveis *DD*, *IP*, *PI* e *IDHM* utilizadas para o cálculo da vulnerabilidade e da resposta foram obtidos através do software Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (ADHB) disponibilizado gratuitamente pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em seu site na Internet (<http://www.pnud.org.br/atlas/>). Este Atlas utiliza dados dos censos de 1991 e 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Geração dos mapas

Os mapas das variáveis utilizadas na vulnerabilidade e da resposta foram gerados automaticamente através do software ADHB. Cada mapa possui 4 classes que foram definidas pelo método do Desvio Quartílico. Este método, conforme Ramos e Sanchez (2000), divide a série de dados em quatro grupos com igual número de ocorrências, cada um compreendendo 25% do total de valores. Desta forma, o fatiamento é definido quantitativamente, excluindo a subjetividade no processo de definição do limiar de corte.

Para a geração dos mapas de desastres naturais, vulnerabilidade e risco foram adotadas 4 classes: Baixa, Média, Alta e Muito Alta. Estas classes também foram fatiadas utilizando o Desvio Quartílico.

No software SPRING 4.1.1, os atributos não espaciais, como as ocorrências dos desastres, foram inseridos em um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional, onde cada entidade gráfica (município) foi ligada aos seus respectivos atributos não-espaciais armazenados em tabelas no sistema. Uma vez estabelecidas as classes, foram realizadas consultas ao banco de

dados para visualização, geração de planos temáticos e posterior geração dos mapas.

A base cartográfica estadual utilizada foi produzida pela Secretaria do Estado do Desenvolvimento Econômico e Integração do Mercosul. A base digital de Santa Catarina foi importada para o SPRING 4.1.1, onde foi criado um modelo cadastral dos municípios de Santa Catarina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise da ocorrência de desastres naturais

Para o período 1980-2003 foram registrados em Santa Catarina 3.373 desastres naturais, sendo 2.881 associados às instabilidades atmosféricas severas, o que representa 85% do total de desastres ocorridos. Entretanto, acredita-se que o número de desastres provocados por instabilidades atmosféricas é bem maior, visto que os desastres computados foram somente os de Nível III e IV. Como exemplo, analisando as ocorrências de escorregamentos em Santa Catarina, Herrmann et al. (2004) verificaram uma grande diferença entre os registros da Defesa Civil e os obtidos junto ao jornal A Notícia. Conforme citam os autores, no ano de 2001 não houve nenhum registro junto a Defesa Civil; entretanto, ao se analisar as matérias do jornal A Notícia, foram registrados 12 casos de escorregamentos.

Com relação à distribuição anual, vê-se na Figura 1 que ao longo do período 1980-2003 ocorreu um aumento gradativo do número de desastres naturais. A média de desastres naturais para este período foi de 120 eventos por ano. É importante frisar que a média saltou de 109,5 para 127,4 eventos/anos em relação aos decênios 1984-1993 e 1994-2003, respectivamente.

Entretanto, este aumento dos desastres naturais nos últimos anos não foi mais significativo devido aos picos anômalos ocorridos em 1983 e 1984 (Figura 1), onde a maioria dos municípios catarinenses foi severamente atingida pelas inundações graduais. Somente no ano de 1983, houve 197.790 desabrigados e 49 mortos, com destaque para Blumenau, com 50.000 desabrigados e 9 mortos, o que representou 29,3% da população total deste município. Esse grande desastre foi desencadeado por precipitações anômalas ocorridas na Região Sul do Brasil devido à atuação do fenômeno El Niño, considerado de forte intensidade (KOUSK et al., 1984; VOITURIEZ e JACQUES, 2000). Este fenômeno tem influenciado significativamente as ocorrências de desastres naturais no território catarinense (HERRMANN, 2001). Na Figura 1 também pode-se notar que os maiores picos de desastres (pontos quadrados) estão associados aos anos de El Niño. As únicas exceções foram 1984 e 2001 que se referem a anos de La Niña, que é a fase negativa do ENOS – El Niño Oscilação Sul.

