



PERDAS DE SOLO POR EROÇÃO NA BACIA CACHOEIRA CINCO VEADOS, RS

Fernanda Dias dos Santos – fernandadiotti@hotmail.com – Universidade Federal de Santa Maria

Jussara Cabral Cruz – jussaracruz@gmail.com – Universidade Federal de Santa Maria

Elenice Broetto Weiler – elenicebroettoweiler@gmail.com – Universidade Federal de Santa Maria

Roberta Aparecida Fantinel – fantinel.ar@gmail.com – Universidade Federal de Santa Maria

Varlen dos Santos Nassinhack – varlennassinhack@gmail.com – Universidade Federal do Pampa

Resumo: O estudo de planejamento ambiental tem como base alguns critérios de avaliação, que utilizam de ferramentas para elaborar cenários de tomada de decisões. O presente trabalho teve objetivo determinar a perda potencial de solo para a Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS, utilizando a Equação Universal de Perda de Solo (USLE) como subsídio para tomada de decisões na mudança de uso do solo, visando uma melhoria nas condições ambientais. Para os cenários estudados (uso agropecuária, uso floresta/reflorestamento e uso campestre), o uso que apresenta as menores perdas é o solo coberto com agropecuário ($600,82 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$), seguido pelo uso floresta/reflorestamento ($1.267,54 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) e uso campestre ($3.211,49 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$). Para as condições atuais de uso do solo da bacia as perdas potenciais são de $1.246,4 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$. A ferramenta permitiu criar cenários de uso do solo para planejamento ambiental da área de estudo, fornecendo subsídios para tomada de decisão.

Palavras-chave: Erosão Hídrica, USLE, Planejamento Ambiental.

POTENTIAL LOSS OF SOIL BY EROSION IN THE BACIA CACHOEIRA CINCO VEADOS, RS

Abstract: The environmental planning study is based on some evaluation criteria, which use tools to elaborate decision-making scenarios. The objective of this work was to determine the potential loss of soil for the Cachoeira Cinco Veados Basin, RS, using the Universal Soil Loss Equation (USLE) as a subsidy for decision making on land use change, aiming at an improvement in environmental conditions. For the scenarios studied (agricultural use, forest use / reforestation and rural use), the use with the lowest losses is the soil covered with agriculture ($600.82 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$), followed by forest / reforestation ($1,267.54 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{year}^{-1}$) and country use ($3,211.49 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{year}^{-1}$). For the current conditions of basin soil use the potential losses are $1,246.4 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{no}^{-1}$. The tool allowed to create scenarios of land use for environmental planning of the study area, providing subsidies for decision making.

Keywords: Water Erosion, USLE, Environmental Planning.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



1. INTRODUÇÃO

Solo é o meio natural para o crescimento e desenvolvimento de diversos organismos vivos e que fornece às raízes fatores de crescimento como suporte, água, oxigênio e nutrientes (LIMA et.al.,2004) e tem por função o armazenamento, escoamento e infiltração da água da chuva e de irrigação, armazenamento de nutrientes para as plantas, ação filtrante e protetora da qualidade da água, matéria prima ou substrato para obras civis (casas, indústrias, estradas), cerâmica e artesanato.

Com o aumento da população mundial, surge a necessidade de aumento da produção de alimentos, tais como: milho, arroz, feijão, soja, café, carnes, dentre outros. Para ocorrer esse aumento de produção, é necessário aumentar a área plantada ou aumentar a produção na mesma área que vem sendo cultivada (CARNEIRO, 2005). As práticas agrícolas, como o preparo do solo, desde a descoberta do Brasil até os dias atuais têm sido realizadas, na maioria das vezes, de forma inadequada, resultando em agressões aos elementos naturais, como as florestas, o solo e a água, em muitos locais, inviabilizando o uso devido práticas de formas inadequadas.

Entende-se por erosão a desagregação, transporte, deposição e a remoção de partículas do solo ou de fragmentos de rochas, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo ou organismos. Tais processos são condicionados basicamente por alterações do meio ambiente, provocadas pelo uso do solo nas suas várias formas, desde o desmatamento e a agricultura, até obras urbanas e viárias, que, de alguma forma, propiciam a concentração das águas de escoamento superficial, acelerado pelas ações antrópicas (ARRAES et al., 2010). Desta forma, a degradação do solo afeta em diversos processos, tais como: redução de sua fertilidade natural; diminuição da matéria orgânica; perda de solo por erosão hídrica e eólica, contaminação do solo por resíduos urbanos e industriais, alteração do solo para obras civis, como cortes e aterros e a exploração mineral, ou seja, o aumento da população mundial está sendo uma ameaça ao meio ambiente, principalmente ao solo e à água (PEIXOTO, 2014).

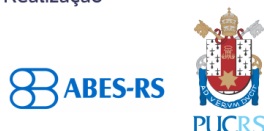
A ação da água da chuva sobre os terrenos continua sendo um dos principais agentes da degradação dos solos brasileiros. As terras transportadas dos terrenos pelas enxurradas são, em grande quantidade, depositadas nas calhas dos cursos d'água, reduzindo a capacidade de armazenamento da água da chuva, ocasionando inundações, com graves consequências socioeconômicas. Além disso, junto com a água são arrastados os adubos e materiais orgânicos, contaminando a água (MARCONDES, 2011).

Estudo realizado por Cogo et al. (2003) comprova que as perdas de solo por erosão hídrica são mais elevadas no preparo convencional, intermediárias no preparo reduzido e mais baixas na semeadura direta, sendo que o aumento da perda de solo com o aumento dos valores das classes de declividade do terreno foi maior no preparo convencional do que no preparo reduzido e na semeadura direta. Segundo Lima et al. (1992), no Rio Grande do Sul a erosividade das chuvas concentra-se mais na época de implantação e desenvolvimento das culturas de primavera-verão, aumentando o potencial de erosividade neste período, sendo que os principais fatores que interferem na erosão hídrica do solo são: chuva, infiltração, topografia do terreno, cobertura vegetal e natureza do solo (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1985).

