



VULNERABILIDADE A DESLIZAMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE PORTO BELO, SANTA CATARINA

Felipe da Silva Valente ¹
Audrey Amorim Corrêa ²

RESUMO

As atividades antrópicas são as principais causas para as constantes transformações dos espaços naturais, como a ocupação do território e a utilização dos recursos naturais. Os mapas de vulnerabilidade e susceptibilidade ambiental constituem instrumentos de extrema relevância para mensurar a fragilidade de sistemas ambientais perante determinadas situações e desenvolver medidas mitigadoras visando a redução de possíveis impactos negativos. Pensando nisso, o presente trabalho visa apresentar um mapa de vulnerabilidade ambiental à deslizamentos gravitacionais de massa do município de Porto Belo-SC elaborado a partir de um sistema de informação geográfica. A metodologia foi baseada em Crepani et al. (2001) e para aplicação do índice de vulnerabilidade ambiental da paisagem do município foram considerados os dados disponíveis das características de Geologia, Uso do solo, Declividade, Solos e Precipitação. Com o modelo produzido, a área de estudo foi diagnosticada como de alta vulnerabilidade a deslizamentos gravitacionais de massa. Isto revela a suscetibilidade da ocorrência de processos erosivos, considerando-se as características topográficas e naturais, assim como as intervenções antrópicas no meio ambiente. Desta forma, torna-se evidente a tendência da perda da qualidade ambiental no município, destacando a vulnerabilidade de grau moderado a muito alto.

Palavras-chave: Vulnerabilidade Ambiental, Geoprocessamento, Suscetibilidade Ambiental.

INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas são as principais causas para as constantes transformações dos espaços naturais, como a ocupação do território e a utilização dos recursos naturais (LOPES, 2008). As ações humanas visando o desenvolvimento econômico resultam em impactos antagônicos tanto para o funcionamento dos ecossistemas quanto para os seres humanos (CORRÊA, 2003). Esta realidade demonstra a importância de um planejamento adequado do território, tendo como objetivo a melhoria da qualidade ambiental e urbana, no qual as funcionalidades ambientais sejam valorizadas de forma significativa (PICKETT et al., 2001).

O geoprocessamento é uma ferramenta de manipulação de dados espaciais georreferenciados de sistemas de informação geográficas em sistemas computadorizados (CÂMARA; ORTIZ, 1993) que constituem recursos metodológicos e técnicos para a leitura de informações de um determinado espaço (SANTOS, 1997). A possibilidade de analisar

¹ Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI. Mestrando do Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, fvalente@edu.univali.br;

² Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade do Sul de Santa Catarina, UNISUL. Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade do Sul de Santa Catarina, UNISUL. Doutoranda do Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, audreyamorimcorrea@gmail.com;



determinada área sob diversos aspectos através do geoprocessamento pode fornecer informações valiosas sobre os ambientes.

Todas as áreas do planeta apresentam alguma exposição a riscos ambientais, e a vulnerabilidade de ambientes e de pessoas é um fenômeno complexo e relevante para o Planejamento Territorial, já que alterações nos ecossistemas constituem grande probabilidade de danos ao bem-estar dos seres vivos (KASPERSON et al, 2005). A vulnerabilidade pode ser entendida como “uma categoria de análise espacial onde se articula os fatores de risco e as formas de degradação ambiental, mediante a situação de pobreza e de privação social” (ALVES, 2005).

Para Figueiredo et al. (2007), a vulnerabilidade está relacionada com a susceptibilidade de uma área em sofrer danos quando submetida a uma determinada ação. O mapeamento de impactos ambientais pode ser considerado uma espacialização constituída de um processo de formação e distribuição espacial, temporal e social diferenciado dos impactos ambientais (COELHO, 2010).

A partir do cruzamento de variáveis ambientais como declividade, tipo de solo, geologia, precipitação e uso do solo com modelos computacionais aplicados ao estudo da fragilidade para fins de ordenamento territorial, obtêm-se mapeamentos temáticos da área de estudo classificada segundo uma escala de fragilidade ambiental (JAIN; GOEL, 2002). Modelos qualitativos empíricos também são empregados na análise da fragilidade ambiental para avaliação de fenômeno como erosão, podendo fundamentar-se na experiência de especialistas.