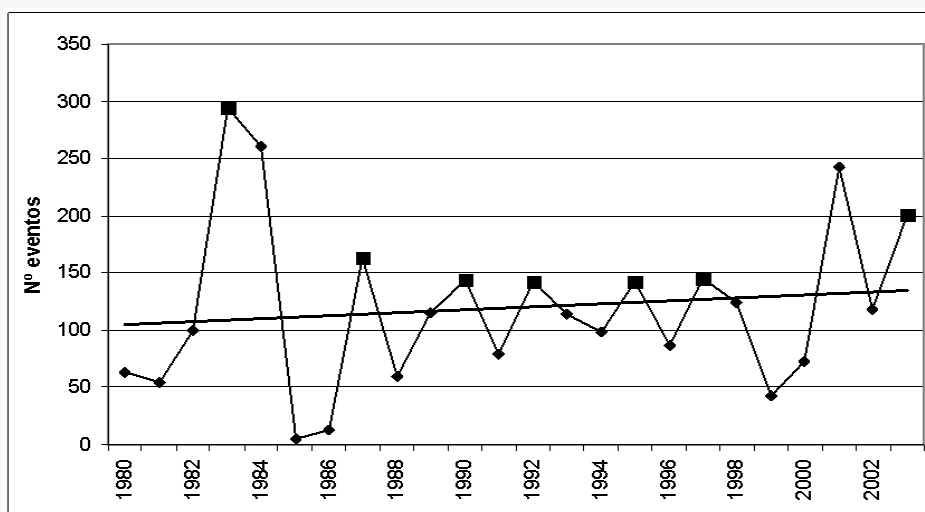


Figura 1 – Distribuição anual de desastres naturais em Santa Catarina (1980-2003).

Dentre os desastres associados às instabilidades atmosféricas severas, a inundação gradual (IG) tem predominado em relação aos demais tipos de desastres, com 1.299 casos, o que representa 45 % do total (Figura 2). As inundações bruscas (IB) e os vendavais (VE) também se destacaram, respondendo por 19 e 17 % dos desastres naturais ocorridos. Os casos de granizo (GR) foram relativamente inferiores aos demais, com 12 % das ocorrências, que somado aos escorregamentos (ES) e tornados (TO) alcançaram 18 % do total das ocorrências.

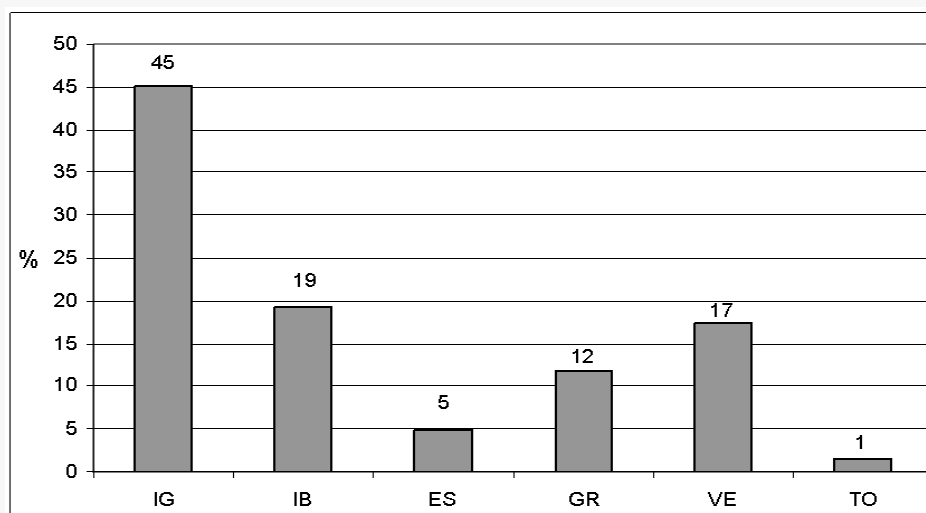


Figura 2 – Desastres naturais ocorridos em Santa Catarina associados às instabilidades atmosféricas (1980-2003).

As inundações graduais estão associadas principalmente a passagens de sistemas frontais que atuam no inverno em escala regional. Quanto à circulação atmosférica em escala global, a atuação do fenômeno El Niño também desencadeia este tipo de fenômeno em Santa Catarina. Já as inundações bruscas, granizo, vendaval e tornados ocorrem principalmente na primavera e verão associadas a intensas instabilidades atmosféricas, como os sistemas convectivos isolados, os Complexos Convectivos de Mesoescala e as frentes frias. Por sua vez, os escorregamentos podem ocorrer associados a qualquer dos sistemas atmosféricos acima citados; entretanto, estão associados principalmente à ocorrência das inundações bruscas, em função das elevadas taxas de precipitação pluviométrica (MONTEIRO e FURTADO, 1995; HERRMANN, 2001; MARCELINO, 2003; HERRMANN et al, 2004).

Com relação à distribuição espacial destes desastres naturais em Santa Catarina (Figura 3), as mesorregiões mais afetadas foram a Oeste Catarinense, Vale do Itajaí e Grande Florianópolis, o que resulta nos maiores índices de perigo. A mesorregião Oeste Catarinense é fortemente afetada pelas tempestades severas que desencadeiam elevadas taxas de precipitação, o que favorece a ocorrência de inundações bruscas, bem como eventos de vendaval, granizo e tornado. No Vale do Itajaí e Grande Florianópolis têm-se principalmente a ocorrência das inundações e escorregamentos associados as fortes chuvas, decorrentes da passagem dos sistemas frontais e da formação de sistemas convectivos, e ao relevo acidentado da vertente atlântica (MARCELINO, 2003; MARCELINO e GOERL, 2004; MARCELINO et al., 2004; HERRMANN et al, 2004). Dentre os municípios mais afetados destaca-se Blumenau, com 47 casos, seguido por Florianópolis (37), Canoinhas (36), Xanxerê (34), Chapecó (33), Anchieta (28), Ituporanga (28), Palma Sola (28), Campo Erê (25) e Joinville (25).

