

## Avaliação da perda de solos na Microbacia Hidrográfica Lajeado dos Fragosos – Município de Concórdia – SC

Renata Bernardo da Silva <sup>(1)</sup>\*, Paulo Cesar Poliseli <sup>(2)</sup>, Everton Vieira <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Acadêmica do Curso de Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa postal 476, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil.

<sup>(2)</sup> Professor Adjunto IV do Depto de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa postal 476, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil.

<sup>(3)</sup> Agente de Pesquisa III Epagri/Ciram - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina, Rodovia Admar Gonzaga, Itacorubi, 88034901 - Florianópolis, SC – Brasil.

\*Autor correspondente – Email: rebernardo.s@gmail.com

### Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a perda de solos, a partir da modelagem geoambiental, utilizando o *InVEST (Integrated Valuation of Environmental Services and Tradeoffs)*, em uma Microbacia com produção intensiva de animais. O modelo InVEST estima a perda de solos a partir da aplicação da Equação Universal de Perda de Solos - EUPS. Os dados de entrada requeridos pelo sistema são: a) modelo digital do terreno; b) fator de erosividade da chuva; c) fator de erodibilidade do solo; d) mapa de uso e ocupação do solo; e) delimitação da bacia; f) delimitação das sub-bacias e; g) tabela biofísica com os fatores C e P. Foi utilizada a base cartográfica da Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina (2003). O mapa de uso e ocupação do solo foi elaborado em escala 1:5.000, contemplando 9 classes. Para elaboração do Modelo digital do terreno (MDT), foram utilizadas as folhas do aerolevante de Santa Catarina (2013). O uso da ferramenta InVEST, para cálculo da EUPS, resultou em 5 classes de perdas de solos, as quais indicam a vulnerabilidade aos processos erosivos, indicando áreas prioritárias para ações voltadas ao manejo conservacionista, destacadamente as sub-bacias 35, 9, 34 e 2, que correspondem a uma área de 600,3 ha da microbacia.

**Palavras-chave:** EUPS, InVEST, geoprocessamento.

### Abstract

This paper presents the evaluation of the soil losses, from geo-environmental

modeling, through the usage of *InVEST (Integrated Valuation of Environmental Services and Tradeoffs)*, in a Micro-basin with intensive use of animals. The InVEST model estimates the soil loss from the application of Universal Soil Loss Equation - USLE. The input data required for the system are: a) digital model from the terrain; b) rainfall erosivity factor; c) soil erodibility factor; d) map of usage and soil occupation; e) basin delimitation; f) sub-basins delimitation; e g) biophysical table with the factors C and P. The cartographic base that was employed is from Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina (2003). The map of usage and soil occupation was developed in 1:5.000 scale, contemplating nine classes. The aerial survey sheets of Santa Catarina (2013) were utilized to elaborate the Digital Terrain Model. The InVEST tool usage, to calculate the USLE, resulted in 5 classes of soil loss, which indicates vulnerability to the erosive processes, indicating priority areas for actions that focus conservative management, markedly the sub-basins 35, 9, 34 and 2, that correspond to an area of 600,3 ha of the micro-basin.

**Keywords:** USLE, InVEST, geoprocessing.

## **Introdução**

A região oeste de Santa Catarina caracteriza-se pela produção intensiva de animais, sendo uma atividade importante para a estabilidade econômica e social no atual contexto da região. Na Microbacia Lajeado dos Fragosos, no município de Concórdia, a suinocultura é uma atividade tradicional, que se caracteriza por uma alta densidade de indivíduos, tendo como consequência a poluição por dejetos (MIRANDA & COLDEBELLA, 2002).

Esses dejetos, frequentemente utilizados na adubação de terras agrícolas, podem contribuir para a contaminação dos recursos hídricos, principalmente em áreas com manejo inadequado, com práticas que acabem favorecendo os processos erosivos. Deve-se levar em consideração, também, as quantidades aplicadas, as quais não devem ser superiores à capacidade de retenção e depuração no solo, além da capacidade das plantas absorverem os nutrientes presentes nesses resíduos. Dessa forma, poderá haver contaminação das águas superficiais pelo deflúvio, além da contaminação das águas subterrâneas (POTE *et al.*, 2001).