Crepani et al. (2001) desenvolveu uma metodologia de mapeamento de vulnerabilidade baseado no conceito de Ecodinâmica para estudos integrados de imagens de satélite de visão holística da paisagem para elaboração de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), que integra o desenvolvimento econômico e a conservação dos recursos naturais por meio da identificação de áreas vulneráveis.

Nessa perspectiva, os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), têm facilitado estas análises e as atividades relacionadas à caracterização, diagnóstico e planejamento ambiental e urbano, auxiliando em tarefas como a simulação do espaço geográfico e de seus processos naturais, na integração de informações espaciais (RIBEIRO, 1999).

Os mapas de vulnerabilidade e susceptibilidade ambiental constituem instrumentos de extrema relevância para estudos técnicos de planejamento e governança territorial pois permitem mensurar a fragilidade de sistemas ambientais perante determinadas situações e



desenvolver medidas mitigadoras visando a redução de possíveis impactos negativos. O objetivo deste trabalho é apresentar um mapa de vulnerabilidade ambiental à deslizamentos gravitacionais de massa do município de Porto Belo - SC elaborado a partir de um sistema de informação geográfica.

METODOLOGIA

A área de estudo compreende o município de Porto Belo (Figura 1), um dos mais antigos de Santa Catarina, fundado em 13 de outubro de 1832, situado na região litoral centro norte ($27^{\circ}09'12''S$ e $48^{\circ}33'43''W$), no Vale do Rio Tijucas, a aproximadamente 65 km de Florianópolis. O município está inserido no bioma Mata Atlântica, apresenta altitude de 1 m acima do nível do mar, clima mesotérmico semiúmido, sem estações de seca e com verões quentes, temperatura média anual de $18^{\circ}C$, com máxima de $36^{\circ}C$ e mínima de $10^{\circ}C$. Possui área de $93,673\text{ km}^2$ e densidade demográfica de $171,77\text{ hab/km}^2$ (IBGE, 2010). Os municípios mais próximos são: Itapema, Bombinhas, Tijucas, Camboriú, Balneário de Camboriú e Itajaí.



Figura 1: Mapa de localização do município de Porto Belo - SC. Fonte: Autores, 2020.

O mapa foi elaborado no software QGis 3.10, utilizando-se a projeção geográfica Universal Transversal de Mercator (UTM) Fuso 22 Sul, Datum horizontal SIRGAS 2000.



Para aplicação do índice de vulnerabilidade ambiental da paisagem do município de Porto Belo, foram considerados os dados disponíveis das características de Geologia, Uso do solo, Declividade, Solos e Precipitação. Estes dados foram posteriormente tratados e interpolados, dando início a distribuição de pesos baseados na metodologia de Crepani et al. (2001), variando de 1 a 3, sendo 1 o valor considerado para as variáveis com baixa influência sobre a vulnerabilidade ambiental e 3 para as variáveis com alta influência.

Os dados utilizados para a realização dos mapeamentos foram importados de plataformas oficiais e com reconhecimento e confiabilidade nacional. Os dados de uso do solo foram importados da plataforma MapBiomas (mapbipmas.org) em escala 1:250.000 e foram atribuídos os pesos conforme demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1: Uso de Solos

Categoria	Uso	Peso
Floresta	Formação Florestal	1,0
	Mangue	1,4
	Floresta Plantada	2,0
Agricultura	Pastagem	2,8
	Cultura Anual e Perene	2,9
	Mosaico de Agricultura e Pastagem	2,6
Área Não Vegetada	Praia e duna	2,7
	Infraestrutura Urbana	3,0
	Outra Área Não Vegetada	3,0
	Mineração	2,8
Corpos de Água	Rio, Lago e Oceano	3,0

Fonte: Autores, 2020.