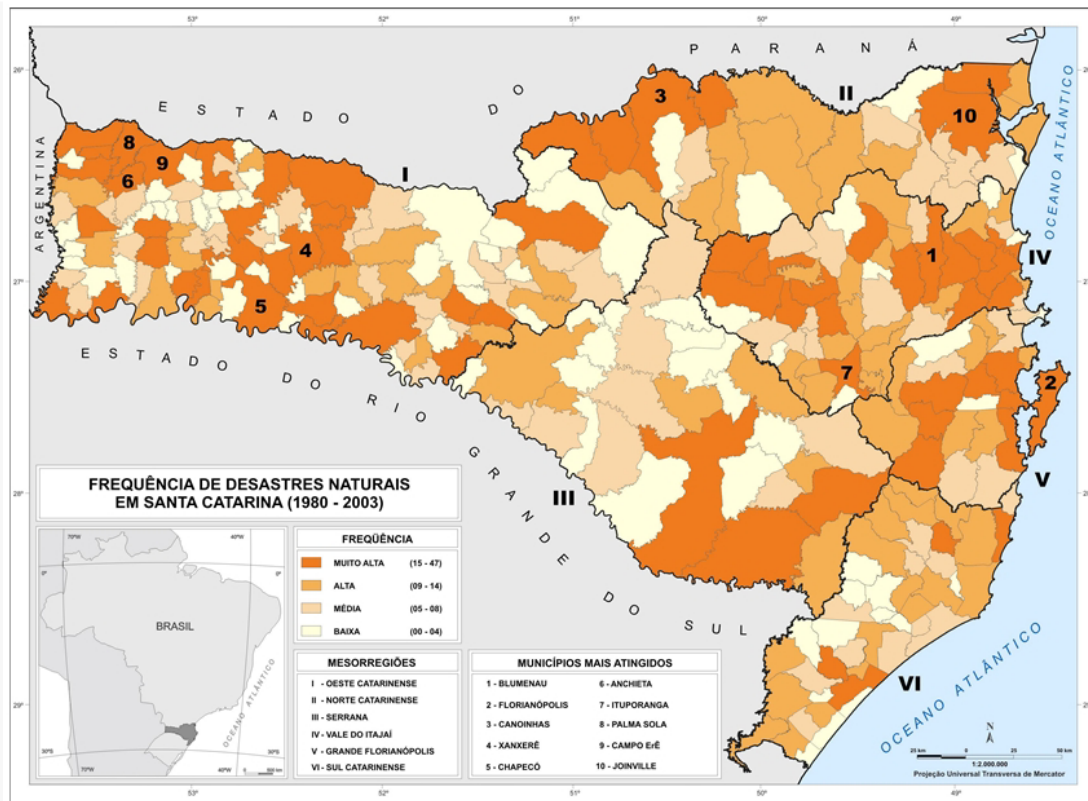


Figura 3 – Distribuição espacial dos desastres naturais em Santa Catarina (1980-2003).

Análise da vulnerabilidade

De acordo com a Figura 4, as mesorregiões Norte Catarinense e Serrana foram as que se apresentaram como as mais vulneráveis aos desastres naturais, ou seja, caso ocorra um desastre natural estas são as áreas mais propensas a terem um grande número de pessoas afetadas. Isto deve-se principalmente a variável *IP*, que está relacionada principalmente a renda insuficiente da população, ou seja, consideradas sem renda suficiente para garantir a sua própria alimentação. Salienta-se que esta problemática é significativamente mais grave nas áreas rurais do que nas áreas urbanas. Por exemplo, na região de Lages, as famílias com renda insuficiente na área rural correspondem a 30% contra 15% na área urbana (BORCHARDT, 2003). Além disso, também verificou-se nestas mesorregiões a existência de muitos municípios com elevado número de pessoas idosas, principalmente na Norte Catarinense.

Alguns municípios litorâneos também apresentaram elevados índices de vulnerabilidade, que estão correlacionados principalmente com a elevada densidade demográfica e a grande presença de pessoas idosas. Os municípios que apresentaram as maiores densidades demográficas estão localizados na zona costeira, que representa 65% da população catarinense. Nesta região desenvolvem-se atividades relacionadas principalmente ao turismo e às indústrias de tecido e cerâmica (ICEPA/SC, 2002). Dentre estes destaca-se Balneário Camboriú, com 1.579 hab./km², seguido por São José (1.473), Criciúma (810,8), Florianópolis (760,1) e Blumenau (513,2). Também é importante comentar que nos municípios catarinenses o número de pessoas idosas é altamente correlacionado à população urbana (97%), como mostrado na Figura 5. Dessa forma, conforme a população urbana aumenta, maior será a população idosa.

