



Estado do Paraná

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA

**MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE NATURAL À PERDA DE SOLOS NA SUB BACIA DO  
RIO CASCAVEL, MUNICÍPIO DE CASCAVEL, PARANÁ**

ADRIELEN MORAES CORTI

FEVEREIRO/ 2016  
Toledo, PR



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA

**MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE NATURAL À PERDA DE SOLOS NA SUB BACIA DO  
RIO CASCAVEL, MUNICÍPIO DE CASCAVEL, PARANÁ**

**Adrielen Moraes Corti**

Exame geral de defesa da dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste/*Campus* Toledo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Décio Lopes Cardoso

FEVEREIRO/ 2016

Toledo –PR

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária  
UNIOESTE/Campus de Toledo.  
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel CRB – 9/924

C829m Corti, Adrielen Moraes  
Mapeamento da vulnerabilidade natural à perda de solos na sub  
Bacia do Rio Cascavel, município de Cascavel, Paraná Adrielen  
Moraes Corti-- Toledo, PR : [s. n.], 2016.  
19 f. : il. (algumas color.) figs.

Orientador: Prof. Dr. Décio Lopes Cardoso  
Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade  
Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias  
e Ciências Exatas.

1. Ciências ambientais Dissertações 2. Geoprocessamento 3.  
Erosão hídrica 4. Solo- Uso 5. Solo- Erosão 6. Recursos hídricos 7.  
Cascavel, Rio, Bacia (PR) I . Cardoso, Décio Lopes orient. II T.

CDD 20. ed. 551.3070098162

## SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	5
RESUMO E ABSTRACT.....	6
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVOS.....	7
2.1. OBJETIVO GERAL.....	7
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1. ÁREA DE ESTUDO.....	8
3.1.1. Caracterização ambiental da área de estudo.....	9
3.2. CÁLCULO DA VULNERABILIDADE.....	10
3.3. OBTENÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
5. CONCLUSÃO.....	16
6. SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	16
7. REFERÊNCIAS.....	17
ANEXO.....	20
ESCOLHA DA REVISTA PARA PUBLICAÇÃO.....	20

## **LISTA DE SIGLAS**

RBCIAMB- Revista Brasileira de Ciências Ambientais

ABNT– Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR– Norma brasileira

UTB– Unidades Territoriais Básicas

SIG – Sistema de Informações Geográficas

MNT - Modelos Numéricos de Terreno

EMBRAPA– Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias

IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PDI– Processamento Digital de Imagens

INPE– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MMA– Ministério do Meio Ambiente

ZEE– Zoneamento Ecológico Econômico

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA1 - Mapa de localização da área de estudo.

FIGURA 2- Números e cores definidos para cadaUTB.

FIGURA3 - Mapas de representação do grau de vulnerabilidade à perda natural de solo.

FIGURA 4- Mapa de representação do grau de vulnerabilidade à perda natural de solos para o tema uso e ocupação.

FIGURA 5- Mapa da vulnerabilidade natural à perda de solos na sub-bacia do rio Cascavel.

## **MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE NATURAL À PERDA DE SOLOS NA SUB BACIA DO RIO CASCAVEL, MUNICÍPIO DE CASCAVEL, PARANÁ**

### **RESUMO**

O estudo do meio ambiente e suas condições fomentam práticas sustentáveis de manejo e gestão ambiental. A vulnerabilidade natural à perda de solo está associada às condições naturais do solo e às suas formas de exploração. O presente estudo teve como objetivo o desenvolvimento de mapas de vulnerabilidade à perda natural de solos da área da sub bacia do rio Cascavel, sendo tais mapas capazes de associar os dados de perda natural do solo com os componentes ambientais estudados (geologia, geomorfologia, pedologia, clima, vegetação). A metodologia empregada neste estudo foi baseada na abordagem de CREPANI et al. (2001), que associa os atributos ambientais (geologia, pedologia, geomorfologia, vegetação, clima) das Unidades Territoriais Básicas (UTB's), por meio do uso de técnicas de geoprocessamento, tratamento digital de imagens e análise de dados, as quais são integrados para resultar em um mapa de vulnerabilidade à perda de solos. A partir dos resultados obtidos, observou-se que a vulnerabilidade da área estudada variou de moderadamente estável à mediamente estável/vulnerável. O estudo serve de ferramenta para análise e interpretação das condições do solo da área que possui características pertinentes à diversos centros urbanos, o que pode contribuir consideravelmente na gestão e planejamento ambiental de zonas territoriais.

## **MAPPING OF NATURAL VULNERABILITY TO SOIL LOSS IN SUB BASIN CASCAVEL RIVER, MUNICIPALITY OF CASCAVEL, PARANÁ**

### **ABSTRACT**

The environmental researches and their conditions encourage sustainable practices of environmental management. The natural vulnerability to loss of soil is associated with the natural soil conditions and their way of operating. This study aimed to develop natural loss vulnerability maps of the soil in the area of Cascavel river's sub basin, and such maps are able to associate the natural loss of soil data with the studied environmental components (geology, geomorphology, pedology, climate, vegetation). The methodology used in this study was based on the approach of CREPANI et al. (2001), which combines the environmental attributes (geology, soil science, geomorphology, vegetation, climate) of Basic Territorial Units (UTB's), through the use of geospatial technologies, digital imaging and data analysis, integrating such data resulting in a vulnerability map loss of land. From the obtained results, it was observed that the vulnerability of the area studied ranged from stable/moderately to stable/vulnerable/moderately. The study serves as a tool for analysis and interpretation of soil conditions of the area that has relevant characteristics to several urban centers, which can contribute considerably in the environmental management and planning territorial areas.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento, solo, erosão, recursos hídricos.

**Keywords:** Geoprocessing, soil, erosion, hydrous resources.

## **1. INTRODUÇÃO**

A avaliação dos impactos ambientais motiva a pesquisa em diversas áreas do conhecimento, fomentando a melhor gestão ambiental do cenário urbano e rural. Os estudos em bacias hidrográficas, que são consideradas um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes resultantes das regiões mais altas do relevo (BARRELLA, 2001), são de importância fundamental para a conservação deste recurso, visto que a água é indispensável para a sobrevivência dos diversos ecossistemas.