Uma das formas de se avaliar a perda anual de solo consiste em utilizar modelos de simulação para apresentar matematicamente o processo de erosão hídrica, sendo que um dos mais empregados no mundo é a USLE (Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier e Smith, 1978), sendo a erosividade do solo (fator R), erodibilidade do solo (fator K) associados a um fator que considere a cobertura e manejo do solo (fator C) são variáveis do modelo. A seguir, faz-se uma apresentação mais detalhada desse modelo, que é utilizado nesta pesquisa.

A Equação Universal da Perda de Solo (*Universal Soil Loss Equation* – USLE) é um dos modelos de predição da erosão mais conhecidos e utilizados no mundo. O modelo foi obtido a partir de observações de perda de solo em mais de 10.000 parcelas padrão, com 3,50 metros de largura; 22,10 metros de comprimento e 9% de declividade, localizadas em todas as regiões dos Estados Unidos (Wischmeier & Smith, 1978). Trata-se de um modelo matemático obtido por meio de análises

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



estatísticas de dados experimentais e desenvolvido para ser usado no planejamento de medidas de conservação do solo. A equação é expressa por:

$$A = R K L S C P$$

Onde:

A = representa a estimativa de perda média anual de solo em determinada área, em condições específicas de uso e ocupação do solo ($Mg\ ha^{-1}ano^{-1}$);

R = Erosividade da chuva ($MJ\ ha^{-1}mm\ h^{-1}\ ano^{-1}$);

K - Erodibilidade do solo ($Mg\ ha^{-1}MJ^{-1}\ mm^{-1}\ há\ h$);

L = Comprimento de rampa (m) – relação de perdas de solo entre um comprimento de declive qualquer e um comprimento de rampa de 22,10 metros para o mesmo solo e grau de declividade;

S = Declividade de rampa (%) - relação de perdas de solo de um declive qualquer e um declive de 9% para o mesmo comprimento de rampa;

C = Uso e manejo do solo (0 a 1) – relação entre perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto, ou seja, nas mesmas condições em que o Fator K é avaliado;

P = Práticas conservacionistas (0 a 1) – representa os efeitos das práticas conservacionistas.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo determinar as perdas de solo por erosão hídrica para a Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Pertencente à bacia hidrográfica do Rio Ibicuí, a Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS, está situada na Região Hidrográfica do Uruguai e abrange quatro municípios: Tupanciretã, Quevedos, Júlio de Castilhos e São Martinho da Serra. Suas coordenadas geográficas são $29^{\circ}00'$ e $29^{\circ}30'$ de latitude Sul e $53^{\circ}39'$ e $54^{\circ}06'$ de longitude Oeste, estando estas sob o SIRGAS 2000, base para todo o mapeamento realizado no trabalho.

Para elaboração de estudos baseados em perdas de solo por erosão, trabalhou-se com chuvas máximas, que são as condições que propiciam as maiores perdas, fazendo com que se desenhem quadros de criticidade reais que possam ocorrer na área a ser planejada, trabalhando-se assim com eventos extremos e o mínimo de falhas em tais planejamentos.

Os mapas de perdas de solo para os usos atuais da Bacia Cachoeira Cinco Veados foram elaborados segundo a metodologia proposta por Weiler (2017), sendo que a autora testou metodologias semelhantes (Cassol (2007), Santos (2008), Rufino et al. (1993)). Os valores de R (erosividade do solo) médios foram encontrados por Weiler (2017), seguindo a metodologia de Rufino et al. (1993). Optou-se por adotar essa metodologia exatamente por serem valores médios de erosividade, e assim não sub e nem superestimar valores para a Bacia Cachoeira Cinco Veados.

Os valores de K (Erodibilidade do solo) seguiram trabalho desenvolvido por Weiler (2017), baseando-se em trabalhos de outros autores (DENARDIN e WUNSCHE, 1981; DENARDIN, 1990; TOMAZONI et al., 2005; PRADO e NÓBREGA, 2005; LINO, 2010; FRANCO et al., 2012, DIDONÉ, 2013; PASQUATO e TOMAZONI, 2016), conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de K para solos para a Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS.

Solos	Unidade de Mapeamento (Brasil, 1973)	Classificação (Streck et al., 2008; SiBCS, 2006)	K ($t.ha.Mj^{-1}.mm^{-1}$)	Autor
Latossolo	Cruz Alta	Vermelho Distrófico típico	0.02078	Denardi e Wunsche (1981); Denardin (1990); Tomazoni et al, (2005; Lino (2010), Didoné (2013)
	Passo Fundo	Vermelho Distrófico húmico	0.0226	

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Argissolo	Tuia	Vermelho-Amarelo Distrófico arênico abrupto	0.02857	Prado e Nóbrega (2005); Lino (2010)
	Julio de Castilhos	VermelhoAmarelo Alimínico úmbrico	0.3119	Franco et al. (2012); Didoné (2013)
Neossolo	Guassupi	Litófico Distro-úmbrico fragmentários típicos	0.0328	Lino (2010); Pasquato e Tomazoni (2016)
Chernossolo	Ciríaco Charrua	Argilúvico Férrico típico	0.0454	Tomazoni et al. (2005); Lino (2010)

Fonte: Weiler, 2017.

Para elaboração dos mapas, trabalhou-se com a situação atual da Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS. Na interpolação dos dados utilizou o interpolador IDW - *Inverse Distance Weighed*, que é uma ferramenta matemática que atribui valores relativos as variáveis inseridas em campos de valores já existentes, transformando dados discretos em contínuos, descritos por Weiler (2017). A área correspondente a cada uso é: campestre – 486,65 km²; floresta/reflorestamento – 46,51 km²; agropecuária – 1002,62 km² e antrópico urbano – 6,12 km².

As classes de declividade consideradas para este trabalho foram definidas pela EMBRAPA SOLOS (0-3; 3-8; 8-20; 20-45; 45-75 e maior que 75%), adotada por Weiler (2017) (TABELA 2).

Tabela 2 - Classes de declividade e valores de Fragilidade atribuídos por classe.