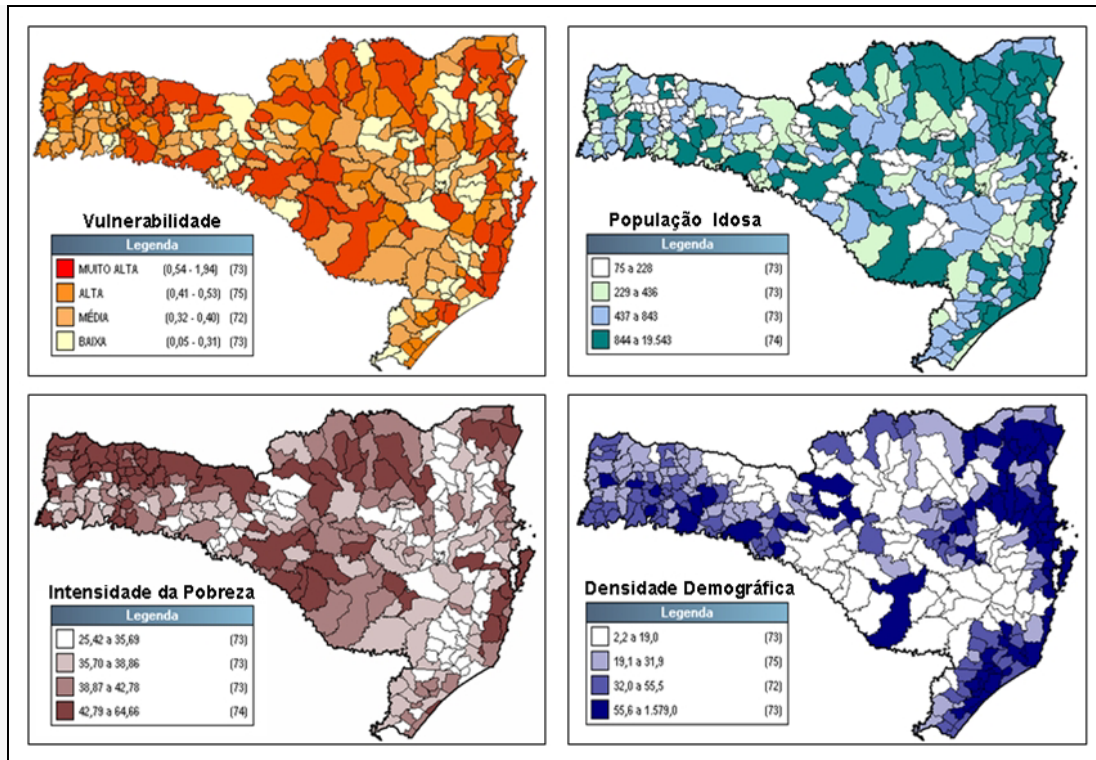


Figura 4 – Mapa da vulnerabilidade, da População Idosa, da Intensidade da Pobreza e da Densidade Demográfica de Santa Catarina.

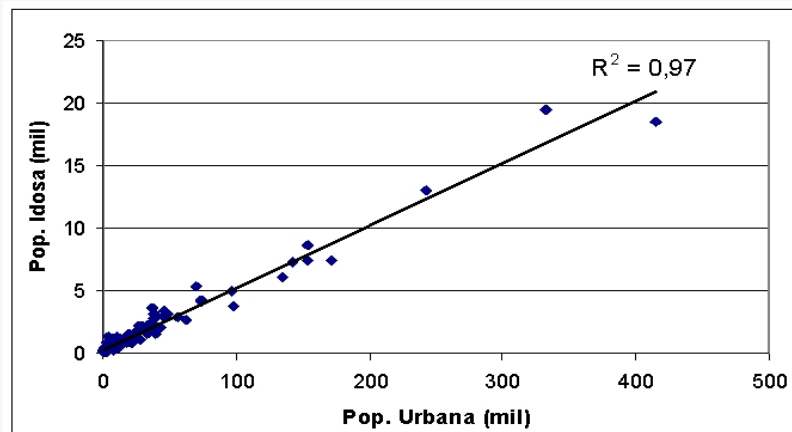


Figura 5 – Correlação entre a população urbana e a idosa para os municípios catarinenses.