As bacias hidrográficas passaram a ser estudadas como unidades territoriais, com intuito de proporcionar o manejo adequado, baseando-se nos princípios do desenvolvimento sustentável. A consolidação dos comitês de bacias hidrográficas facilita os estudos e gestão dessas áreas de forma legal, pois a “composição diversificada e democrática dos Comitês contribui para que todos os setores da sociedade com interesse sobre a água na bacia tenham representação e poder de decisão sobre sua gestão” (CBH, 2015).

Os comitês de bacia hidrográfica diferem de outras formas de participação previstas nas demais políticas públicas, pois têm como atribuição legal deliberar sobre a gestão da água fazendo isso de forma compartilhada com o poder público (ANA, 2011).

Cascavel é um dos municípios, no nível estadual, que está inserido na Bacia Hidrográfica do Paraná III, situada na mesorregião Oeste do Paraná e abrange uma área de aproximadamente 8.000 km<sup>2</sup> e 28 municípios (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2011).

A eficiência da gestão ambiental e o monitoramento de forma participativa, com alicerces na proposta do desenvolvimento sustentável, dependem em grande parte de levantamentos e estudos sistemáticos prévios acerca dos principais elementos e condicionantes do meio físico (LIMA E MARTINELLI, 2008). Dentro de uma unidade territorial, diferentes fatores são estudados. Tratando-se da qualidade dos recursos naturais, a erosão dos solos influencia diretamente nas condições da fauna, flora e recursos hídricos (MAGALHÃES, 2001)

A vulnerabilidade natural à perda de solos pode ser entendida como a incapacidade de uma unidade espacial resistir e/ou recuperar-se após sofrer impactos decorrentes de atividades antrópicas, sendo estas consideradas normais, quando o licenciamento ambiental é desnecessário pelos respectivos órgãos competentes (SCOLFORO et al., 2008).

Neto (2010) sugere a elaboração de mapas temáticos, de vulnerabilidade natural à perda de solos como subsídio ao zoneamento ambiental em bacias hidrográficas, visto que podem servir de relevante subsídio para tomada de decisões na gestão ambiental dessas áreas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Diagnosticar e classificar a vulnerabilidade natural à perda do solo de uma área da sub bacia do rio Cascavel.

### **2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

Desenvolvimento de mapas de vulnerabilidade à perda natural de solos da área da sub bacia do rio Cascavel, sendo tais mapas capazes de associar os dados de perda natural do solo com os componentes ambientais geologia, geomorfologia, pedologia, clima e vegetação.

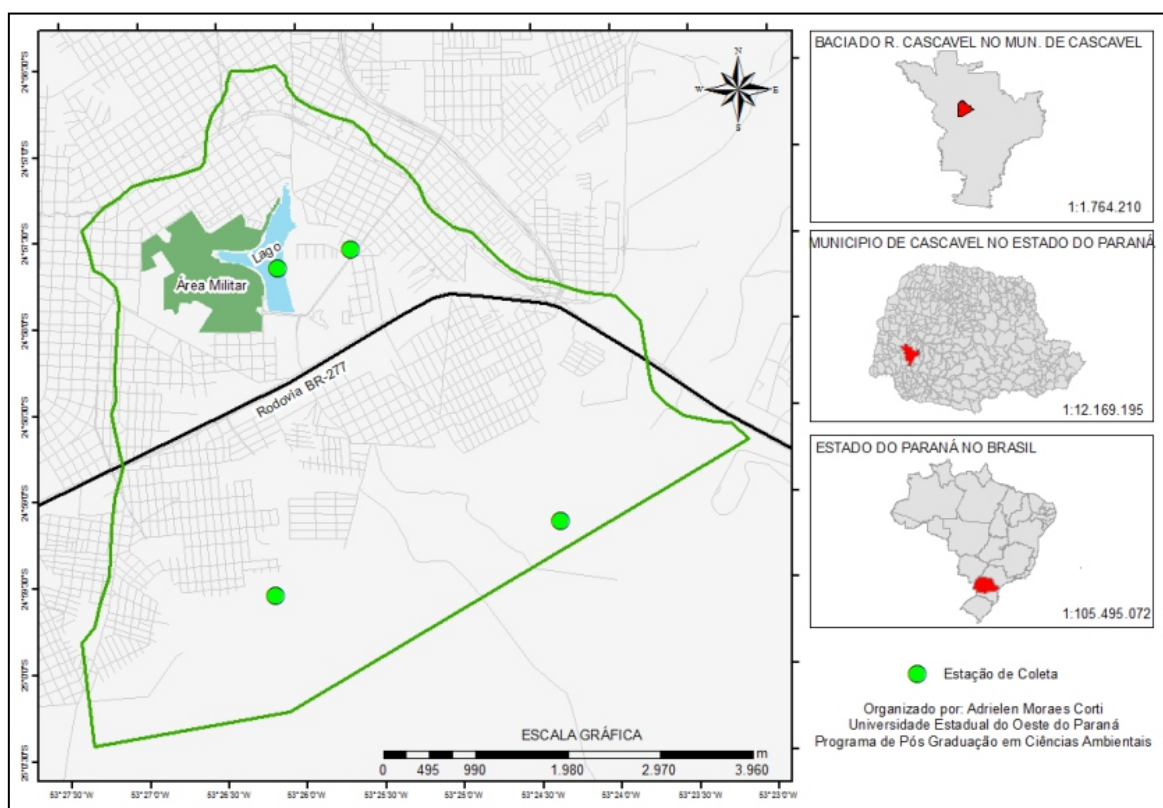


### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. ÁREA DE ESTUDO

A área mapeada é a Sub bacia do Rio Cascavel, localizada no município de Cascavel, na região Oeste do Estado do Paraná, com as coordenadas: latitude 24° 57' 21" S e longitude 53° 27' e 19" W, abrangida pela bacia do Rio Cascavel (IPARDES, 2010).

A região abrange os bairros Pacaembu, Região do Lago, Maria Luiza, Cascavel Velho e Universitário, além de zonas fora do perímetro urbano do município. Os cinco pontos amostrados para serem analisados foram selecionados a partir de visita a campo e observação da área, dispostos de forma que abranjam áreas comuns na mesma bacia, em diferentes cenários, e as áreas destinadas a conservação do município, como o Parque Ecológico Municipal Paulo Gorski, a Área Militar 15º Pelotão, o Parque Vitória e a Praça Itália, conforme mostrado na Figura 1 (CASCAVEL, 2009).



