

# ESTUDO DE CASO DA VULNERABILIDADE À OCUPAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU (SC-BRASIL) COM APLICAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)<sup>1</sup>

CRISTIANE MANSUR DE MORAES SOUZA<sup>2</sup>

GILBERTO FRIEDENREICH DOS SANTOS<sup>3</sup>

LUCAS DA SILVA RUDOLPHO<sup>4</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

Blumenau, (SC/Brasil) um município características físico-naturais ambientalmente sensíveis, tem como principal elemento natural o Rio Itajaí-Açú que atravessa a cidade no sentido Oeste-Leste, periodicamente afetado por inundações. O tema do presente artigo toma relevância pela catástrofe socioambiental de novembro/ 2008, que provou deslizamentos, cheias e enxurradas atingindo grande parte do município.

A expansão urbana da cidade iniciou-se pelo sul em função da abundante energia hidráulica, atualmente o adensamento dessa área encontra-se com sérias limitações pela topografia acidentada e remanescente cobertura florestal de mata atlântica.

A segunda revisão do Plano Diretor, elaborada pelo IPPUB (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Blumenau) e aprovada em 1996, regulamentou um aumento às restrições ao adensamento na região central (área de consolidação urbana), diminuiu o perímetro urbano no sul e zoneou a área de ampliação do perímetro urbano no norte, visto que identificou o potencial da área norte do município como a porção da cidade mais propícia para urbanização. Desta ampliação resultou a expansão urbana sobre a área rural em cinco bairros do norte, dentre eles o bairro Itoupava Central, que compreende nossa área de estudo que teve sua área urbana ampliada de 16,4 km<sup>2</sup> para 46,74 km<sup>2</sup>. Fato este que justifica Esta pesquisa propõe algumas etapas de Avaliação Ambiental Estratégica para o Bairro Itoupava Central, como forma de introduzir questões ambientais no processo de planejamento.

Podemos citar como exemplo o trabalho realizado por Sakamoto (2006), que adota alguns procedimentos de avaliação ambiental o qual denomina Avaliação de Vulnerabilidade Ambiental (AVA), para indicar diretrizes que minimizem os impactos ambientais, através da elaboração de mapeamentos dos aspectos físico-naturais das áreas degradadas em decorrência do uso inadequado do solo em áreas rurais e urbanas. Um dos objetivos de Sakamoto (2006) é planejar para proporcionar a melhoria da qualidade sócio-ambiental. As avaliações de áreas vulneráveis à ocupação urbana são uma ferramenta muito importante para a elaboração e atualização de novas informações a respeito das características ambientais dos municípios, além de auxiliarem em ações multidisciplinares, que poderão dar subsídios à planos diretores municipais. Neste sentido, o diagnóstico vem como uma tentativa importante para criação de instrumentos que contribuam para o planejamento do município (SAKAMOTO, 2006).

---

<sup>1</sup> Este artigo resulta de pesquisa financiada pelo FAPESC, com auxílio de alunos de iniciação científica.

<sup>2</sup> Arquiteta e Urbanista, Professora Permanente do programa de pós-graduação em desenvolvimento Regional e do curso de arquitetura e urbanismo, Universidade Regional de Blumenau-FURB/ Blumenau (SC/Brasil). cristianemansur@terra.com.br

<sup>3</sup> Geógrafo, Professor do Curso de História da Universidade Regional de Blumenau- FURB, Blumenau SC/Brasil). frieden@furb.br

<sup>4</sup> Acadêmico do curso de arquitetura e urbanismo, financiado pelo programa PIPE- artigo 170 de iniciação científica do governo do Estado de Santa Catarina, Universidade Regional de Blumenau-FURB/ Blumenau (SC/Brasil). lucarudolpho@yahoo.com.br

Não há como impedir a atividade de ocupação urbana, porém, é possível estabelecer critérios para que o processo de expansão urbana ocorra de forma responsável e consciente.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