Análise da resposta

Com base na Figura 6, pode-se notar que a maioria dos municípios que apresentam os maiores índices de *IDHM* concentra-se principalmente na costa catarinense, com destaque para as mesorregiões Grande Florianópolis, Vale do Itajaí e porção leste da Norte Catarinense. Os municípios que apresentaram os melhores índices foi Florianópolis (0,875), Balneário Camboriú (0,867), Joaçaba (0,866), Joinville (0,857) e Luzerna (0,855). Vale destacar que apesar da

similaridade visual entre os mapas, o IDH-Longevidade apresentou uma baixa correlação com o *IDHM* e com os demais índices. Enquanto que o IDH-Renda foi o que apresentou a melhor correlação com o *IDHM*, chegando a 0,80.

Apesar de existirem alguns municípios com elevados índices na porção sul da mesorregião Oeste Catarinense, não foi suficiente para destacar esta parte do território catarinense em sua totalidade. Já a mesorregião Serrana e a porção oeste da Norte Catarinense foram as áreas que apresentaram os piores índices de *IDHM*, como já refletido na Figura 4.

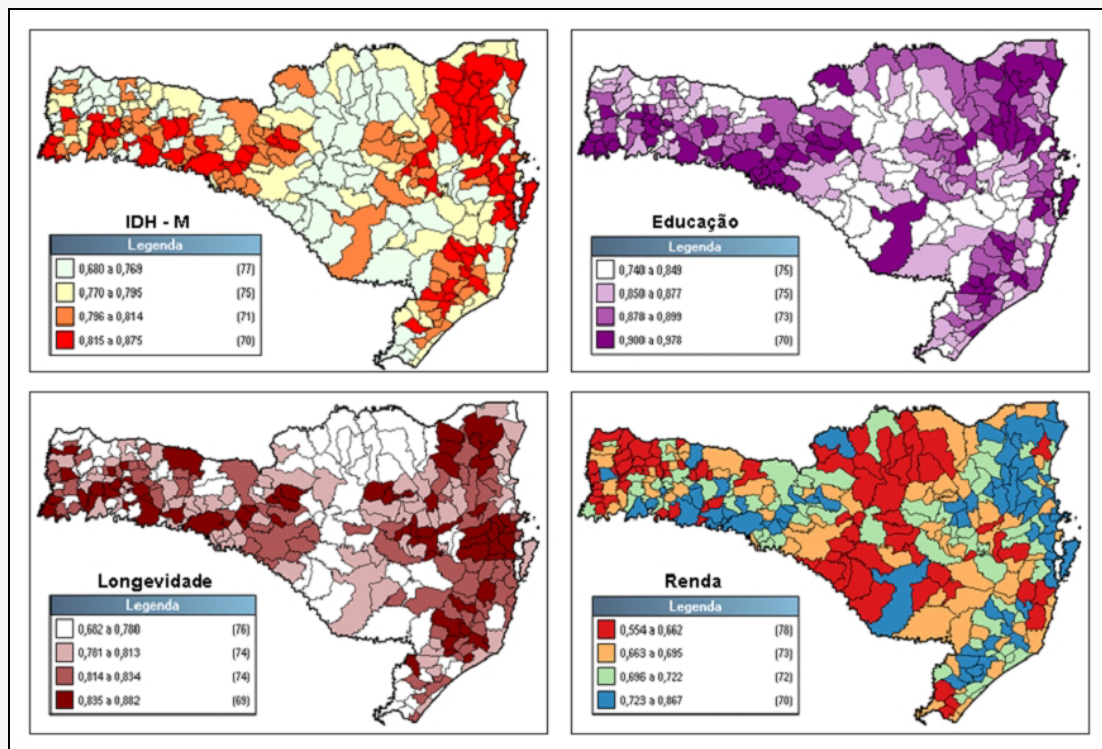


Figura 6 – Mapa do IDH-Municipal (resposta), IDH-Educação, IDH-Longevidade e IDH-Renda do Estado de Santa Catarina.

Análise do risco

Realizando uma análise comparativa entre os diversos índices utilizados para a elaboração do mapa de risco, verificou-se que o índice de perigo foi o que mais influenciou no resultado final (Figura 7), apresentando uma correlação de 0,60, seguido pelo índice de vulnerabilidade, com 0,51. Entretanto, destaca-se que entre estes dois índices a correlação foi extremamente baixa, praticamente nula (0,08), indicando que as variáveis utilizadas no processo de construção do índice de risco não são tendenciosas.

Apesar da similaridade visual entre algumas variáveis do índice de resposta (*IDHM*) e o de vulnerabilidade (Figuras 4 e 6), o que indicaria uma certa tendência, acredita-se que pouco influenciou no resultado final, visto que a maior correlação encontrada foi 0,24 (não significativa) entre as variáveis *IP* e IDH-Renda. Entretanto, dos índices utilizados o que menos afetou o resultado final foi o da resposta (*IDHM*), apresentando uma correlação praticamente nula (0,06). Isto indica que em estudos futuros devem ser revistas as variáveis utilizadas no índice de risco, ou

mesmo acrescentadas novas variáveis. Outra hipótese a ser testada é a adoção de pesos para que todos os índices apresentem um comportamento adequado, isto é, coeficientes de correlação semelhantes.