Classes de Declividade (%)	Tipo de Relevô	Área	
		Km ²	%
0 - 3	Plano	434,63	28,19
3 - 8	Suave ondulado	828,12	53,71
8 - 20	Ondulado	263,96	17,12
20 - 45	Forte Ondulado	14,55	0,94
45 - 75	Montanhoso	0,63	0,04
> 75	Forte Montanhoso	0,01	0,001

Fonte: Adaptado de Weiler (2017).

O Fator C (uso do solo) foram obtidos por meio de revisão bibliográfica de trabalhos como de Costa et al., (2005); Stein et al., (1987); Lino (2010); Castro e Valério Filho (1997); Didoné (2013), levantados de forma mais condizente possível com a área de estudo em questão, sendo considerado para uso campestre 0,08285, floresta/reflorestamento 0,03270, agropecuária 0,0155 e antrópico urbano 0,03672.

Foram definidos cenários de uso do solo na bacia para simulação das perdas com objetivo de auxílio em estudos e planejamento de bacias. Para cada cenário de planejamento da Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS, realizou-se a simulação para toda a bacia coberta pelo uso testado em cada cenário e assim estimar as perdas de solo para cada situação. Cada cenário foi concebido assumindo-se que, exceto o uso antrópico urbano, toda a bacia passaria a ser ocupada por um único tipo de cobertura: floresta/reflorestamento, campestre e agropecuária (soja/pastagem/soja), conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Cenários de Uso do Solo da Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS.

Cenário atual	Área (Km ²)	Área (%)	Observações
Campestre	486.65	31.56	
Floresta/Reflorestamento	46.51	3.02	Cenário atual da bacia
Agropecuária (SPS)	1002.62	65.02	

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Antrópico Urbano	6.12	0.39	
Total	1541.9	100	
Cenário 1	Área (Km²)	Área (%)	Observações
Floresta/Reflorestamento	1535.78	99.61	
Antrópico Urbano	6.12	0.39	
Total	1541.9	100	Simulação de toda bacia com Floresta/ Reflorestamento, exceto uso antrópico urbano
Cenário 2	Área (Km²)	Área (%)	Observações
Campestre	1535.78	99.61	
Antrópico Urbano	6.12	0.39	
Total	1541.9	100	Simulação de toda bacia com uso campestre, exceto uso antrópico urbano
Cenário 3	Área (Km²)	Área (%)	Observações
Agropecuária (SPS)	1535.78	99.61	
Antrópico Urbano	6.12	0.39	
Total	1541.9	100	Simulação de toda bacia com Agropecuária (SPS), exceto uso antrópico urbano

Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2018.

Para o fator P (práticas conservacionistas), adotou-se valor máximo (0,5 – 1) para áreas de uso antrópico e valor médio (0,5) para as demais áreas da Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS, seguindo valores propostos por Bertoni e Lombardi Neto (1999).

As perdas potenciais de solo foram divididas em 8 classes, de acordo com a tabela 3.

Tabela 3 - Classes de Perda Potencial de Solo Para a Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS.

Classes de Perda Potencial de Solo	(ton.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
1	0 - 1
2	1 - 10
3	10 - 50
4	50 - 100
5	100 - 500
6	500 - 1000
7	1000 - 5000
8	> 5000

Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2018 (Adaptado de RIBEIRO, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No cenário atual do uso do solo da Bacia Cachoeira Cinco Veados predomina o uso agropecuária, sendo que 65,02 % da área exerce atividade agrícola (Soja – Pastagem – Soja). Os cenários de perda potencial do solo foram designados em função dos usos atuais da bacia: campestre, agropecuária e floresta/reflorestamento, sendo que neste foram consideradas as áreas de silvicultura.

As perdas potenciais de solo foram determinadas por meio da Equação Universal de Perda de Solo, sendo que para a Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS, assumiu-se que os valores de K, P, LS e R (erodibilidade, práticas conservacionistas, fator topográfico e erosividade mantiveram-se constantes, conforme metodologia descrita e testada por Weiler (2017), alterando apenas o Fator C, de uso e cobertura do solo, de acordo com os usos atuais da bacia.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



A erosividade da chuva (R) foi determinada considerando-se os dados de precipitação da Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS. Os valores obtidos para a erosividade da chuva seguiram metodologia de Rufino (1993), de acordo com Weiler (2017) e estão apresentados na Tabela 4, dados estes utilizados para geração do *rasteres* com valores de erosividade para cada ponto da bacia, para chuvas máximas, médias e mínimas. Para posterior planejamento foram utilizados somente as perdas potenciais para chuvas máximas, considerados eventos extremos de criticidade e que requerem mais atenção, sendo que em caso de planejamento serão estas as situações analisadas.

Tabela 1 - Erosividade da chuva ((Mj.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹) para a Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS (1985 – 2015).

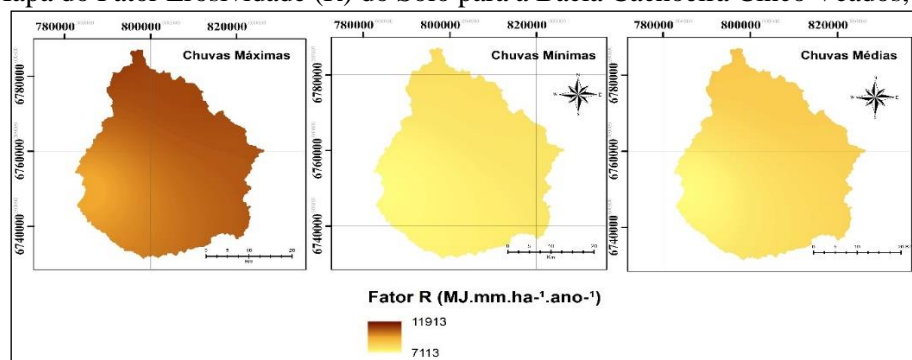
Estações	R (mínimas)	R (médias)	R (máximas)
Anderson Clayton (2853028)	7563,03	7830,30	10146,81
Coimbra (2854012)	8058,34	8713,64	11126,55
São Bernardo (2854013)	8425,08	9436,32	11913,90
Dona Francisca (2953008)	7942,59	8850,39	11270,40
Tupanciretã (2953030)	7898,89	8487,93	10880,19
Furnas do Segredo (2954005)	7197,85	8432,35	10824,79
Quevedos (2954019)	7197,85	7187,79	9451,15
Florida (2954030)	7696,91	8076,84	10433,79
Esquina dos Lima (2954031)	7915,80	8471,72	10863,69
Ponte Toropi II (2954032)	7113,01	7055,42	9291,28

Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2018.