Áreas agrícolas, com manejo inadequado, podem sofrer processos erosivos intensos, que é uma das principais causas da degradação dos solos agrícolas e assoreamento dos corpos d'água e reservatórios destinados ao abastecimento, aspecto esse que pode ser agravado com a

utilização de dejetos para fertilização do solo. O principal tipo de erosão, em regiões subtropicais, é a erosão hídrica, um processo complexo, que depende das condições climáticas, classificação do solo, topografia, uso e ocupação e práticas conservacionistas. (BLAINSKI *et al.*, 2010b).

A identificação de áreas mais susceptíveis aos processos erosivos em uma bacia hidrográfica e sua caracterização quanto à composição do solo e as atividades realizadas, constituem importante ferramenta para subsidiar as discussões sobre a degradação de cursos de água, destacadamente quando se trabalha numa região onde os dejetos de suínos são largamente utilizados, potencializando os efeitos no meio físico (GUIMARÃES *et al.*, 2011).

Entre os principais fatores que influenciam o processo de erosão destaca-se: a erosividade das chuvas, medida principalmente pela sua intensidade; a erodibilidade, definida pelas características físicas e químicas do solo; a cobertura vegetal, pela sua maior ou menor proteção do solo, a declividade e comprimentos das encostas; e as práticas de conservação e manejo dos solos existentes (ALVARES E PIMENTA, 1998).

Para estudar este tipo de fenômeno, dispõe-se de métodos diretos, laboratoriais com a coleta do material erodido, ou ainda de métodos indiretos, por meio de modelagem matemática. Estes modelos podem ser associados às técnicas de geoprocessamento, que permitem análises espaciais do fenômeno, visando auxiliar o planejamento racional do uso e ocupação do solo e na identificação das áreas que necessitam de adoção de práticas de controle da erosão (HELFER *et al.*, 2003).

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma ferramenta do geoprocessamento, através da qual são geradas informações por meio da análise de dados geográficos. Tais dados permitem a criação de diferentes mapas temáticos, onde vários tipos de informações podem ser sobrepostos e interpretados, gerando informações novas sobre a área em estudo, facilitando a tomada de decisão (PEREIRA, 2014).

Uma das ferramentas do SIG é o InVEST (Integrated Valuation of Environmental Services and Tradeoffs), um software livre desenvolvido pelo Natural Capital Project (parceria entre Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy e World Wildlife Fund), que se utiliza de modelos de análise espacial para avaliar e valorar serviços ambientais, como o de perda de sedimentos em uma microbacia hidrográfica, de forma integrada, objetivando auxiliar tomadores de decisão a escolher melhores alternativas para o

manejo dos recursos de maneira sustentável (BAIXO, 2015). Este modelo estima a perda de solos, a partir da aplicação da USLE (Universal Soil Loss Equation) (TALLIS et al., 2012).

A partir das informações obtidas da aplicação das técnicas de geoprocessamento, em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas, pretende-se, com este trabalho, avaliar a perda de solos a partir da modelagem geoambiental, utilizando o *InVEST (Integrated Valuation of Environmental Services and Tradeoffs)*, em uma Microbacia com produção intensiva de animais.

## **Material e Métodos**

### **Caracterização da área de estudo**

A Microbacia Lajeado dos Fragosos (figura 1), localizada no retângulo envolvente com coordenadas geográficas latitude 27° 10' 00" a 27° 16' 00" sul do equador, e longitude 52° 12' 00" a 52° 02' 00" oeste de Greenwich, situada na região oeste de Santa Catarina, com 64 Km<sup>2</sup> de área de drenagem, compreende dois distritos, oito comunidades rurais e dois bairros residenciais, o que corresponde a cerca de 8,0% da área total do município de Concórdia (Miranda *et al.*, 2000).