A adoção do *IDHM* como índice de resposta está vinculado com a capacidade de um município propor, discutir e absorver, através de campanhas de educação ambiental, métodos de prevenção de desastres naturais. Isto reflete também a possibilidade de uma comunidade estar preparada para aprender lições com as experiências vividas por ela e por outras comunidades. Com relação ao IDH-Renda, quanto maior o índice de resposta, maior é a possibilidade do município preparar-se e recuperar-se do impacto de um fenômeno natural extremo como as inundações.

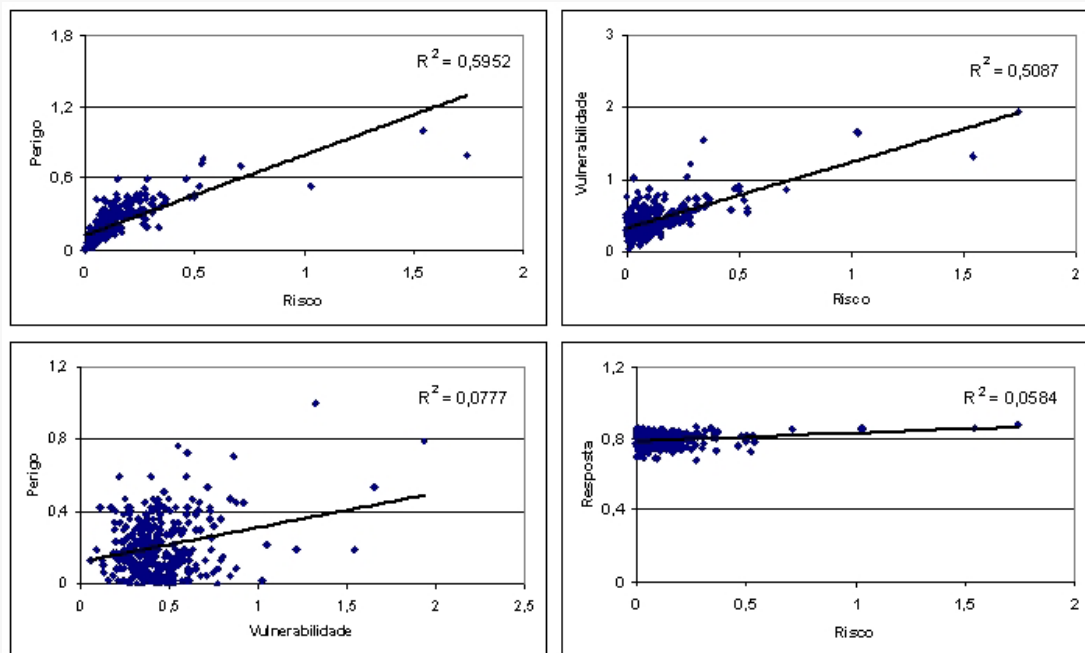


Figura 7 – Correlação entre os índices utilizados na análise do risco.

Na Figura 8 é apresentado o mapa de risco de desastres naturais, onde verifica-se que os municípios mais problemáticos, que estão inseridos na classe Muito Alto, estão localizados na porção oeste das mesorregiões Oeste e Norte Catarinense. Na zona costeira também encontram-se diversos municípios, principalmente na porção leste do Vale do Itajaí, e no litoral das demais mesorregiões do estado. Dentre os municípios que apresentaram maior índice de risco, destaca-se Florianópolis, com 1,74, seguido por Blumenau (1,54), São José do Cedro (1,03), Joinville (1,03) e Chapecó (0,71). Os índices de risco dos demais municípios da classe Muito Alto estão abaixo de 0,53. Com exceção de São José dos Cedros, os demais municípios destacaram-se principalmente devido a elevada densidade demográfica e freqüência de desastres naturais, o que indica a necessidade de estabelecimento urgente de medidas não-estruturais, como a implantação de sistema de monitoramento e alerta de tempestades severas, identificação das áreas mais seguras no município para a instalação de abrigos, elaboração de planos de evacuação e campanhas educativas sobre o que fazer antes, durante e depois de um desastre natural (KOBİYAMA, 2004).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No total foram computados 2.881 desastres naturais associados a instabilidades atmosféricas, o que representa uma freqüência de 120 casos por ano. Destes episódios, 1.299 foram associados a inundação gradual, o que representa 45 % do total, seguida pela inundação brusca e vendaval com 19 e 17%, respectivamente. As mesorregiões mais afetadas foram a Oeste Catarinense, Vale

do Itajaí e Grande Florianópolis, o que resultou nas áreas com maiores índices de perigo.