Os dados para os tipos de solos foram obtidos do Portal EMPRAPA - SRTM (embrapa.br) com resolução espacial de 30 metros e escala de 1:250.000. Os pesos atribuídos são demonstrados no Quadro 2.

Quadro 2: Tipos de Solos

Tipos de Solos	Peso
Eposodosolo Carbico	2,0
Dunas e Areias das Praias Cambissolo Haplico	2,5
Neossolo Quartzarenico Gleissolo Haplico	3,0

Fonte: Autores, 2020.



Para declividade, os dados foram obtidos do Portal EMPRAPA - SRTM (embrapa.br) com resolução espacial de 30 metros e escala de 1:250.000. Foram atribuídos os pesos conforme demonstrados no Quadro 3.

Quadro 3: Declividade

Declividade (em graus)	Peso
0-3	1,5
3-8	2,0
8-17	2,0
17-30	2,5
30-45	2,5
acima de 45	3,0

Fonte: Autores, 2020.

Os dados de Geologia foram obtidos do Serviço Geológico do Brasil - CPRM (cprm.gov.br) em escala de 1:250.000. Na tabela de atributos dos dados de geologia, foram considerados os solos da coluna denominada “Litologia2” com os pesos conforme o Quadro 4.

Quadro 4: Valores de Pesos para unidades litológicas

Geologia	Peso
Quartzito, Ortoquartzito (Quartzo arenito silicificado) Granada-biotita xisto, Quartzito micáceo, Sericita xisto, Anfibolito	1,0
Leucosienogranito, Monzogranito, Granodiorito Leucosienogranito, Leucomonzogranito	1,2
Ortognaise granítico, Ortognaise granodiorítico, Metatonalito Migmatito	1,3
Monzogranito, Sienogranito Biotita-muscovita-quartzo xisto, Quartzito, Rocha calcissilicática, Turmalinito, Xisto, Ritmito Biotita sienogranito, Biotita monzogranito Anfibólio-biotita monzogranito	1,7
Metabasalto, Rocha calcissilicática, Anfibolito, Anfibólio xisto, Muscovita xisto, Biotita xisto	1,8
Cascalho, Argila, Areia	2,5
Areia	3,0

Fonte: Autores, 2020.

Os dados de precipitação anual média, fornecida da Agência Nacional de Águas (ANA) em escala de 1:5.000.000. Para Porto Belo ficou em 1800mm, sendo aplicado então aplicado o peso 3.

Após definidos os pesos os para todos os dados, foi então realizado a união das informações e gerado uma única tabela de atributos dentro do arquivo.

A síntese da estabilidade da unidade da paisagem foi calculada pela sobreposição dos planos de informações e a extração da média aritmética e ponderada dos valores de estabilidade:



a) Média Aritmética (Simples)

$$\text{VULNERABILIDADE} = \frac{D + G + S + Us + P}{5}$$

5

onde:

V = Vulnerabilidade

D = vulnerabilidade para o tema Declividade

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

S = vulnerabilidade para o tema Solos

Us = vulnerabilidade para o tema Uso do solo

P = vulnerabilidade para o tema Precipitação

b) Média Ponderada

Neste caso os pesos foram definidos pela Calculadora AHP (Analytic Hierarchy Process: <https://bpmsg.com/ahp/ahp-calc.php>). Esta calculadora foi utilizada como método de determinação de pesos para o relacionamento entre os diferentes critérios pareados, com base no conhecimento do comportamento dos atributos da área de estudo. Para possibilitar a modelagem em AHP foi necessário agrupar as classes de cada mapa temático da área de estudo. Cada grupo delimitado continham as alternativas com grau de importância similar quanto à vulnerabilidade, considerando-se a sequência: declividade, solo, geologia, uso do solo e precipitação, sendo a declividade a variável mais relevante e precipitação a variável menos relevante.

$$\text{VULNERABILIDADE} = \frac{(D * x) + (G * y) + (S * z) + (Us * m) + (P * n)}{(x + y + z + m + n)}$$

O software QGIS 3.10 também foi usado para os cálculos de estatística referentes às áreas do terreno. Uma imagem de satélite do Google Earth foi adicionada ao mapa produzido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a aplicação da média ponderada utilizando a calculadora AHP e com a hierarquização das variáveis, obteve-se como resultado uma Taxa de Consistência de 0.7%, considerada adequada para o mapeamento (Figura 2).