O fator R, que representa a erosividade da chuva para a Bacia, foi determinado em função dos dados de chuva para cada estação, sendo que a estação São Bernardo (2854013), localizada no Município de Tupanciretã, apresentou os maiores valores. Os valores da erosividade da chuva foram utilizados para especializar os dados das estações, visto que somente duas delas encontram-se dentro da Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS. Apesar das demais estações não estarem dentro da bacia, as mesmas são representativas para o local por estarem distribuídas próximas e em locais com características semelhantes.

A partir dos valores de erosividade e com a localização geográfica das estações pluviométricas, gerou-se o mapa *raster* com valores de erosividade para cada ponto da bacia hidrográfica, por meio de método de interpolação (IDW), como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Mapa do Fator Erosividade (R) do Solo para a Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS.



Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2018.

Realização



Correalização



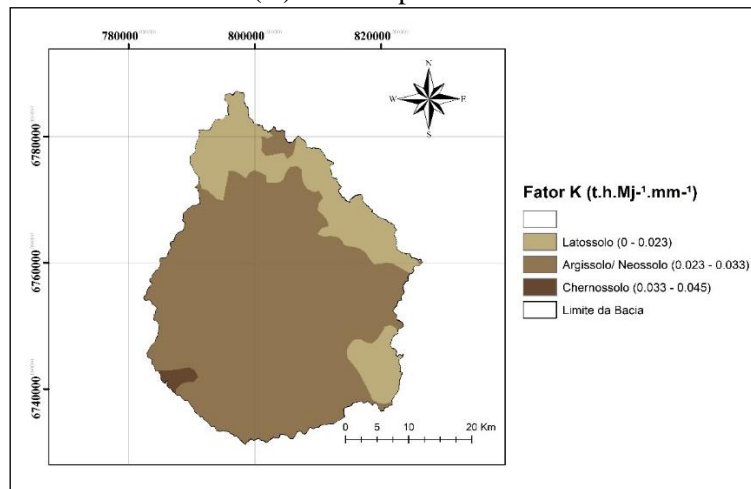
Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

Foram obtidos valores de erosividade média anual para a série de 30 anos (1985 – 2015) de 10.844,24 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹ para chuvas máximas, 7.797,90 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹ para chuvas médias e 9.386,73 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹ para chuvas mínimas, consideradas normais para essa região do Rio Grande do Sul, onde o índice de pluviosidade é de 1750 mm/ano. Estudo realizado por Bazzano et al. (2010), em Rio Grande, RS, o valor do valor médio de erosividade obtido foi de 5.135 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹, para um período de 24 anos (1957 – 1981). Já para a localidade de Hulha Negra, RS, o valor médio da erosividade da chuva foi de 6209 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹, para um período avaliado de 28 anos (1956 – 1984) (MARTINS et al., 2009), corroborando com resultado encontrado por Oliveira (2004), com média de 8.452 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹, para a Bacia do Rio Araguaia, entre os estados de Goiás e Mato Grosso.

O mapa do fator K (FIGURA 2), que representa a erodibilidade do solo, obtido a partir da reclassificação do mapa de solos, apresentou valor médio de 0.028 t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹.

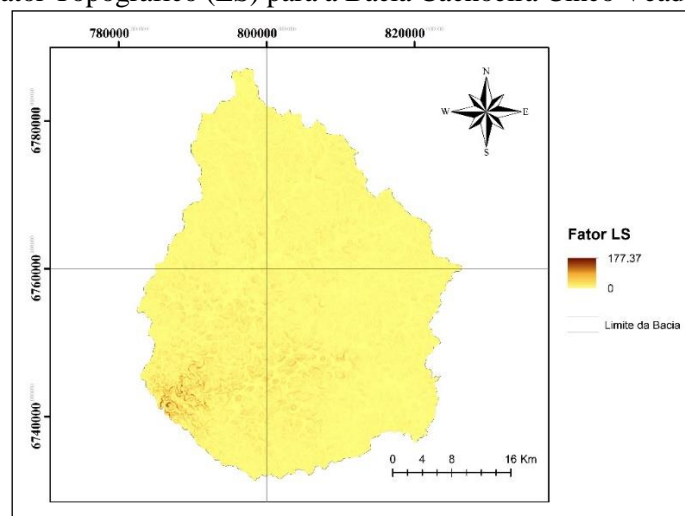
Figura 2 - Mapa do Fator Erodibilidade (K) do Solo para a Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS.



Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2018.

Os maiores valores de declividade, acima de 30°, ocorrem próximos ao exutório da bacia, variando de relevo ondulado a forte montanhosos, ocupando área de 279,15 Km², correspondendo a 18,1 % da área da bacia. Contudo, a classe de relevo plano a suave ondulado ocupa 81,9 % da área total, prevalecendo desta forma na bacia declividades entre 0 a 8% (FIGURA 3).

Figura 3 - Mapa do Fator Topográfico (LS) para a Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS.



Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2018.