As mesorregiões Norte Catarinense e Serrana foram as que apresentaram maior número de municípios com elevados índices de vulnerabilidade e com os piores índices de reposta. Com relação ao índice de risco, a porção oeste das mesorregiões Oeste e Norte Catarinense foram as áreas do estado onde estão localizados os municípios mais problemáticos, que carecem de medidas preventivas a curto prazo.

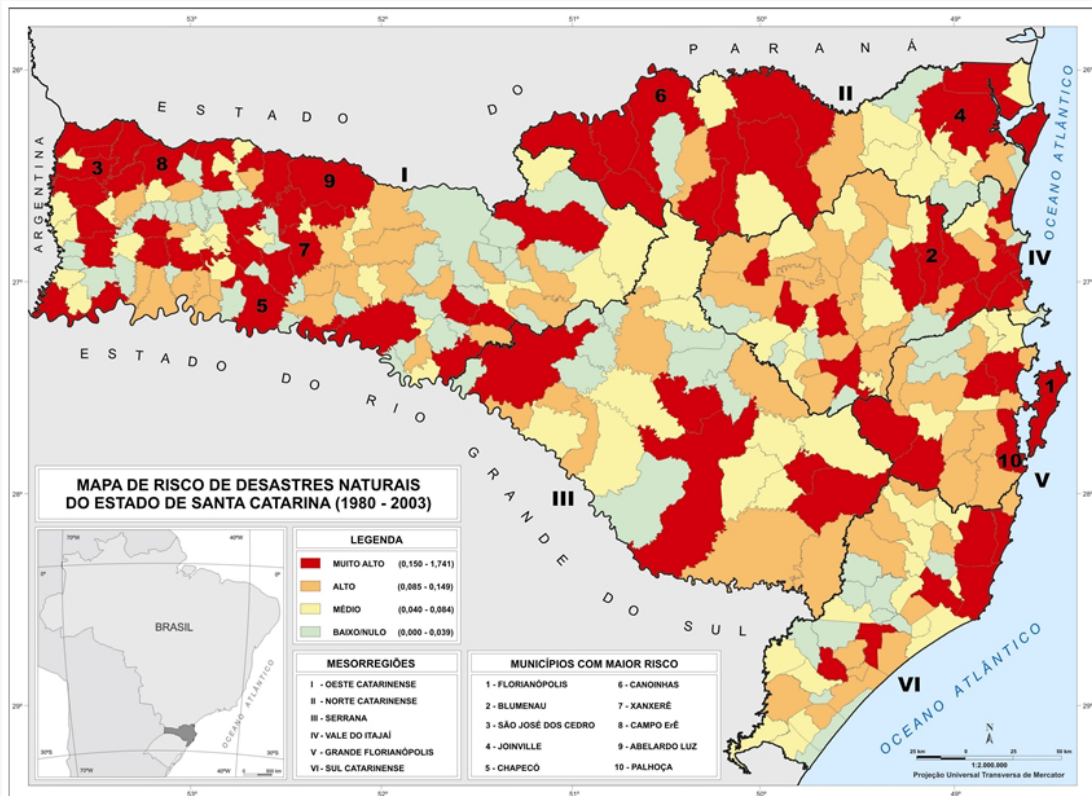


Figura 8 – Mapa de risco de desastres naturais do Estado de Santa Catarina.

Associando o conhecimento do perigo, da vulnerabilidade e da resposta do sistema social aos desastres naturais, como elementos chaves na equação de risco, é possível capacitar as comunidades para enfrentar, resistir e recuperar-se de um desastre natural, através de medidas preventivas e políticas públicas, que visem principalmente diminuir o número de pessoas afetadas. Além disso, cabe ao poder público aplicar e fiscalizar as diretrizes já existentes com respeito ao ordenamento territorial, planejamento urbano, plano diretor, zoneamento ambiental e Defesa Civil.

Em estudos futuros devem ser realizados novos testes com estas e outras variáveis, como também testar a adoção de pesos, para que se obtenha um comportamento mais adequado dos índices, isto é, apresentando coeficientes de correlação semelhantes.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Grupo de Estudos de Desastres Naturais (GEDN) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pelo fornecimento dos dados de desastres naturais utilizado no presente artigo.