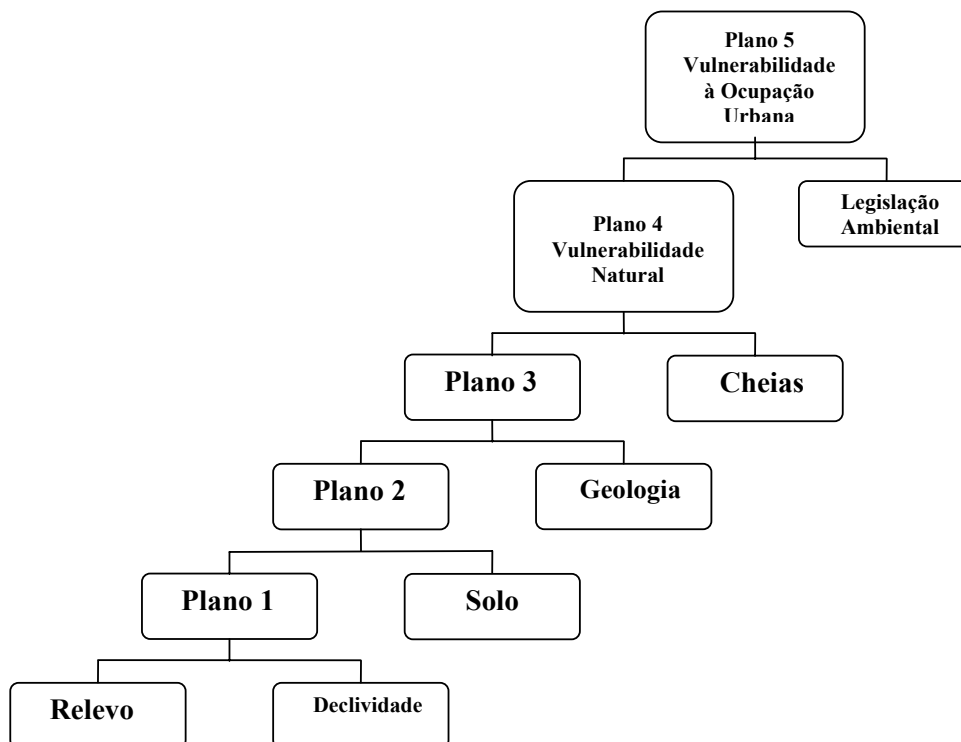
### 2.1 Estudo e Elaboração do Mapa Temático de Vulnerabilidade à Ocupação Urbana

O Mapa de Vulnerabilidade à Ocupação Urbana representa a predisposição de um ambiente, em sofrer danos quando exposto a um fenômeno físico de origem natural ou antrópica. Conhecemos o exemplo de Menegat (1998) na elaboração de mapas de vulnerabilidade à ocupação urbana que cruza os dados relativos à geologia, pedologia, suscetibilidade à erosão laminar, relevo e vegetação, usando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. As experiências de Menegat (1998) identificaram áreas com restrição ao uso urbano, estabelecendo padrões de ocupação que consideram parâmetros como substrato geológico, tipo de solo e declividades predominantes.

O Mapa Temático de Vulnerabilidade Natural (Carta 09) foi obtido a partir dos cruzamentos entre os mapas de: Declividade, Geologia, Solos, Formas de Relevo e Cheias, respectivamente. Esses mapas foram submetidos ao Sistema de Informação Geográfica (SIG) para manipulação dos dados. Por fim, a partir do Mapa Temático de Vulnerabilidade Natural juntamente com o Mapa Temático de Legislação Ambiental, conseguiu-se chegar ao principal objetivo: gerar o Mapa de Vulnerabilidade à Ocupação Urbana.

Os cruzamentos foram elaborados no programa ArcGIS versão 8.3, feitos de dois em dois, resultando em cinco planos como pode ser genericamente resumido no seguinte fluxograma (figura 1):

**Figura 1:** Fluxograma da metodologia dos cruzamentos dos mapas.



Fonte: Resultados desta pesquisa.

As informações dos mapas temáticos são cruzadas resultando em um produto cartográfico síntese (planos), que classifica e qualifica a área estudada em diferentes graus de vulnerabilidade (alta, média e baixa). As tabelas a seguir demonstram a metodologia dos cruzamentos que resultam no Mapa de Vulnerabilidade Natural (cruzamento dos mapas do meio físico) e no Mapa de Vulnerabilidade à Ocupação Urbana (cruzamento dos mapas do meio físico X Mapa de Legislação Ambiental).