Realização

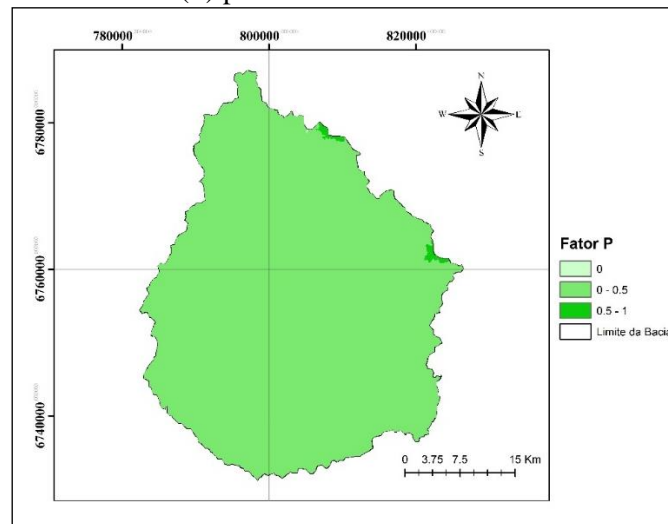
Correalização

Informações:

Os valores de LS acima de 35 concentram-se próximos ao exutório, onde há áreas com paredões de rochas e declividades mais acentuadas. Os resultados do fator LS para a bacia assemelham-se aos encontrados por Didoné (2013) em áreas de maior declive e relevo montanhoso.

O mapa do Fator P foi elaborado tendo como base os valores já descritos por Bertoni e Lombardi Neto (1999). Na Figura 4 observa-se que toda a área da bacia assumiu valor entre 0 – 0,5, exceto para o uso antrópico urbano que assumiu valor entre 0,5 – 1.

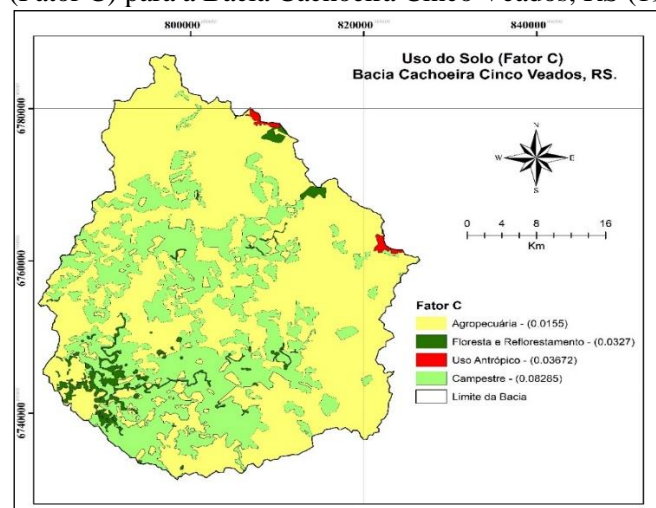
Figura 4 - Práticas conservacionistas (P) para a Bacia Cachoeira Cinco Veados – RS (1985 – 2015).



Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2018.

O Fator C, representado pelo uso e manejo do solo, apresenta valores variando de 0,0155 até 0,08285 (FIGURA 5), sendo que quanto mais próximo estiver de um, o valor representa uso mais protetivo do solo em relação ao manejo. O mapa de uso e manejo do solo foi elaborado por meio da reclassificação de mapas, tendo como base o mapa de uso e cobertura do solo da Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS.

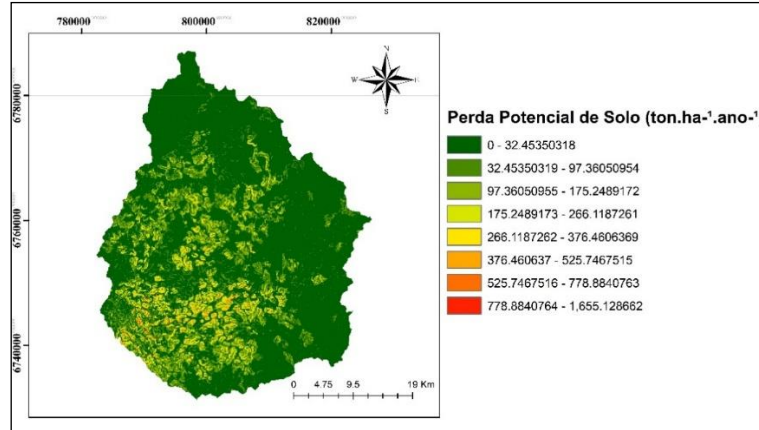
Figura 5 - Uso do solo (Fator C) para a Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS (1985 – 2015).



Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2018.

Inicialmente, a perda potencial de solo foi calculada com o uso atual do solo da Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS, para anos chuvosos (chuvas máximas), anos normais (chuvas médias) e anos secos (chuvas mínimas), para o período de 30 anos (1985 – 2015). A perda potencial de solo calculada pelas chuvas máximas, atingiu valor de 1.655,13 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ (FIGURA 6).

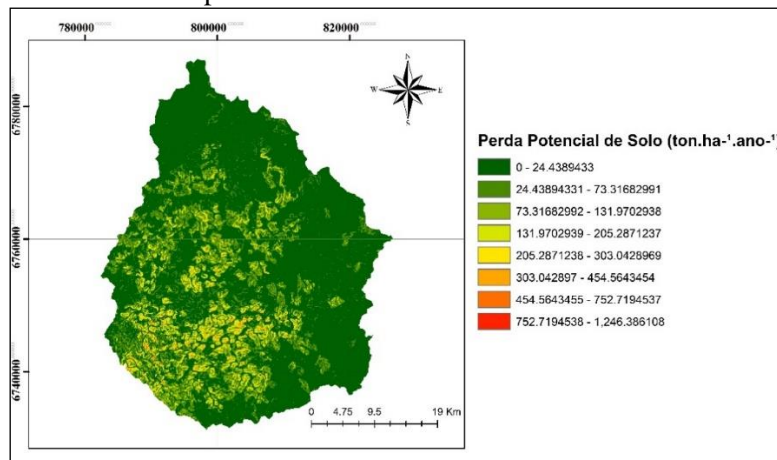
Figura 6 - Perda Potencial de Solo para chuvas máximas na Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS.



Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2018.

Para perda potencial de solo para chuvas médias o valor foi de 1.264,78 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ (FIGURA 7).