REFERÊNCIAS

- ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology**, v. 47, n. 2-4, p. 107–124, Out. 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.
- BERZ, W.; KRON, G.; LOSTER, T.; RAUCH, E.; SCHIMETSCHKE, J.; SCHMIEDER, J.; SIEBERT, A.; SMOLKA, A.; WIRTZ, A. World map of natural hazards – a global view of the distribution and intensity of significant exposures. **Natural Hazards**, 23, 443–465, 2001.
- BORCHARDT, I. **Diagnóstico da exclusão social em Santa Catarina**: mapa da fome. Florianópolis : SDS/Instituto Cepa/SC, 2003. 235p.
- CASTRO, A. L. C. **Manual de desastres**: desastres naturais. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174 p.
- EASTERLING, D. R.; MEEHL, G. A.; PARMESAN, C.; CHANGNON, S. A.; KARL, T. R.; MEARNES, L. O. Climate extremes: observations, modeling, and impacts. **Science**, v. 289, 2068-2074, 2000.
- EINSTEIN, H. H. Landslide risk - systematic approaches to assessment and management. In: CRUDEN, D. M.; FELL, R. (Ed.) **Landslide risk assessment**. Rotterdam: Balkema, 1997. p. 25-50.
- EM-DAT. **The OFDA/CRED International Disaster Database**. [on line] <<http://www.em-dat.net/>>. Visitado em 30 out. 2004.
- HERRMANN, M. L. P. **Levantamento dos desastres naturais ocorridos em Santa Catarina no período de 1980 a 2000**. Florianópolis: IOESC, 2001. 89 p.
- HERRMANN, M. L. P.; PELLERIN, J. R. G. M.; SAITO, S. M. Análise das ocorrências de escorregamentos no Estado de Santa Catarina com base nos formulários de Avaliação de Danos da Defesa Civil – 1980 a 2003. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. (CD-ROM).
- ICEPA/SC - INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. **Avaliação do valor bruto da produção agropecuária nas microrregiões geográficas de Santa Catarina**: 2000-2001. Florianópolis: SDS/Instituto Cepa/SC, 2002. 32 p.
- ISDR - INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. **Living with risk**: a global review of disaster reduction initiatives. Preliminary version. Geneva, Switzerland: UN/ISDR, 2002.
- KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F. **Introdução à prevenção de desastres naturais**. Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. 57 p.
- KOUSK, V. E.; KAGANO, M. T.; CAVALCANTI, I. F. A. A review of the Southern Oscillation: oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. **Tellus**, 36A, p. 490-504, 1984.
- LIGHTHILL, J.; HOLLAND, G.; GRAY, W.; LANDSEA, C.; CRAIG, G.; EVANS, J.; KURIHARA, Y.; GUARD, C. Global climate change and tropical cyclones. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 75, n. 11, 2147-2157, 1994.
- MARCELINO, E. V.; GOERL, R. F. 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. (CD-ROM).
- MARCELINO, I. P. V. O. **Análise de episódios de tornados em Santa Catarina**: caracterização sinótica e mineração de dados. São José dos Campos. 214 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003.

MARCELINO, I. P. V. O.; MENDONÇA, M.; RUDORFF, F. M. Ocorrências de granizo no Estado de Santa Catarina. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. (CD-ROM).

MCBEAN, G. Climate change and extreme weather: a basis for action. **Natural Hazards**, 31, 177–190, 2004.

MET OFFICE. **Catarina hits Brazil**: South Atlantic Hurricane breaks all the rules. [on line] <<http://www.metoffice.com/sec2/sec2cyclone/catarina.html>> Visitado em 30 out. 2004.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Secretaria de Defesa Civil. **Manual para a decretação de situação de emergência ou de estado de calamidade pública**. Brasília: MIN, 1999.

MONTEIRO, M. A.; FURTADO, S. M. A. O clima do trecho Florianópolis – Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. **Geosul**, v. 10, n. 19/20, 1995. p. 117-133.

NICHOLLS, N. Atmospheric and climatic hazards: improved monitoring and prediction for disaster mitigation. **Natural Hazards**, 23, 137–155, 2001.

OGURA, A.; MACEDO, E. S. Procesos y riesgos geológicos. In: **II Curso internacional de aspectos geológicos de protección ambiental**: notas de clases. Montevideo: UNESCO, 2002. Cap. 8, p. 114-137.

RAMOS, C. S.; SANCHEZ, M. C. Estudo metodológico de classificação de dados para cartografia temática. **Geografia**, v. 25, n. 2, p. 23-52, 2000.

SINCLAIR, M. R.; WATTERSON, I. G. Objective assessment of extratropical weather systems in simulated climates. **Journal of Climate**, v. 12, 3467-3485, 1999.

SMITH, K. **Environmental hazards**: assessing risk. Florence, USA: Routledge, 2000. 352 p.

UNDP – UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Reducing disaster risk**: a challenge for development. New York, USA: UNDP, 2004. 129 p.

VOITURIEZ, B.; JACQUES, G. **El Niño**: fact and fiction. Paris, France: IOC Ocean Forum/UNESCO Publishing, 2000.