Figura 1. Mapa de localização da Microbacia Lajeado dos Fragosos.



O clima da região, segundo Köppen, foi classificado como temperado úmido, com verão quente (Cfa), com temperatura média anual de 18,0°C, mínima média de 13,5°C e máxima média de 26,5°C. A precipitação total anual da região varia entre 1700 a 1900 mm (PANDOLFO *et al.*, 2002).

De acordo com o mapa de solos, elaborado pela Embrapa (2004), para a região de estudo predominam o cambissolo háplico, nitossolo vermelho e o neossolo litólico.

### Metodologia

Os dados geográficos foram processados no software ArcGIS 10.2. Primeiramente foi criado um banco de dados geoespacial, no formato Geodatabase, onde são organizadas e sistematizadas as informações que compõem a base de dados do projeto. As informações foram agrupadas de acordo com temas específicos, tais como a base cartográfica (EPAGRI/IBGE, 2003), que envolve informações da hidrografia, sistema viário, limite da microbacia, além de dados temáticos, tais como: uso e ocupação do solo e o mapa de solo.

O aplicativo *InVEST*, necessita de dados de entradas para execução do programa. Esses dados de entrada são os mapas temáticos elaborados, informações sobre relevo, precipitação, padrões de uso da terra e propriedades do solo, os quais se integram na análise proporcionada pela utilização da Equação Universal de Perdas de Solo.

A forma definitiva da EUPS foi proposta por WISCHMEIER e SMITH em 1978 (GÓMEZ, 2012). A EUPS é expressa pela multiplicação dos fatores que influenciam a perda de solo, segundo a equação:

$$PS = R * K * LS * C * P$$

Sendo:

PS (perda de solo): expresso em toneladas, por hectare, em um ano [ $t \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ ].

R (erosividade da chuva): expresso em Mega Joule por milímetros, por hectare, por hora em um ano [ $MJ \cdot mm^{-1} \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1} \cdot ano^{-1}$ ].

K (erodibilidade do solo): expresso em toneladas por hora, por Mega Joule, por milímetros [ $t \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}$ ].

LS (Comprimento e declividade da encosta): adimensional.

C (Fator do uso e ocupação do solo): adimensional.

P (Fator de práticas conservacionistas): adimensional.

Dados de entrada do modelo InVEST:

- Modelo Digital do Terreno – Arquivo digital em formato raster.
- Fator de erosividade da chuva – Arquivo digital em formato raster.
- Fator de erodibilidade do solo – Tabela com informação do tipo de solo e respectivo valor de erodibilidade.
- Mapa de uso do solo – Arquivo digital em formato shapefile com polígonos classificados de acordo com a classe de uso e ocupação do solo.
- Delimitação da bacia de manancial - Arquivo digital em formato shapefile com a delimitação da bacia de manancial da área de estudo.
- Delimitação das sub-bacias - Arquivo digital em formato shapefile com a delimitação das sub-bacias da bacia de manancial da área de estudo.
- Fator C e Fator P – Tabela Biofísica com o valor de P e C para cada classe de uso do solo.

Para a classificação do mapa de uso e ocupação do solo foram utilizadas ferramentas do software ArcGis. A classificação foi elaborada na escala 1:5.000, mediante a interpretação

visual realizada sobre as ortofotos do aerolevante de Santa Catarina (SDS, 2013), as quais apresentam resolução espacial de 39 centímetros. Após o término da classificação, utilizou-se a ferramenta Topologia para correção de erros, tais como sobreposições e inconsistências no mapa.