**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo.

Foram realizadas visitas preliminares na região delimitada pela sub bacia Rio Cascavel, para definição dos pontos de amostragem. Os pontos de coleta foram selecionados de forma sistemática, considerando os fatores topográficos, geológicos e geomorfológicos, de modo a abranger a maior amplitude possível dos condicionantes geoambientais ocorrentes ao longo da sub bacia.

Os quatro locais escolhidos para levantamento das propriedades do solo, através de boletins de sondagem, e de forma a caracterizar a área de estudo, constam do Relatório Técnico de Pesquisa (CNPq, 2014).

##### 3.1.1 Caracterização ambiental da área de estudo

## CLIMA

O clima da região estudada é considerado temperado mesotérmico e úmido, com oscilações de temperatura média em torno de 21°C. A umidade relativa do ar varia em torno de 75% e os ventos sopram na direção nordeste/sudoeste e leste/oeste com velocidade média entre 33Km/h e 46Km/h (CASCAVEL, 2010).

## PEDOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Cascavel faz parte da área que contempla o Terceiro Planalto Paranaense, onde se afloram extensos derrames vulcânicos cretáceos da Formação Serra Geral, pertencente ao Grupo São Bento (Bacia do Paraná), com composição litológica predominante de basalto (IPARDES, 2010).

O relevo do município apresenta forma ondulada ao Norte com presença de amplas baixas declividades. Já ao Sul, há predominância de médias e altas declividades, com relevo acidentado e declividade das vertentes com oscilação entre 11,5% (CASCAVEL, 2006).

## BACIA DO RIO CASCAVEL

A bacia do Rio Cascavel apresenta um processo de urbanização bastante avançado, com elevado índice de impermeabilização do solo, numa área correspondente a 16,95km<sup>2</sup>, em um local que apresenta alta fragilidade devido a presença de nascentes e reservatório. A população do município de Cascavel é abastecida a partir de um ponto de captação no Rio Cascavel e seus afluentes, Rio Peroba e Rio Saltinho (CASCAVEL, 2006).

O Rio Cascavel apresenta parte de suas nascentes dentro do perímetro urbano e está situado entre os Paralelos 24° 32' e 25° 17' de Latitude Sul e os Meridianos 53° 05' e 53° 50' de longitude Oeste. O canal do rio principal contempla em seu desenvolvimento uma extensão aproximada de 17,5Km, com cotas topográficas máximas e mínimas, respectivamente 767 m e 580 m. As nascentes do Rio Peroba, que está localizado na área rural, possuem cobertura florestal nativa (CASCAVEL, 2006).

## VEGETAÇÃO

O Município é coberto por uma vegetação original considerada do tipo subtropical, sendo que esta se caracteriza pela ocorrência de dois tipos de florestas: florestas de matas de araucárias e florestas da bacia do Rio Paraná e Rio Uruguai, onde predominam árvores de grande porte, porém apresentam-se modificadas em razão das atividades intensas da agricultura e agropecuárias (TOSIN, 2005).

### **3.2. CÁLCULO DA VULNERABILIDADE**

O presente estudo foi realizado a partir da metodologia desenvolvida com base na abordagem de Crepaniet al. (2001). Esta se fundamenta na potencialidade dos estudos integrados de imagens orbitais e o Sistema de Informações Geográficas (SIG), também como análise das condições do ambiente e do processo de formação do solo (pedogênese) e do processo de modificação do solo (morfogênese).

Na metodologia proposta a principal característica considerada para estabelecer as

21 classes de vulnerabilidade do tema solos é o grau de desenvolvimento ou *maturidade* do solo. A partir de dados bibliográficos, associados à interpretação da imagem, são atribuídos valores de vulnerabilidade ao solo ou à associação de solos.

### 3.2.1. Geração de mapas de vulnerabilidade natural à perda de solos

Os mapas de vulnerabilidades foram confeccionados através da análise e interpretação das imagens orbitais que fornecem os atributos ambientais (geologia, pedologia, geomorfologia, vegetação, clima) das Unidades Territoriais Básicas - UTB's (CREPANI et al., 2001).

Foi realizada então, a associação do mapa de UTB's aos dados temáticos associando os dados pré-existentes (mapas geológicos, geomorfológicos, de solos e de vegetação) para caracterizar cada unidade da paisagem conforme a morfodinâmica. Tal caracterização foi feita a partir dos três critérios e valores baseados nos conceitos de Ecodinâmica de Tricart: Estável (1), Intermediária (2) e Instável (3) (CREPANI et al., 2001). Nas UTB's consideradas estáveis prevalece a pedogênese, as unidades intermediárias variam entre pedogênese e morfogênese, e nas instáveis prevalece a morfogênese.

A vulnerabilidade natural à perda de solos é resultante de uma média aritmética entre os valores definidos para cada tema analisado (Equação 1).

$$V = \frac{G + Ge + S + Ve + C}{5} \quad (1)$$

sendo:

V = Índice de vulnerabilidade natural à perda de solo;

G = Vulnerabilidade para o tema Geologia;

Ge = Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia;

S = Vulnerabilidade para o tema Pedologia;

Ve = Vulnerabilidade para o tema Cobertura do Solo;

C = Vulnerabilidade para o tema Clima.

São atribuídos aos temas valores que segundo os critérios de Crepani *et al* (2001) caracterizam de forma quantitativa cada atributo. A geologia está associada à história da evolução geológica da região também como as informações relativas ao grau de coesão das rochas. Para o tema cobertura de solo, é verificada a distribuição da paisagem a partir da densidade da cobertura vegetal da região. O clima é quantificado de acordo com a pluviosidade total, intensidade pluviométrica e distribuição sazonal. Já a geomorfologia leva em consideração a análise dos índices morfométricos da área, que é considerado obtendo-se a média aritmética entre a amplitude interfluvial, a amplitude altimétrica e a declividade percentual. Dessa forma, antes da inserção deste tema na Equação 1, foi necessário obter uma média aritmética desses três fatores (Equação 2).

$$Ge = \frac{Aa + Aif + Dp}{3} \quad (2)$$

sendo:

Aa = Vulnerabilidade para o tema Amplitude Altimétrica;

Aif = Vulnerabilidade para o tema Amplitude Interfluvial;

Dp = Vulnerabilidade para o tema Declividade Percentual.