	A - wrt AHP priorities - or B?	Equal	How much more?
1	<input checked="" type="radio"/> Declividade <input type="radio"/> Solos	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2	<input checked="" type="radio"/> Declividade <input type="radio"/> Geologia	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3	<input checked="" type="radio"/> Declividade <input type="radio"/> Uso dos Solos	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input checked="" type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
4	<input checked="" type="radio"/> Declividade <input type="radio"/> Precipitação	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input checked="" type="radio"/> 9
5	<input checked="" type="radio"/> Solos <input type="radio"/> Geologia	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
6	<input checked="" type="radio"/> Solos <input type="radio"/> Uso dos Solos	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
7	<input checked="" type="radio"/> Solos <input type="radio"/> Precipitação	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
8	<input checked="" type="radio"/> Geologia <input type="radio"/> Uso dos Solos	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
9	<input checked="" type="radio"/> Geologia <input type="radio"/> Precipitação	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
10	<input checked="" type="radio"/> Uso dos Solos <input type="radio"/> Precipitação	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
CR = 0.7% OK			

Figura 2: Relevância das variáveis na Calculadora AHP. Fonte: Autores, 2020.

Após a definição da hierarquização e os novos pesos das variáveis apresentados na calculadora AHP, a declividade obteve maior peso para vulnerabilidade com 53,4%, seguido de solos com 22,2%, geologia com 13%, uso do solo com 6% e precipitação com 5,4% (Figura 3).

Cat	Priority	Rank	(+)	(-)
1 Declividade	53.4%	1	7.5%	7.5%
2 Solos	22.2%	2	3.1%	3.1%
3 Geologia	13.0%	3	1.9%	1.9%
4 Uso dos Solos	6.0%	4	0.6%	0.6%
5 Precipitação	5.4%	5	0.7%	0.7%

Figura 3: Grau de importância e vulnerabilidade. Fonte: Autores, 2020.

Com os valores de vulnerabilidade classificados em 5 níveis de importância, foi calculada a média ponderada no software QGis, utilizando o método de quebras naturais para definir os intervalos de classe, com posterior ajuste manual, e sobreposto ao mapa de relevo do município de Porto Belo - SC. Estes resultados possibilitaram a elaboração do mapa de vulnerabilidade a deslizamentos gravitacionais de massa com escala de 1:100.000 (Figura 4).