O mapa de uso e ocupação do solo contempla nove classes de uso, conforme especificado no Manual de Técnicas em Geociências do IBGE (2006), da seguinte forma:

- Áreas Urbanizadas: Áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não-agrícolas;
- Mineração: Atividades de extração de substâncias minerais, como lavras, minas e lavra garimpeira ou garimpo;
- Solo exposto: Áreas sem cobertura;
- Agricultura: Áreas de lavoura temporária, permanente, alimentares para subsistência e alimentares para comercialização.
- Reflorestamento: Áreas ligada a condições biológicas abrangendo ação florestal na mata através de tratos culturais de povoamento florestal, assegurando proteção e conservação como fornecedora de matéria prima para a indústria madeireira;
- Mata nativa: Florestas com formação arbórea, incluindo áreas de floresta densa, aberta, estacional e ombrofíla mista;
- Capoeira: Áreas que já foram exploradas e que atualmente se encontram em processo de regeneração natural;
- Campos naturais: Associados à pastagem e pecuária e;
- Corpos d'água: Cursos de águas naturais, lagos e reservatórios.

A tabela 1 apresenta os dados de entrada referentes aos fatores C e P da EUPS. Os valores de potencial de proteção do solo foram retirados de Panichi et al. (1994) e os valores referentes ao potencial de perda de solo e retenção de sedimentos do trabalho de Azevedo (2012).

Tabela 1. Tabela Biofísica requerida pelo software para a Microbacia Lajeado dos Fragosos.

<b>Classe de uso</b>	<b>Cód. Numérico</b>	<b>Potencial de proteção do solo</b>	<b>Potencial de perda de solo</b>	<b>Potencial de retenção de sedimentos</b>
<b>LULC</b>	<b>Lucode</b>	<b>usle_c</b>	<b>usle_p</b>	<b>sedret_eff</b>
Mata Nativa	1	0.001	1	0.88
Capoeira	2	0.02	1	0.44
Agricultura	3	0.2	0.5	0.77
Reflorestamento	4	0.01	1	0.77
Área Urbanizada	5	0.01	1	0.55
Corpos D'água	6	0	1	1
Solo Exposto	7	1	1	0.11
Campos Naturais	9	0.01	1	0.77
Mineração	10	1	1	0.11

Fonte: Adaptado de Azevedo (2012) e Panichi *et al.* (1994).

De acordo com Conceição (2014), onde encontramos o detalhamento dos dados da tabela, o fator **usle\_c** (fator C) enquadra valores numéricos entre 0 e 1 para cada classe de uso do solo, referente ao potencial de proteção do solo devido ao seu tipo de uso e cobertura. Quanto maior o valor, menor o potencial de proteção. O fator **usle\_p** (fator P) também com o valor numérico entre 0 e 1 para cada classe de uso do solo. Refere-se ao potencial de perda de solo relacionado com a prática conservacionista utilizada no plantio. Quanto maior o valor, menor o potencial de perda de solo. Além do fator **sedret\_eff** com valores numéricos entre 0 e 1 que se refere ao potencial de retenção de sedimentos para cada classe de uso do solo. Este campo identifica a capacidade da vegetação para reter sedimentos. Quanto maior o valor, maior a capacidade de reter sedimentos.

Para elaboração do Modelo digital do terreno (MDT) na escala 1:10.000 e com a resolução espacial de 39 centímetros, usado como parâmetro para calcular o LS no InVEST, foram utilizadas as folhas do aerolevante de Santa Catarina (2013): SG-22-Y-I-2-SO-D, SG-22-Y-D-I-2-SO-E, SG-22-Y-D-I-2-SO-F, SG-22-Y-I-4-NO-A, SG-22-Y-I-4-NO-B, SG-22-Y-I-2-SE-C, SG-22-Y-I-2-SE-D, SG-22-Y-I-2-SE-E e SG-22-Y-I-2-SE-F. Com o software de processamento de imagens ERDAS, foi elaborado um mosaico com as 9 folhas, e com o

ArcGis foram extraídas as informações do relevo sobre o limite da microbacia Lajeado dos Fragosos.