Para a obtenção da caracterização de cada UTB, são considerados 21 valores dentro da escala de estabilidade/vulnerabilidade, sendo 21 cores (azul, verde e vermelho) adotadas para esse trabalho. A cor azul é referente à estabilidade possuindo o valor 1, a cor verde representa a estabilidade intermediária com valor 2, e a cor vermelha é representada pelo alto grau de vulnerabilidade com valor 3, mostrados na Figura 2).

UTB	MÉDIA		GRAU DE VULNERABILIDADE	GRAU DE SATURAÇÃO			
				VERM	VERD	AZUL	COR
U1	Λ	3,0	VULNERÁVEL	255	0	0	VERMELHO
U2		2,9		255	51	0	
U3		2,8		255	102	0	
U4	V	2,7		255	153	0	
U5	U	2,6	MODERADAMENTE VULNERÁVEL	255	204	0	AMARELO
U6	L	2,5		255	255	0	
U7	N	2,4		204	255	0	
U8	E	2,3		153	255	0	
U9	R	2,2	MEDIAMENTE ESTÁVEL/ VULNERÁVEL	102	255	0	VERDE
U10	A	2,1		51	255	0	
U11	B	2,0		0	255	0	
U12	I	1,9		0	255	51	
U13	L	1,8	MODERADAMENTE ESTÁVEL	0	255	102	VERDE CLARO
U14	I	1,7		0	255	153	
U15	D	1,6		0	255	204	
U16	A	1,5		0	255	255	
U17	D	1,4	ESTÁVEL	0	204	255	AZUL
U18	E	1,3		0	153	255	
U19		1,2		0	102	255	
U20		1,1		0	51	255	
U21		1,0		0	0	255	VERMELHO ESCURO

Figura 2. Números e cores definidos para cada UTB.

### 3.3. OBTENÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados geológicos foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), escala 1:1.000.000. Para a área de estudo, foram utilizadas coordenadas geográficas, zona22S.

Por meio da ferramenta de geração de Modelos Numéricos de Terreno (MNT) foi possível a extração dos índices altimétricos presentes nas cenas do Datum SIRGAS 2000 obtidos no sítio da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA).

Os dados de pedologia foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012) em formato shapefile (SHP) e escala 1:100.000. De acordo com os dados encontrados, os solos da área em estudo recebem a classificação Latossolo vermelho.

Quanto aos dados de vegetação, para a obtenção da cobertura do solo, foi utilizado um mapa de vegetação digital em escala 1:100.000 e formato SHP, disponível no sítio do MMA (2002). Para o processo de análise das imagens de sensores orbitais utilizou-se as técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) no software SPRING versão 5.2.5, disponível gratuitamente no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Assim, após gerar os mapas de vulnerabilidade de cada tema (clima, vegetação,

pedologia, geologia, geomorfologia), os mesmos foram integrados, gerando um único mapa global de vulnerabilidade natural à perda desolo.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

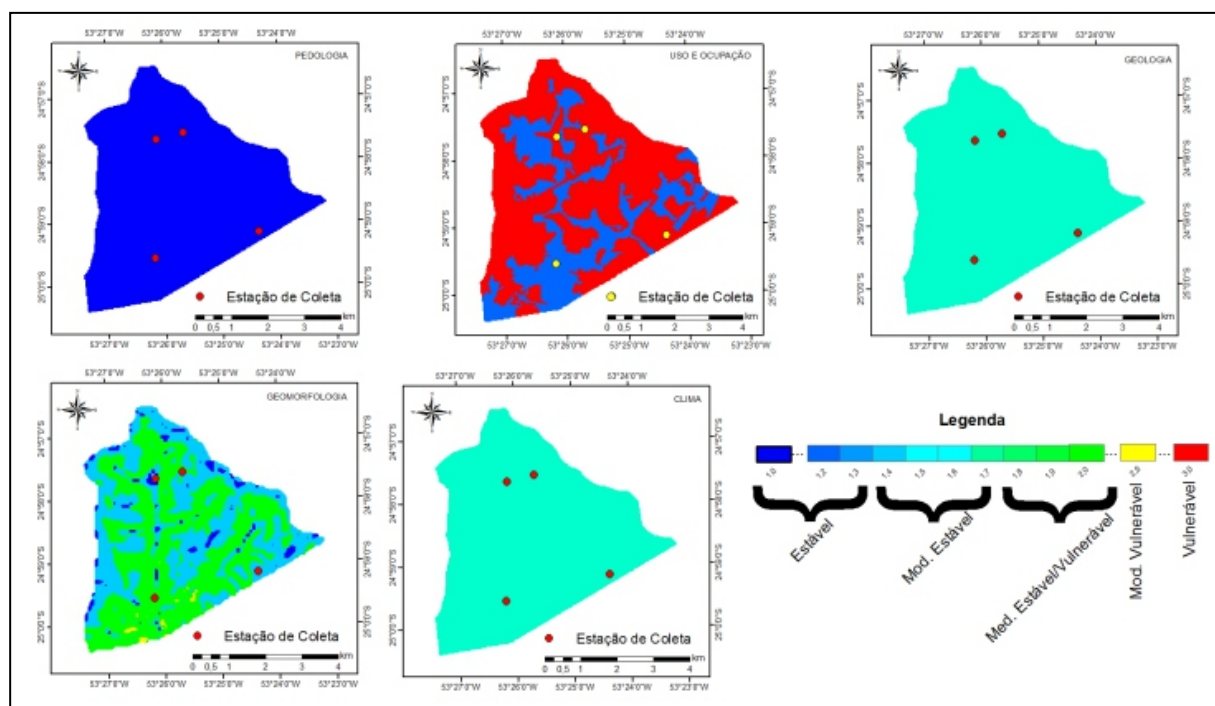
Na análise dos dados procurou-se observar qual atributo ambiental estudado possuía características físico-naturais que contribuía de alguma maneira para as condições de vulnerabilidade do ambiente (Figura 3).