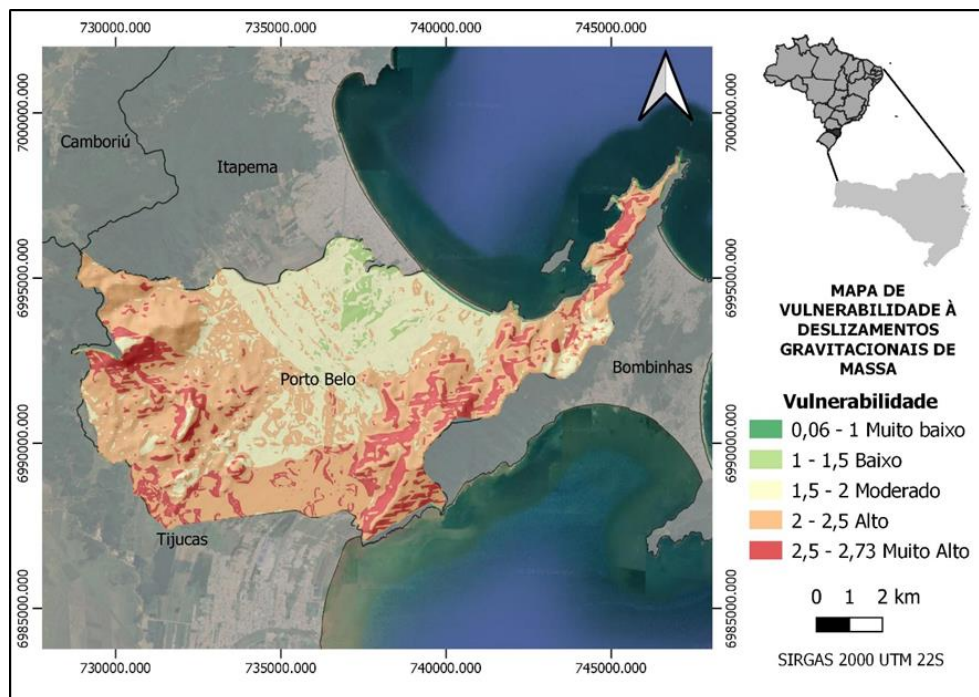


Figura 4: Mapa de vulnerabilidade ambiental a deslizamentos gravitacionais de massa. Fonte: Autores, 2020.

A topografia da área de estudo apresenta características marcantes no terreno, o que explica a atribuição de prioridade 1 para declividade na definição da hierarquização. O mapa destaca um alto grau de vulnerabilidade associado às áreas montanhosas. Estas áreas do terreno fazem divisa com os municípios de Bombinhas e Tijucas em sua maior parte, com grau de vulnerabilidade alta ou muito alta, sendo também as áreas de maior elevação do município. Estes resultados são similares aos descritos pelo CPRM (2015) (Figura 5), apontando estas áreas com a presença de relevo de morros baixos e altos, cristas e serras baixas, com declividade variando de 10 a 30 graus (susceptibilidade média) e acima de 25 graus (susceptibilidade alta).

Já uma porção a nordeste do terreno, parte dela na costa e parte fazendo divisa com o município de Itapema, apresenta graus de vulnerabilidade muito baixa, baixa ou moderada, representando as áreas de menor elevação do terreno. De acordo com o CPRM (2015), estas áreas coincidem em sua maioria com as áreas apontadas como suscetíveis a inundações, caracterizadas por planícies fluviais, costeiras e terraços marinhos com declividade de até 5 graus.

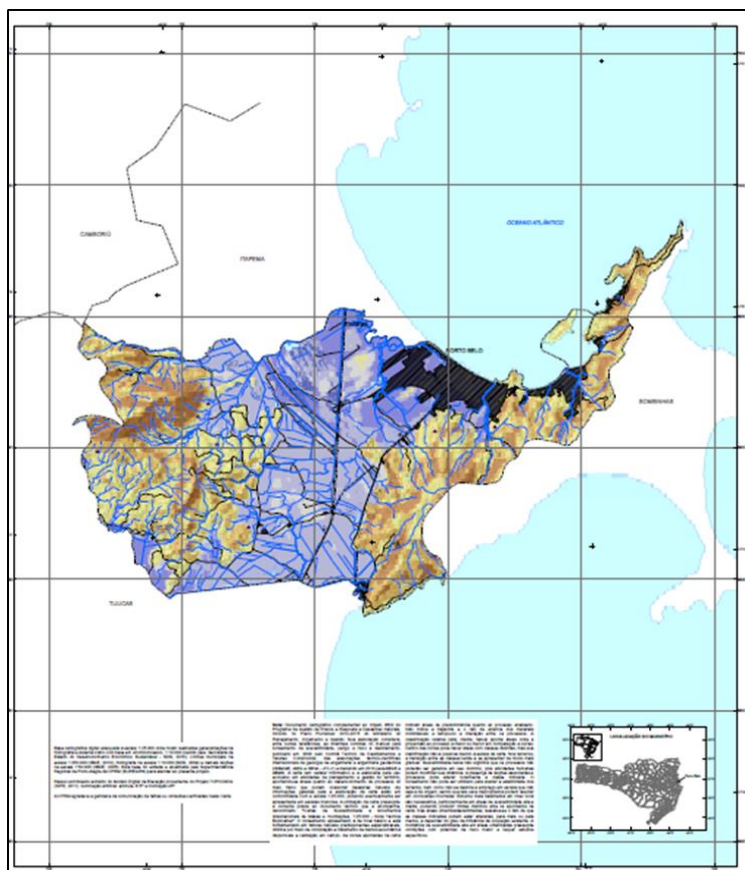


Figura 5: Carta de Suscetibilidade a Deslizamentos Gravitacionais de Massa e Inundações do Município de Porto Belo - SC. Fonte: CPRM, 2015