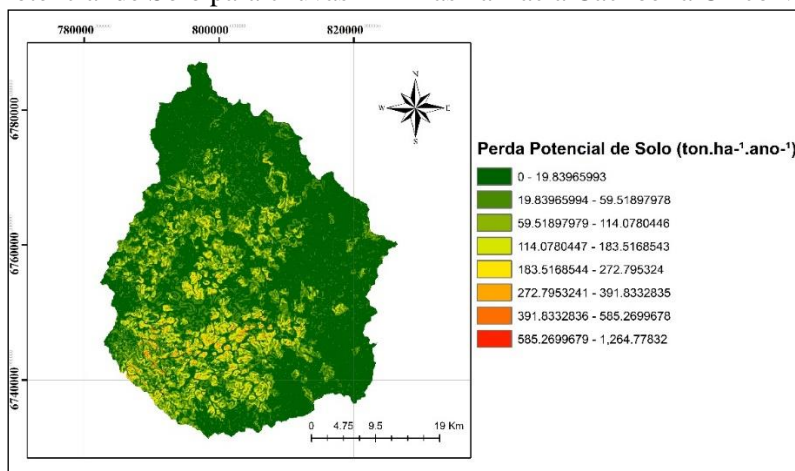
Figura 7 - Perda Potencial de Solo para chuvas médias na Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS.



Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2018.

Já para chuvas mínimas, a perda potencial de solo foi de 1.246,39 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ (FIGURA 8).

Figura 8 - Perda Potencial de Solo para chuvas mínimas na Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS.



Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2018.

Observa-se que, mesmo em períodos onde a precipitação está abaixo dos níveis normais, considerados anos secos, a perda de solo por erosão tem destaque nas áreas próximas ao exutório da bacia. A ocorrência de áreas de criticidade no que se refere às perdas de solo por erosão no entorno do exutório explica-se pelo fato de ser área com maior disponibilidade de água e maior declividade, sendo áreas com restrição de uso, protegidas com maior fiscalização, exigindo assim maiores cuidados quando se trata de planejamento da bacia e ações de gestão mais intensas. Outro fator preponderante é o tipo de solo no entorno do exutório (Chernossolo), que é mais suscetível a erosão. Em estudo desenvolvido por Costa (2000), no estado da Bahia, a autora afirma que em área de pastagem do tipo Chernossolo, a degradação é mais intensa quando comparada ao solo do tipo Gleissolo, especialmente quando o manejo não é adequado, ocasionando perdas.

Para Wagner et al. (2007), solos do tipo Chernossolo são considerados de alta fertilidade natural, sendo denominados pelos agricultores como “terra preta” e caracterizados por sua grande capacidade de retenção de água, em função do elevado teor de matéria orgânica. Essa característica torna quase impossível seu manejo durante os meses chuvosos de inverno, evidenciando o potencial erosivo do mesmo. Estudo realizado por Cunha (2016), avaliando a suscetibilidade a erosão na Bacia Hidrográfica do Alto Camaquã – RS, diz que tal característica desse tipo de solo se deve aos mesmos variarem de pouco profundos a profundos, apresentando suscetibilidade aos processos erosivos pela presença de horizonte subsuperficial B textural ou de horizonte com caráter argilúvico.

Com o intuito de identificar as potencialidades de uso dos solos da bacia aplicou-se a estratégia utilizada por Weiler (2017), construindo-se cenários com uso mais impactante e excluindo áreas que não devem ser utilizadas para esse uso. Depois para o segundo mais impactante, e depois sucessivamente.

Para esse planejamento, considerando o estudo de caso da Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS, reclassificou-se a área, de forma que toda a bacia assumiu somente um uso cada vez, exceto o uso antrópico urbano. Para a nova classificação, se estabeleceu um limite de perda de solo admitida de 100 ton.ha⁻¹.ano⁻¹, seguindo metodologia proposta por Weiler (2017), onde o comportamento da bacia mostra-se semelhante para as equações testadas e a partir deste valor o comportamento erosivo da bacia muda para cada equação, sendo que as maiores diferenças são observadas nas classes de 500 a 5.000 ton.ha⁻¹.ano⁻¹. A partir dessa premissa, geraram-se os mapas com os 3 (três) cenários, onde áreas passíveis de uso encontram-se dentro do limite de perda potencial de solo de 100 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ e áreas não passíveis de uso são as áreas onde esse limite é excedido, passando a ser área de planejamento (FIGURA 9).

Realização

ABES-RS



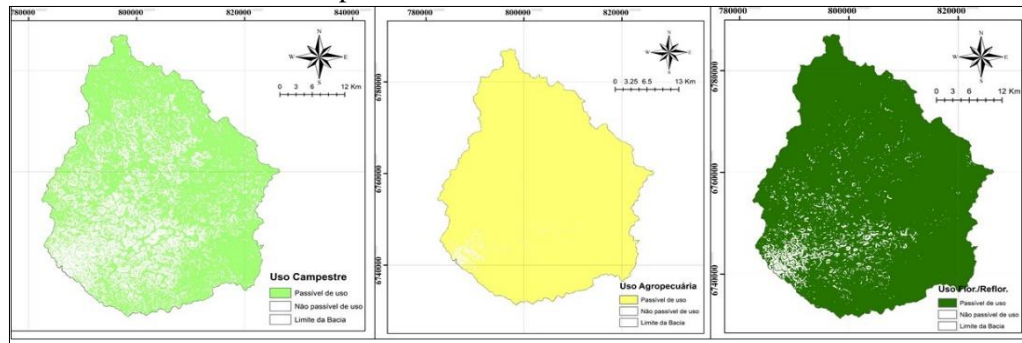
Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

Figura 9 - Cenários de Uso do Solo para a Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS.