O mapa resultante do tema pedologia se apresentou homogêneo quanto às condições de grau de vulnerabilidade, caracterizado como estável, visto que a área está compreendida em uma porção na qual predomina solos do tipo Latossolo vermelho (IBGE, 2012), onde o grau de vulnerabilidade apresentado foi de 1. Os Latossolos são considerados solos profundos e homogêneos (transição difusa ou gradual dos horizontes), altamente intemperizados e com presença expressiva de caulinita e óxidos de ferro (STRECK et al., 2008). Mesquita *et al* (2010) esclarecem que a pedologia nesta metodologia participa da caracterização morfodinâmica, fornecendo informações referentes à maturidade dos solos, independente da proporção da área situada em uma mesma caracterização pedológica. No processo morfodinâmico os solos representam o resultado entre o balanço da morfogênese e da pedogênese, indicando os processos erosivos do solo, tanto na morfogênese como na pedogênese, gerando solos bem desenvolvidos (CREPANI, 2001).

Para o tema geologia considerou-se a predominância do basalto, onde a vulnerabilidade desse tema foi de 1,5 para a sub bacia em estudo, considerada moderadamente estável quanto à este atributo. Os solos de basalto apresentam predominantemente textura argilosa de cor vermelha escura, com uma drenagem bem desenvolvida (RAMBO *et al.*, 2008). Assim, a geologia para a análise e definição da categoria morfodinâmica está associada ao grau de coesão das rochas que a compõem (MESQUITA *et al.*, 2010).

Dentre os diferentes tipos de erosão, a erosão hídrica está relacionada ao desprendimento e arraste acelerado de partículas do solo pela água, que depende do processo de salpicamento das partículas de água da chuva no solo (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1985). Logo, quanto às condições pluviométricas da região, tal fator ainda não apresenta relevante grau de vulnerabilidade com riscos diretos à estabilidade do solo, porém, adoção de medidas de prevenção e a estruturação de medidas mitigadoras de impactos já seriam de relevante importância para conservação das condições ambientais da região. Magalhães (2001) já defendia que as medidas preventivas deveriam ser estruturadas a partir da adoção de um planejamento prévio em qualquer atividade ligada ao uso do solo.

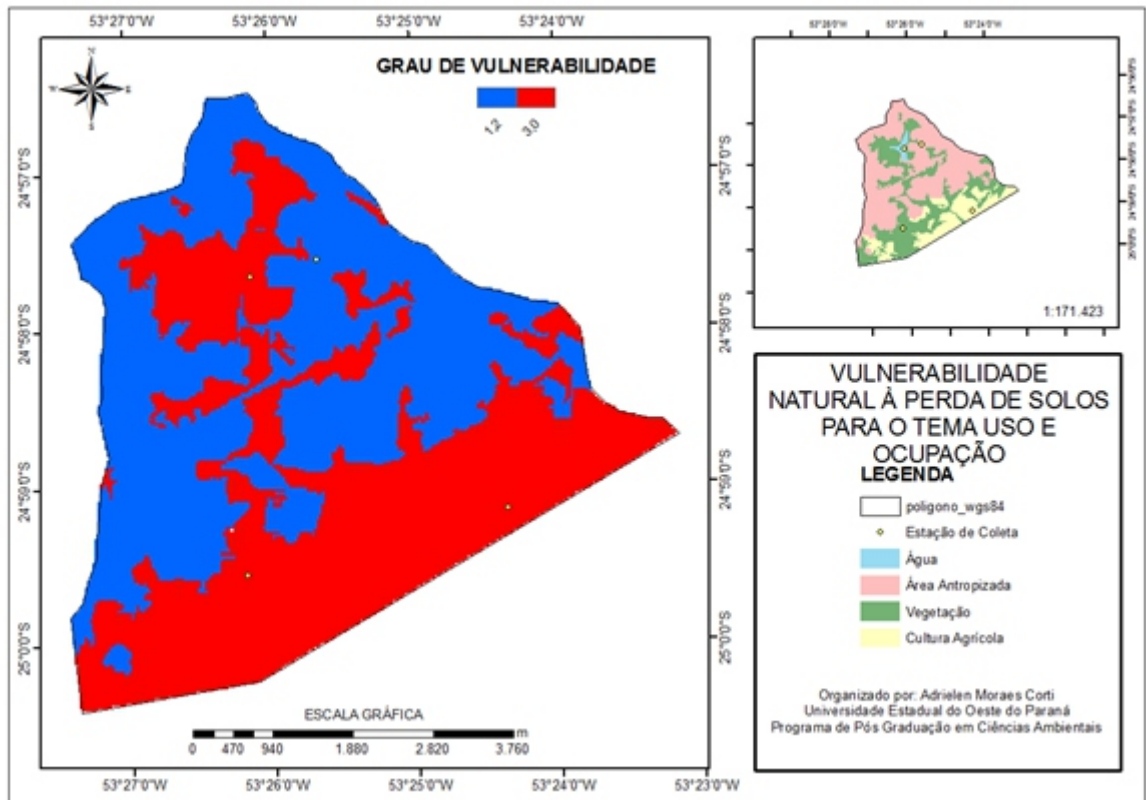
Os fatores diretamente envolvidos na erosão hídrica pluvial do solo são: clima, solo, topografia, cobertura e manejo e práticas conservacionistas de suporte (CECATTO, 2014). O clima na área de estudo apresentou o valor de intensidade pluviométrica de 180mm/mês, não havendo diferenciação entre os diferentes pontos da área, visto que não se apresenta tanta oscilação de dados dessa categoria para pequena extensão de área. O tema clima interfere diretamente na intensidade, duração e volume das chuvas, as quais influenciam no tamanho e na energia das gotas e as características do escoamento superficial e, assim, definem sua erosividade, e constituem os principais componentes na erosão hídrica pluvial (ENGEL, 2005). Quanto a esta análise, o grau de vulnerabilidade encontrado foi de 1,6 considerado moderadamente estável.



**Figura 3.** Mapas de representação do grau de vulnerabilidade à perda natural de solo.

Para o tema geomorfologia considerou-se a declividade da região em estudo para o cálculo da vulnerabilidade. Houve uma variação entre 1 e 2,5 de grau de vulnerabilidade.