**Tabela 2:** Plano 1 - Carta de Vulnerabilidade Natural de Formas de Relevo X Declividade

Vulnerabilidade	Relevo	Características Hidromorfodinâmicas	Declividade
Baixa	PI	Circulação superficial de água se dá pelos leitos fluviais. Entretanto, no verão e primavera sobretudo nos episódios mais intensos de chuvas ocorrem as inundações causando erosões em alguns pontos e sedimentação de materiais finos na superfície plana. Áreas instáveis e com riscos em pontos muito localizados (PI) pela erosão das margens fluviais com ausência de mata ciliar.	0 a 5% 5 a 15% 15 a 30% Acima de 30%
Média	Vc		0 a 5% 5 a 15% 15 a 30%
	Vcc		0 a 5% 5 a 15% 15 a 30%
	Tc	Tendência maior para infiltrações; percolação da água nos horizontes do solo;	0 a 5% 5 a 15% 15 a 30% Acima de 30%
	Vpp		0 a 5% 5 a 15% 15 a 30% Acima de 30%
	Vr		0 a 5% 5 a 15% 15 a 30%
Alta	Vc	Tendência ao escoamento superficial e à infiltração (quando houver cobertura florestal); migração de materiais finos; tendência à erosão e aos movimentos de massa; erosão química e lixiviação; frágil a cortes e aterros. O potencial para escorregamentos é menor, entretanto cortes profundos não são recomendáveis.	Acima de 30%
	Vcc	Forte concentração de água por escoamento superficial e sub-superficial (percolação); forte concentração de detritos finos transportados via escoamento superficial; tendência ao espessamento do manto de alteração; tendência a processos vigorosos de erosão linear quando desprotegidos da cobertura vegetal; segmentos de vertentes muito frágeis a cortes e aterros.	Acima de 30%
	Vr		Acima de 30%
	CI	Forte concentração de água por escoamento superficial e sub-superficial (percolação); tendência a processos vigorosos de erosão linear quando desprotegidos da cobertura vegetal; segmentos de vertentes muito frágeis a cortes e aterros.	0 a 5% 5 a 15% 15 a 30% Acima de 30%

Fonte: Adaptado de Ross, 1998.

Depois da classificação de cada mapa baseado no seu grau de fragilidade, as informações dos mapas temáticas são cruzadas resultando em um produto cartográfico síntese

(planos), que classifica e qualifica a área estudada em diferentes graus de vulnerabilidade (alta, média e baixa).<sup>i</sup>

**Tabela 3:** Plano 5 - Carta de Vulnerabilidade à Ocupação Urbana = (Formas de Relevo X Declividade X Solo X Geologia X Cheias) X Legislação Ambiental

Vulnerabilidade	Plano 4	Legislação Ambiental (APP)
Baixa	Baixa	Sem restrições com
Média	Média	
Alta	Baixa Média	<p><b>50m ao redor de nascentes</b> – Código Florestal, Lei nº 4771 de 15/09/1965 – Art. 2º, inciso 2; CONAMA nº 303/2002 - Art. 3º, inciso II;</p> <p><b>Declividade superior a 45º, equivalente a 100% na linha de maior declive</b> – Código Florestal, Lei nº 4771 de 15/09/1965 – Art. 2º, alínea e; CONAMA nº 303/2002 - Art. 3º, inciso VII;</p> <p><b>Faixa marginal de 30m ao redor de lagoas</b> - CONAMA nº 303/2002 - Art. 3º, inciso III, alínea a;</p> <p><b>Nos topos de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base</b> - CONAMA nº 303/2002 - Art. 3º, inciso V;</p> <p><b>Faixa marginal dos cursos d'água de 5m para bacia até 1Km², de 12m para bacia com área entre 1,1 e 5Km², de 16m para bacia com área entre 5,1 e 125Km² e de 20m para bacia com mais de 125 Km²</b> - Plano Diretor 1996 de Blumenau, Lei Complementar nº 142 do Código de Diretrizes Urbanísticas;</p>
	Alta	Alta