O Quadro 5 demonstra as áreas em hectares e as porcentagens do terreno de Porto Belo - SC que são vulneráveis a deslizamentos gravitacionais de massa, de acordo com o mapa de vulnerabilidade gerado.

Quadro 5: Vulnerabilidade a deslizamentos gravitacionais de massa do município de Porto Belo - SC.

Grau de Vulnerabilidade	Intervalo de Classe	Área (ha)	%
Muito baixa	0,06 - 1,00	36,69	0,40
Baixa	1,00 - 1,50	252,89	2,73
Média	1,50 - 2,00	2654,73	28,68
Alta	2,00 - 2,50	4827,58	52,15
Muito alta	2,50 - 2,73	1485,53	16,04
Total		9257,42	100

Fonte: Autores, 2020.

A área de estudo possui um total de 9257,42 hectares e a maioria do terreno (96,87%) apresenta grau de vulnerabilidade moderada a muito alta. Apenas 3,13% do terreno possui vulnerabilidade baixa ou muito baixa.

Os solos do tipo hidromórficos, também conhecidos como gleissolos, são os mais predominantes na região, sendo solos poros e permanentemente saturados por água, tornando-



os pesados e de fácil deslizamento, podendo gerar inundação, alagamento e assoreamento, com efeito potencializado, por exemplo, com a retirada da mata ciliar ao longo dos rios (MAGALHÃES et al, 2014).

Sabe-se que o uso que se faz do terreno tem influência direta na vulnerabilidade do mesmo com relação a agentes erosivos, que por sua vez depende da capacidade de infiltração da água (JAIN; GOEL, 2002).

Em relação à geologia, a área em estudo é caracterizada por uma litologia composta de sedimentos quaternários siltico-argilosos e arenosos na porção do terreno, bem como de xistos, anfíbolitos, quartzitos, granitóides foliados e migmatitos, respectivamente consideradas de baixa, média e alta suscetibilidade pelo CPRM (2015).

Devido à alta taxa de precipitação média anual, registrada como 1800mm no presente estudo e como 1700 a 17500mm na Carta de Suscetibilidade do município (CPRM, 2015), podemos perceber que as áreas caracterizadas com grau de vulnerabilidade muito baixo, baixo e moderado correspondem às áreas apontadas em sua maioria como de média e alta suscetibilidade de inundações. Este alto índice pluviométrico deve influenciar a ocorrência de processos erosivos na região. Desta forma, torna-se evidente a tendência da perda da qualidade ambiental no município, destacando a vulnerabilidade de grau moderado a muito alto. Sabe-se que a região sofre pressões de interferências antrópicas, frente a áreas de ocupação humana, que podem comprometer a manutenção dos serviços e aspectos ambientais dos ecossistemas.

O município de Porto Belo - SC apresenta uma importante e extensa área de vegetação de Mata Atlântica em todos os estágios sucessionais, e o turismo é sua principal atividade econômica (PMPB, 2020). Estudos sobre vulnerabilidade tornam-se ferramentas necessárias pois permitem o estudo dos aspectos da estrutura da paisagem, considerando suas características e diferenças espaciais ao longo do tempo, sendo um elemento chave para a elaboração de estratégias de manejo e planejamento ambiental (SANTOS et al, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos dados de declividade, solos, geologia, uso do solo e precipitação disponíveis para o município de Porto Belo - SC produziu-se um mapa de vulnerabilidade a deslizamentos gravitacionais de massa da área, e a modelagem aplicada revelou-se satisfatória para o objetivo do estudo.