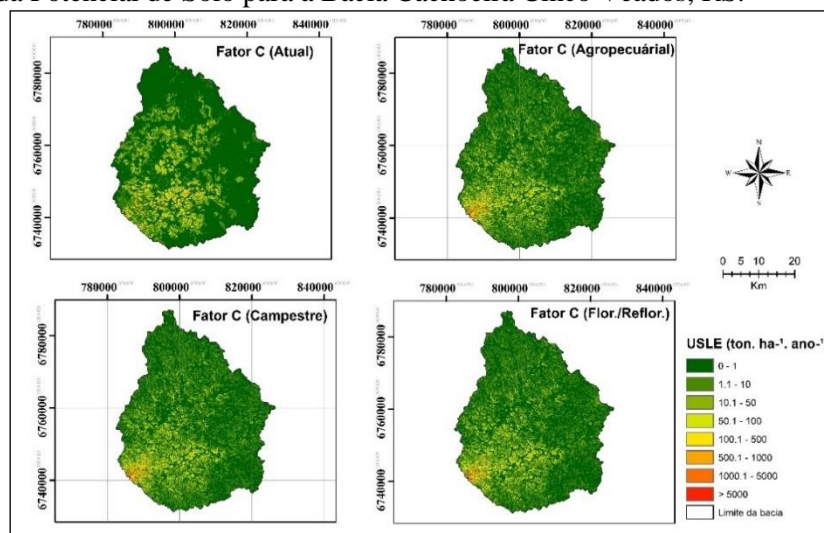


Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2018.

Os cenários trabalhados na estimativa de perda potencial de solo para a Bacia Cachoeira Cinco Veados estão baseados nos usos de solo atuais da bacia. Para o Cenário 1 (Atual), toda a bacia assume que os usos são os mesmos, ou seja, agropecuária (65,02%), campestre (31,56%), floresta/reflorestamento (3,02%) e uso antrópico urbano (0,40%). Para o Cenário 2, assume-se que toda a bacia passa a ter o uso agropecuária, exceto o uso antrópico urbano. No Cenário 3 toda a bacia passa a ter uso campestre, exceto o uso antrópico urbano. O Cenário 4, com exceção do uso antrópico urbano, toda a bacia é coberta por floresta/reflorestamento, sendo que neste cenário são incluídas as áreas de silvicultura.

Para todos os cenários trabalhados, há necessidade de planejamento de uso do solo da área da bacia. Na Figura 10, observa-se que, mesmo sendo estabelecido um limite de perda potencial de solo de $100 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, conforme descrito por Weiler (2017), ainda assim há perdas nas áreas próximas aos cursos d'água com perdas acima do limite estabelecido, principalmente no entorno do exutório da bacia.

Figura 10 - Perda Potencial de Solo para a Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS.



Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2018.

As perdas de solo para o uso do solo atual da Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS, mais significativas estão na classe de 100 a $500 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, sendo que tais perdas ocorrem nas áreas com maiores declividades, representando 12,24 % da área total da Bacia Cachoeira Cinco Veados.



Considerando as perdas de solo por erosão para a Bacia Cachoeira Cinco Veados, os valores de criticidade destacam-se no período de maior ocorrência de chuvas, sendo a área do entorno do exutório com maiores perdas, onde o tipo de solo predominante é Chernossolo, cujas características apresentam maior susceptibilidade à erosão de moderada a forte, o que recomenda a manutenção de vegetação perene em declividades acima de 30% (PIROLI et al., 2002). Considerando-se a série histórica de 30 anos (1985 – 2015), o período de setembro a novembro foram os que tiveram maior volume de chuvas, representando maiores perdas de solo, onde as áreas de maiores usos da Bacia são culturas agrícolas, que recebem algum tipo de preparo de solo. As áreas mais distantes do exutório são as que representam menores perdas de solo. Tal fato está aliado à declividade do local, que por ser íngreme não possui os mesmos usos das demais áreas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da USLE possibilitou estimar e identificar espacialmente os locais da bacia onde acontecem os maiores ou menores potenciais de perdas de solos, provisionando assim subsídios para um planejamento conservacionista de uso do mesmo. Para os cenários de perda potencial de solo, o uso agropecuária foi o que obteve menores perdas, com média para a bacia de $600,8 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, seguido do uso atual ($1.246,4 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$), uso floresta/reflorestamento ($1.267,54 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e uso campestre ($3.211,49 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$).

Cabe salientar que, em função dos limites de métodos para aplicação na equação da USLE, os resultados devem ser tomados como indicativo ambiental e necessitam de validações experimentais para confirmação. Porém, eles mostraram que o potencial de erosão é variável dentro da bacia hidrográfica, analisando os fatores envolvidos e que são imprescindíveis medidas preventivas e corretivas para um adequado planejamento da ocupação do solo e utilização de práticas conservacionistas, com ênfase para as áreas com maior potencial de perdas de solo.

REFERÊNCIAS

ARRAES, C. L.; PAES BUENO, C. R.; TARLE PISSARRA, T. C. Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na microbacia córrego do Tijucu, SP. **Bioscience Journal**, p. 849-857, 2010.

BAZZANO, Marcos Gabriel Peñalva; ELTZ, Flávio Luiz Foletto; CASSOL, Elemar Antonino. Erosivity and hydrological characteristics of rainfalls in Rio Grande (RS, Brazil). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 1, p. 235-244, 2010.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, Ed.7, p. 355, 2010.

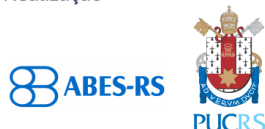
BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392 p.

CARNEIRO, Henrique S. Comida e sociedade: significados sociais na história da alimentação. **História: Questões & Debates**, v. 42, n. 1, 2005.

CASSOL, E.A.; MARTINS, D.; ELTZ, F.L.F.; LIMA, V.S.; BUENO, A.C. Erosividade e padrões hidrológicos das chuvas de Ijuí (RS) no período de 1963 a 1933. **Revista de Agrometeorologia**, Piracicaba, v.15, p.220-231,2007.

COGO, N.P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R.A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.743-753, 2003.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



CRUZ, J. C., NUMMER, A. V.; ELTZ, F. L. F.; SILVA, J. L. S.; ARAUJO, T. A. Avaliação Ambiental Integrada: Construção Metodológica de Modelo para Bloco do Meio Físico. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n.1, p. 223-233, jan./mar. 2013.