Fonte: BRASIL, 2002. Adaptado por Lucas da Silva Rudolpho

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o Plano 5 (Carta Temática de Vulnerabilidade à Ocupação Urbana, resultado do cruzamento Plano 04 x Legislação Ambiental) o recorte estudado apresenta 10% de sua área com vulnerabilidade baixa. Esta é a melhor classe para a ocupação e onde se encontram hoje a maioria das ocupações de toda a área. Identificamos nesta classe, a partir desta metodologia, áreas de planície, com zona de inundação até 15 metros e de 15,46 até 17 metros.

As áreas com vulnerabilidade média ocupam 25% do recorte. É caracterizada por vertentes convexas, vertentes côncavas e vertentes retilíneas com declividade de 0 a 30%; e vertentes de patamar plano.

A alta vulnerabilidade é a classe mais restrita à ocupação, com 65% de área, apresentando vertentes convexas com declividade acima de 30%, com tendência ao escoamento superficial, à infiltração (quando houver cobertura florestal), à erosão e aos deslizamentos, sendo frágil a cortes e aterros. As vertentes côncavas com declividade acima de 30% e os colos também estão inseridos na alta vulnerabilidade, possuindo forte concentração de água por escoamento superficial e sub-superficial. Estes apresentam tendência à deslizamentos quando desprotegidos da cobertura vegetal, tendo também segmentos de vertentes muito frágeis a cortes e aterros; vertentes retilíneas com declividade acima de 30%.

A alta vulnerabilidade também compreende as restrições à ocupação urbana determinadas pela legislação ambiental, que são:

- 50m ao redor de nascentes;
- declividade superior a 45°;
- equivalente a 100% na linha de maior declive;
- faixa marginal de 30m ao redor de lagoas;
- nos topos de morros e montanhas;
- em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base;

#### **4. CONCLUSÃO**

Podemos concluir que de todo o recorte, apenas 10% está adequado à ocupação urbana. As áreas consideradas adequadas estão classificadas como de vulnerabilidade baixa e compreendem planície e não inundáveis. As áreas de vulnerabilidade média foram encontradas em 25% do recorte. As mesmas são caracterizadas por vertentes convexas, vertentes côncavas e vertentes retilíneas com declividade de 0 a 30%; e vertentes de patamar plano. A alta vulnerabilidade é a classe mais restrita à ocupação, abrange 65% da área de todo o recorte. Nela encontram-se topos de morros, colos, vertentes convexas, côncavas e retilíneas com declividade acima de 30%.

As limitações deste artigo resultam de etapas ainda em elaboração desta pesquisa. As etapas em andamento são condicionantes de clima e classificação de uso e ocupação do solo, através da interpretação de imagem de alta resolução espectral como parte do cenário atual em elaboração, que deverão ser agregados às informações presentes, num próximo artigo.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BRASIL. Constituição federal (1988). **Coletânea de legislação de direito ambiental**. Organizadora: Odete Medauar. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002. 766 p.

IPPUB (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Blumenau). **Plano diretor físico territorial urbano**. Blumenau: Prefeitura Municipal, 1996.

MANSUR de M. S., C. **Avaliação ambiental estratégica como subsídio para o planejamento urbano**. 323 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - UFSC, Florianópolis, 2003.

MENEGAT, R. (org). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

ROSS, J. L. S. Relevo e impactos ambientais. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio Ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998c

SAKAMOTO, A.Y. *et al.* **Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental do município de Ponta Porã – MS**. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2006, Goiânia. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia. Anais... V. II CD-ROM.

---

<sup>i</sup> As tabelas dos Planos: Plano 2 - Carta de Vulnerabilidade Natural de (Formas de Relevo x Declividade) X Solo; Plano 3 - Carta de Vulnerabilidade Natural de (Formas de Relevo x Declividade X Solo) X Geologia; Plano 4 - Carta de Vulnerabilidade Natural de (Formas de Relevo X Declividade X Solo X Geologia) X Cheias, foram suprimidas deste texto por motivo de espaço.