Considerando o modelo produzido, a área de estudo foi diagnosticada como de alta vulnerabilidade a deslizamentos gravitacionais de massa. Isto revela a suscetibilidade da



ocorrência de processos erosivos, considerando-se as características topográficas e naturais, assim como as intervenções antrópicas no meio ambiente.

Por fim, espera-se que este trabalho colabore para o planejamento ambiental, o zoneamento ambiental e o ordenamento territorial do município de Porto Belo - SC, e possa subsidiar estudos posteriores sobre vulnerabilidade agregando variáveis sociais, dinâmicas de subsuperfície e mapeamentos em escala detalhada.

REFERÊNCIAS

AHP. **AHP Calculator**. Disponível em: <<https://bpmmsg.com/ahp/ahp-calc.php>>. Acesso em: 30 jun. 2020.

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade Socioambiental na Metrópole Paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos da População**, São Paulo, v.3, nº1, p.43, 2005.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Dados de precipitação. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/download>>. Acesso em: 30 jun. 2020.

CÂMARA, G.; ORTIZ, M. J. Sistemas de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. sn, 1998. p. 59-82.

COELHO, M. C. N. Impactos Ambientais em Áreas Urbanas. In: GUERRA. Antônio José Teixeira; DA CUNHA, Sandra Baptista. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**, 6º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 19-46. 2010.

CORRÊA, R. L. O espaço Urbano. São Paulo: Ática, 4. ed. 2003,

CPRM. **Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações - Santa Catarina**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes---Santa-Catarina-5087.html>>. Acesso em: 30 jun. 2020.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial. **Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE**. São José dos Campos - SP. 2001. 124 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Satélite de monitoramento. Modelo digital de elevação. Resolução espacial - 30m. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/srtm>>. Acesso em: 07 jul. 2020.



FIGUEIRÊDO, M. C. B. *et al.* Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Reservatórios à Eutrofização. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 399-409, out. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama Porto Belo - SC**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/porto-belo/panorama>>. Acesso em 03 de julho de 2020.

JAIN, S. K., GOEL, M. K. Assessing the vulnerability to soil erosion of the Ukai Dam catchments using remote sensing and GIS. **Hydrological Sciences Journal** 2002; 47(1): 31-40. <http://dx.doi.org/10.1080/02626660209492905>.

KASPERSON, Roger E. *et al.* Vulnerable peoples and places. **Ecosystems and human wellbeing: Current state and trends**, v. 1, p. 143-164, 2005.

LOPES, J. R. B. Desenvolvimento e mudança social: formação da sociedade urbano-industrial no Brasil [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais. **O processo de urbanização**. pp. 23-40, 2008.

MAGALHÃES, V. L.; CUNHA, J. E.; NÓBREGA, M. T. Indicadores de vulnerabilidade ambiental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 06, p. 1133-1144, 2014.

MAPBIOMAS. **Códigos de Legenda**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/codigos-de-legenda?cama_set_language=pt-BR>. Acesso em: 23 jun. 2020.

Prefeitura Municipal de Porto Belo (PMPB). **Características do Município**. Disponível em: <<https://www.portobelo.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaItem/4534>>. Acesso em: 08 jul. 2020.

QGIS. **Software QGIS 3.10.6**. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html>. Acesso em: 01 jun. 2020.

RIBEIRO, F. L.; CAMPOS, S.; PIROLI, E. L.; SANTOS, T. G.; CARDOSO, L. G. Uso da terra do Alto rio pardo, obtido a partir da análise visual. **Anais [...]**. UFSM, v. único, p. 75 – 81, 1999.

SANTOS, M. Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico – científico – informacional. 3° ed. São Paulo: Hucitec, 1997.

SANTOS, B. F.; TREVISAN, D. P.; MOSCHINI, L. E. Avaliação da vulnerabilidade ambiental do município de Itirapina - SP. **Geotemas**, v. 8, n. 1, p. 42-59, jan./jun. 2018.