CUNHA, Henrique Noguez da. **Avaliação da suscetibilidade à erosão da bacia hidrográfica do Alto Camaquã-RS**. 2016. 112 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

DIDONÉ, E. J. **Erosão Bruta e Produção de Sedimentos em Bacia Hidrográfica sob Plantio Direto no Planalto do Rio Grande do Sul**. 2013. 228 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

DE SOUZA, J. L. M.; GOMES, S. Limites na utilização de um modelo de balanço hídrico decendial em função da capacidade de água disponível no solo= Limitations in the use of a ten-day water balance model, based on available water capacity in the soil. **Acta Scientiarum: Agronomy**, 2008.

FENDRICH, R. Chuva e produtividade da soja na Fazenda experimental gralha azul da PUCPR. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 1, n. 2, p. 37-46, 2017.

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo, In: LIER, Q. de J. van. **Física do solo**, Viçosa: SBCS, p.1-28. 2010.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas**, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2016.

LIMA, V. S.; CASSOL, E. A.; SEVERO, M. D. A. **Determinação da erosividade das chuvas nos municípios de Ijuí e São Borja, RS, no período de 1982-1991**. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., Porto Alegre, 1992. Resumos. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992. v.1, p.185.

LIMA, V. C.; LIMA, M. R. **Importância de estudar o solo**. In: Solos para professores do ensino fundamental e médio. Curitiba: UFPR, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2004.

LINO, J.S. **Evolução do sistema plantio direto e produção de sedimentos no Rio Grande do Sul**. 2010. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP. Piracicaba, SP, 2010.

MAGALHÃES FILHO, Fernando Jorge Corrêa; AYRES, Fabio Martins; SOBRINHO, Teodorico Alves. Integrando SIG e USLE para mapeamento da perda de solo em área de proteção ambiental. **Agrarian**, v. 7, n. 26, p. 552-559, 2014.

MARCONDES, C. R. Estudo de descarga sólida em suspensão nos cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí. **BR Itajubá: UNIFEI**, 2011.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Cartas de vegetação PROBIO (MMA)**. Brasília: PROBIO/MMA, 2007. (Mapa digital). Disponível em <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>. Acesso em 05 junho 2017.

NETO, R. M. C. **USO DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO PARA SUBSIDIAR TOMADAS DE DECISÃO QUANTO AO MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, p. 90. 2011.

PEIXOTO, J. de S. **Estimativa das perdas de solo e do transporte de chumbo e zinco por erosão hídrica no entorno da cidade de Santo Amaro da Purificação, Bahia.** 2014. 89 P. Dissertação (Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA.

PINHEIRO, A.; POETA TEIXEIRA, L.; KAUFMANN, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 4, n. 2, 2009.

POLETTINI NETO, Alexandre. **A influência de variáveis ambientais na distribuição e abundância de *Brachycephalus ephippium* na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo.** 2013.

PREVEDELLO, J. Dinâmica do armazenamento e da disponibilidade de água em argissolo sob eucalipto e campo nativo. 120 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria. RS. 2012.

PYTHON SOFTWARE FOUNDATION. **Python Language Reference.** Versão 2.7. Disponível em: <<http://www.python.org>>. Acesso em: Julho, 2017.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência e ambiente**, Santa Maria, v. 27, n.1, p. 29-48, jul./dez. 2003.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geocologia das paisagens e da teoria geossistêmica.** Fortaleza: Edições UFC, 2013.

RUFINO, R. L., BISCAIA, R. C. M., MERTEN, G. H., 1993. Determinação do potencial erosivo da chuva do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** n.17, p. 439– 444.

SANCHEZ, R. O.; SILVA, T. C. **Zoneamento ambiental: uma estratégia de ordenamento da paisagem.** In: Zoneamento ambiental: uma estratégia de ordenamento da paisagem. IBGE, 1995.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental.** Oficina de Textos, 2015.

SANTOS, G.; GRIEBELER, N. P.; DE OLIVEIRA, L. FC. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 14, n. 2, 2010.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C.. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. **REVISTA BRASILEIRA DE AGRICULTURA IRRIGADA-RBAI**, v. 4, n. 3, 2013.

SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Bases dos Estudos de Fauna, Flora e Recursos Hídricos.** 3 vol. Porto Alegre: SEMA, 2010. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/silvicultura/BasesEstudos_Fauna_Flora_RH.zip Acesso em: 17 jun. 2017.

STEIN, D. P., DONZELLI, P. L., GIMENEZ, A. F., PONÇANO, W. L.; LOMBARDI NETO, F. Potencial de erosão laminar, natural e antrópico, na bacia do Peixe – Paranapanema. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSIÃO, 3., 1987, Marília. **Anais...** ABGE/DAEE, 1987. v.1, p. 105-135.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
**meio ambiente,
política & economia**

STRECK, E. V., KÄMPF, N., DALMOLIN, R. S. D., KLAMT, E., NASCIMENTO, P. D., SCHNEIDER, P., PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2 ed., Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222 p.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 424-433, 2006.

UFSM – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Metodologia para Iniciar a Implantação de Outorga em Bacias Carentes de Dados de Disponibilidade e Demanda – IOGA – Bacia do Rio Ibicuí**. 1 vol. Relatório Técnico Final. Convênio FINEP/CT-Hidro/FATEC/HDS-UFSM. Santa Maria: UFSM, 2005. 127 p.

YAMADA, Eliane Seiko Maffi. **Zoneamento agroclimático da *Jatropha curcas* L. como subsídio ao desenvolvimento da cultura no Brasil visando à produção de biodiesel**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

VALLE JÚNIOR, R. F. D., GALBIATTI, J. A., MARTINS FILHO, M. V., & PISSARRA, T. C. **Potencial de erosão da bacia do Rio Uberaba**. Engenharia Agrícola, p. 897-908, 2010.

VANZELA, Luiz et al. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Agriambi**, v. 14, n. 1, 2010.

WEILER, Elenice Broetto, **Indicadores de perda de solo espacializados como ferramenta de apoio à decisão para gestão ambiental integrada de bacias hidrográficas**. 2017. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375