O tema uso e ocupação representam os aspectos físicos da paisagem do ambiente em relação ao uso deste pelo homem. Este atributo apresentou variação entre 1,2 e 3,0. Foram consideradas quatro características de uso e ocupação do solo na bacia do rio Cascavel: água, cidade, floresta e soja. O fragmento observado descrito como água é o Lago Municipal de Cascavel, o lago de origem artificial. Segundo Dias *apud* Mukai (2003) o lago foi idealizado em 1974 com intuito de aproveitar o potencial hídrico da área para abastecimento do município, posterior à criação do lago. O entorno deste se manteve preservado pela Secretaria Municipal de Planejamento onde fora planejada uma área de lazer para a população com pista de caminhada e espaço de interação. A área verde representada no mapa, caracterizada como vegetação, compreende parte do Parque Ecológico Paulo Gorski, anexa a esta área está o Parque Municipal Danilo Galafassi, com zoológico, museu da história natural/centro de educação ambiental. Área antropizada é como se identifica a região ocupada pela expansão urbana do município, representada na Figura 4.

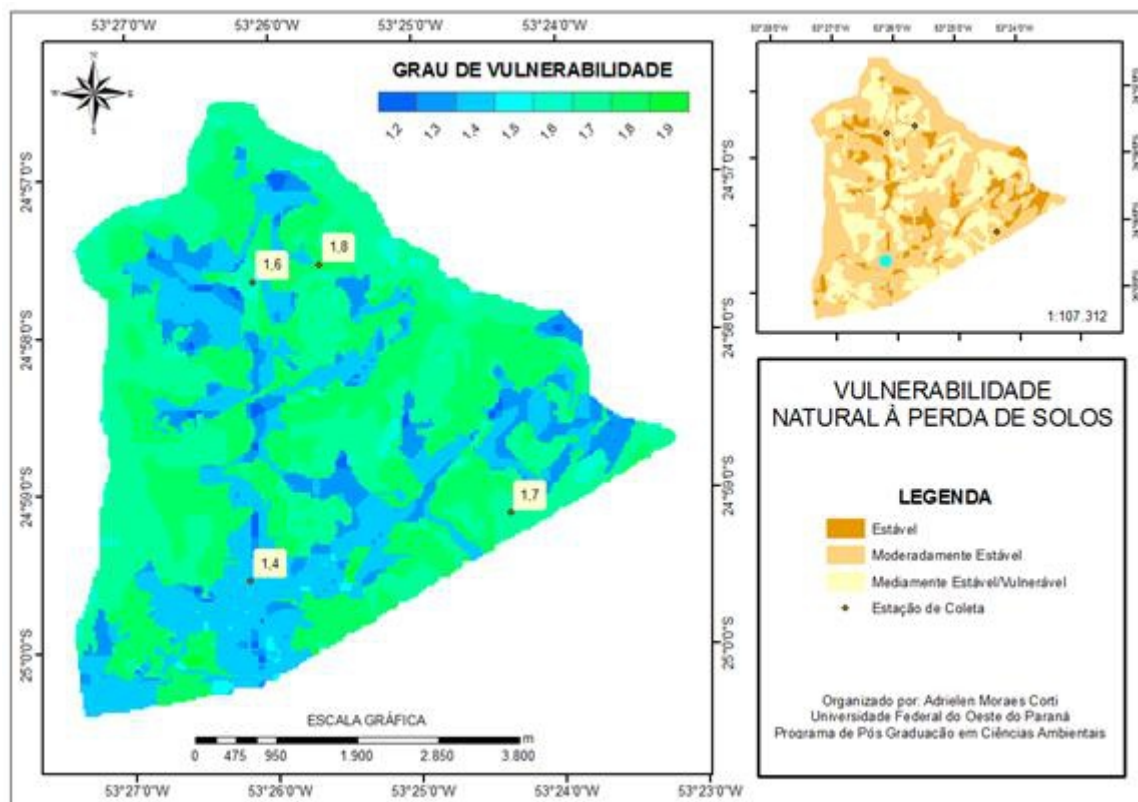


**Figura 4.** Mapa de representação do grau de vulnerabilidade à perda natural de solos para o tema uso e ocupação.

Andrietti e Alessio (2011), em um levantamento preliminar de masto fauna no parque ambiental de Cascavel, observaram que existe um número considerável de mamíferos na região, sendo que algumas dessas espécies merecem maior atenção devido a sua raridade e fragilidade, quando comparadas com outras espécies que se adaptam bem a ambientes antropizados. Neste estudo descobriram também animais inclusos na lista dos ameaçados de extinção, o que torna o parque área prioritária para o desenvolvimento de estratégias de conservação, evitando o desaparecimento das mesmas. Posterior a isto, Junior *et al* (2013) ao estudar outro fragmento de vegetação no município defende:

“(…) a mastofauna desempenha um papel fundamental na manutenção e equilíbrio dos 49 ecossistemas, envolvendo-se nos mais distintos processos ecológicos, entre eles, o controle populacional de suas presas e a constante regeneração das matas.”

Após a apresentação desses resultados, foi realizada a integração desses dados para a obtenção do mapa da vulnerabilidade natural à perda de solos, onde obteve-se um grau de variação de 1,2 a 1,9 de vulnerabilidade de acordo com a escala de Crepani (2001), podendo ser visto na Figura 5.



**Figura 5.** Mapa da vulnerabilidade natural à perda de solos na sub-bacia do rio Cascavel.

É possível observar que há uma dispersão das áreas mapeadas variando de moderadamente estáveis e mediamente estável/vulnerável. Esta última classificação é a que apresenta maior risco à qualidade do solo, pois oscila nas condições do solo chegando a ser vulnerável. Comparando ao mapa de uso e ocupação do solo, verifica-se que a área que possui cobertura verde, ou seja, há presença de vegetação, encontra-se no intervalo de vulnerabilidade entre 1,2 a 1,5, que não ultrapassa as condições de moderadamente estável. Para Fendrich (1997), a intensificação dos processos erosivos é uma consequência da ocupação do território, estando no caso diretamente relacionado com as alterações na cobertura vegetal. A área preservada dentro do perímetro urbano passa a ser então de relevante importância para a manutenção da qualidade do solo, visto que esta apresenta papel determinante no índice de vulnerabilidade natural à perda de solo na área já antropizada pelo processo de urbanização.

Em estudo recente realizado do Rio Grande do Sul, Rovali *et al* (2015) obtiveram resultados similares utilizando a metodologia de Crepani, variando estes da classe estável para moderadamente estável, em uma área relativamente homogênea com relação às características de solo, geologia, geomorfologia, vegetação e uso da terra do município de Barão de Cotegipe, onde observou que as áreas que apresentaram melhor estabilidade foram as áreas cobertas por vegetação.

Assim, como a metodologia aplicada no presente trabalho baseou-se no desenvolvimento do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), os resultados podem servir de instrumento para planejar e ordenar o território, seja em pequenos, médios ou grandes centros urbanos.

Ao se analisar um meio ambiente urbano, Nascimento e Mauro (2006) descrevem este como um cenário da busca do desenvolvimento, alegando que este é formado pela



interconexão entre o sistema humano e os sistemas ambientais que compõem seu meio ambiente, ou seja, o sistema natural e os sistemas sócio-econômico-cultural. Dessa maneira, o paradigma de sustentabilidade urbana vista junto à realidade de desenvolvimento do cenário urbano deve ser discutido de forma integrada, entendendo principalmente as condições reais e modificadas de cada componente da paisagem.

O planejamento ambiental quando acontece harmonizando as relações econômicas, sociais e ambientais possibilita maior sustentabilidade quanto ao uso dos recursos naturais. Tal planejamento hoje demanda um efetivo esforço de compartilhamento institucional, na busca da integração das ações e políticas públicas territoriais, bem como articulação com a sociedade civil e seus interesses comuns.

O Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002 (BRASIL, 2002), alterado pelo Decreto nº 6.288, de 6 de dezembro de 2007 estabelece critérios quanto ao ZEE, onde já é previsto a elaboração de um diagnóstico de zona, em que foi distribuído o território, contendo “indicadores de vulnerabilidade natural à perda de solo” entre outros indicadores de fragilidade natural (BRASIL, 2007).

O desenvolvimento dos centros urbanos está atrelado às presentes e futuras condições do ambiente. Boff (1996) já questionava que o atual modelo de desenvolvimento proposto à sociedade e pela sociedade destrutura o equilíbrio do planeta, ameaçado pela depredação. Dessa forma, a busca pelo desenvolvimento das sociedades contemporâneas globalizadas pelo desenvolvimento sustentável se fundamenta na necessidade do respeito aos diferentes ecossistemas e garante uma boa qualidade de vida às gerações presentes e futuras.

## **5. CONCLUSÃO**

Os elementos que compõem o meio ambiente possuem fragilidades acerca da manutenção e qualidade. O uso e ocupação do solo têm influência chave na qualidade do meio ambiente e suas condições para proteção e conservação, o que pode garantir a manutenção do ambiente sadio e sustentável.

O espectro de saturação da região estudada varia do ciano ao verde escuro. Assim, o mapeamento da vulnerabilidade à perda de solos mostrou um grau de variabilidade entre 1,2 a 1,9, categorizados de acordo com a metodologia estudada, como U12, o que qualifica a região estudada como moderadamente estável à medianamente estável.

A vulnerabilidade natural à perda de solos influencia na degradação dos mesmos e dos recursos hídricos e pode estar relacionada a vários fatores, tal como característica climáticas, geológica, geomorfológica e principalmente ao uso e ocupação do solo. O mapeamento da vulnerabilidade natural à perda através de técnicas de geoprocessamento serve então de ferramenta de planejamento e gestão ambiental, também como subsídio na busca de melhoria e desenvolvimento do ambiente.

Logo, no aprofundamento de estudos ambientais associados à busca de soluções faz-se necessário uma releitura dos conceitos de solo e seus elementos para o uso e gestão dos recursos naturais, buscando a integração de tais preocupações, conceitos e necessidades com os gestores territoriais, formadores de opinião e a sociedade em geral.

## **6. SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS**

Para pesquisas futuras, seria recomendando aliar o estudo da vulnerabilidade natural à perda ao mapeamento detalhado do uso e ocupação do solo, também com a comparação da atual condição da área estudada em anos anteriores, através de uma análise multi-temporal

das classes temáticas, como vegetação, corpo hídrico, área antropizada e plantio de culturas agrícolas.

## 7. REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?** Brasília: SAG, 2011. 64 p.: il. Cadernos de capacitação em recursos hídricos; v.1.
- BARRELLA, W.; PRETERE JR., M.; SMITH, W. S. **As Relações Entre as Matas Ciliares os Rios e os Peixes**. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- BERTONI, J.; NETOF, L. **Conservação do solo**. Piracicaba, SP: Livro ceres, 1985. 368p.
- BOFF, L. **Da libertação e ecologia: desdobramento de um mesmo paradigma**. In: ANJOS, Marcio Fabri. "Teologia e novos paradigmas". São Paulo: Editora Loyola, 1996. p. 76.
- BRASIL. Decreto nº. 4.297, de 10 de julho de 2002. **Estabelece critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4297.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4297.htm)>. Acesso em: 18 fevereiro de 2015.
- BRASIL. Decreto nº 6.288, de 6 de dezembro de 2007. **Dá nova redação ao art. 6º e acresce os arts. 6-A, 6-B, 6-C, 13-A e 21-A ao Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6288.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6288.htm)>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2015.
- CARDOSO, D. L.; MOI, V. S.; JACOB, M. H. S. **Mapeamento Geotécnico da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel-Pr: Representação 2D E 3D para Estudos e Projetos Geoambientais**. Edital CNPq/VALE S.A.– Forma Engenharia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, PR, 2014.
- CASCAVEL. Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMA). **Dados do acervo da secretaria**. Cascavel, PR, 2006.
- CASCAVEL. Secretaria Municipal de Planejamento (SEPLAN) **Cartografia Municipal**. Cascavel, PR, 2003.
- CASCAVEL. Secretaria do Planejamento (SEPLAN) **Perfil do Município**. Cascavel, 2009. Disponível em: <<http://www.cascavel.pr.gov.br/secretarias/seplan/pagina.php?id=202>>. Acesso em: 16 de Março de 2015.
- CECATTO, C. A. **Modelagem das Perdas de Solo e Água por Erosão Hídrica Pluvial**. 2014. 130 p. Tese (doutorado em manejo do solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, 2014.
- COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS (CBH). **O que é um CBH?** Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/GestaoComites.aspx>>. Acesso em: 01 de abril de 2015.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T; BARBOSA, C. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento**

**Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial.** São José dos Campos, SP: INPE, 2001.

DIEMER, F.; RAMBO, D.; SPECHT, L. P.; POZZOBON, C. **Propriedades Geotécnicas do Solo Residual de Basalto da Região de Herói/RS.** Revista Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.12, p.25-36. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, RS, Outubro, 2008.

ENGEL, F. L. **Erosão Hídrica Provocada por Chuvas Simuladas Durante o Cultivo da Soja.** 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. 2005

FENDRICH, R.; OBLADEN, N.; AISSE, M. M.; GARCIAS, C.M.  
**Drenagem e controle da erosão urbana.** Ed. Champanhat, Curitiba, PR, 1997. 486p.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Caderno Estatístico: Município de Cascavel.** Disponível em:  
<<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=85800&btOk=ok>> Acesso em: 25 de jan. 2015.

JUNIOR, E.G.; GERALDO, C. H.; PERSEL, C.; FOGAÇA, P. L. G. Levantamento da Mastofauna em Fragmento Florestal Localizado na Cidade de Cascavel – Paraná. **Cultivando o Saber.** Cascavel, v. 6, n. 4, p. 175 - 183, 2013. Disponível em:  
<[http://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando\\_o\\_saber/52b64549c8c38.pdf](http://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/52b64549c8c38.pdf)>. Acesso em: 15 de Abril de 2015.

LIMA, F. R.; MARTINELLI, M. **As Unidades Ecodinâmicas na Cartografia Ambiental de Síntese.** Rio Claro, 2008. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Nuevastecnologias/Cartografiatematica/08.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2015.

MAGALHÃES, R. A. **Erosão: Definições, Tipos e Formas de Controle.** VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia, GO, 03 a 06 de maio de 2001.

MESQUITA, C.; ASSIS, A. Q. S.; SOUZA, R. **Mulheres e Vulnerabilidade Natural à Perda de Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Sagrado – Morretes/PR.** Revista de Geografia. Recife, PE: UFPE– DCG/NAPA, v. especial SINAGEO, n. 2, set. 2010.

MUKAI, H. **Proposta de Modelo de Gestão Ambiental Baseado na Comunidade – Estudo de Caso no Lago Municipal de Cascavel, PR.** Florianópolis: UFSC, 2003. 136 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/84749/226591.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 de Abril de 2015.

NASCIMENTO, J. A. **SA Sustentabilidade Ambiental Urbana a Partir de Uma Perspectiva Espacial: O Caso das Cidades da Amazônia Brasileira.** Revista Mercator, ano 05, nº09, 2006.

NETO, J.F. C. **Elaboração de mapas de vulnerabilidade natural à erosão como subsídio ao zoneamento ambiental em bacias hidrográficas com o uso de geoprocessamento.** Revista

Brasileira de Espeleologia, v. 1, n. 1, p. 52-60, Brasília, DF, 2010.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RSASCAR, 2008.

ROVANI, F. F. M.; CASSOL, R.; WOLLMANN, C. A.; SIMIONI, J. P. D. **Análise da Vulnerabilidade Natural à Perda de Solo de Barão De Cotegipe, RS**. Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume 29 (2015), p. 262 a 278.

SCOLFORO, J. R. et al. **Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais**. Lavras - MG: UFLA, 2008. 161p.

TOSIN, G.A.S. **Caracterização física do uso e ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola área de concentração em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente) - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, PR, 2005.

## **ESCOLHA DA REVISTA PARA PUBLICAÇÃO**

Para posterior publicação do presente trabalho, fora escolhida a Revista Brasileira de Ciências Ambientais (RBCIAMB). A RBCIAMB, de qualis A2, ISSN impresso: 1808-524 e ISSN eletrônico: 2176-9478 publica artigos completos de trabalhos científicos originais ou trabalhos de revisão com relevância para a área de Ciências Ambientais.

Um dos diferenciais da RBCIAMB seria o fato desta priorizar artigos com perspectiva interdisciplinar com foco central na discussão de problemáticas que se inscrevam na relação sociedade e natureza em sentido amplo, envolvendo aspectos ambientais em processos de desenvolvimento, tecnologias e conservação.

## **LÍNGUA**

A RBCIAMB publica artigos em Português e em Inglês.

## **SUBMISSÃO**

- Os artigos submetidos à RBCIAMB devem ser inéditos e estar dentro do escopo da revista. Todo o processo de submissão e análise é feito por via eletrônica, através do email [rbciamb@abes-dn.org.br](mailto:rbciamb@abes-dn.org.br). Os arquivos devem estar em MS Word, ter no máximo 10Mb com todo o conteúdo do artigo, arquivos com figuras ou mapas de formato superior devem ser editados de forma a serem compatíveis com a limitação apresentada.
- Os trabalhos, sempre que possível, devem ser organizados com a seguinte estrutura: título em português e inglês, nome dos autores, afiliação dos autores com cidade e estado, resumo, abstract, palavras-chave, keywords, introdução, objetivos, materiais e métodos, resultados e discussão, conclusões e referências. Resumos com no máximo 150 palavras.
- O texto deverá ser formatado para um tamanho de página A-4, margens 3 cm para esquerda e superior, e 2 cm inferior e direita. As páginas deverão ser devidamente numeradas.
- Deve ser empregada fonte Calibri, corpo 10. Obs.: Para impressão do presente trabalho impresso foi adotado Fonte 11 para melhor leitura do documento.
- O espaçamento entre as linhas deverá ser 1,15. O texto integral do artigo não deve ultrapassar 20 páginas.
- O tamanho máximo que pode ter figura e tabela é de uma página A4; Tabelas e figuras devem ser limitadas a 5 no conjunto; Serão aceitos artigos com tabelas ou figuras. Quadros serão identificados como tabela.
- Todos os gráficos, desenhos, figuras e fotografias devem ser denominados "Figura". Não se escreve "FONTE" abaixo ou acima de figura ou tabela, o correto é citar a referência no texto referente ao objeto (figura ou tabela). As figuras e tabelas devem ser numeradas em ordem crescente de acordo com a sua inserção no texto. Legendas de tabelas são colocadas acima das tabelas e de figuras abaixo.
- As referências devem seguir as normas vigentes da ABNT 2002- NBR 6023.

## **AVALIAÇÃO**

Toda contribuição submetida à RBCIAMB é encaminhada para revisores adhoc. No caso dos revisores solicitarem alterações as mesmas devem ser realizadas num período de até 30 dias ou a critério do Editor.