Adicionalmente foi gerado um Mapa de declividade, tratando-se de um dado complementar que auxilia na interpretação dos resultados do modelo. Uma vez que a inclinação está diretamente relacionada ao comprimento de rampa (LS), gerado a partir do MDT no Software ArcGis. Para o mapa de declividade foram estabelecidas seis classes de acordo com o Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água (1994).

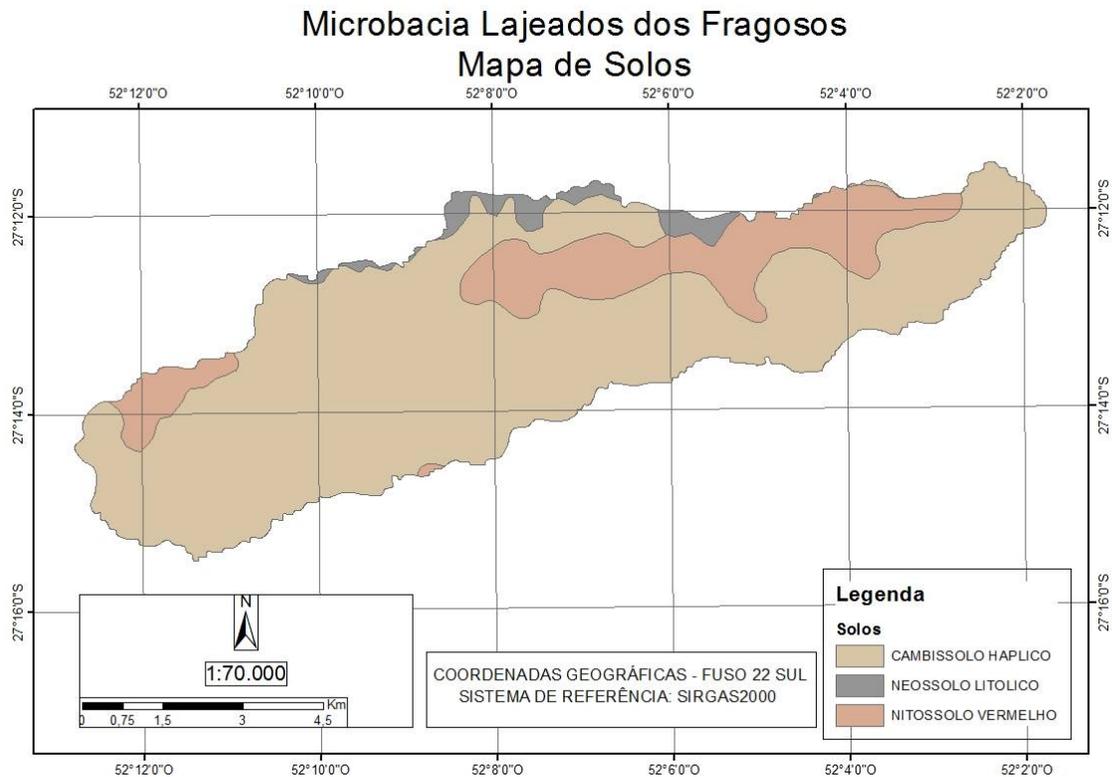
Tabela 2. Classes de declividade.

<b>Classe de relevo</b>	<b>Declividade (%)</b>
Plano	0 – 3
Suave Ondulado	3 – 8
Ondulado	8 – 20
Forte Ondulado	20 – 45
Montanhoso	45 – 75
Escarpado	> 75

O mapa de erosividade da chuva (Fator R) foi elaborado utilizando as médias anuais da estação pluviométrica de Concórdia, aplicando a equação:  $EI = 67,355 (p^2/P)^{0,85}$ , baseada em Lombardi Neto & Moldenhauer (1980), onde: EI: média mensal do índice de erosão em MJ.mm/h.ha; p: precipitação média mensal em milímetros; P: precipitação média anual em milímetros.

Para elaboração do mapa de erodibilidade do solo (Fator K), foram obtidas informações do trabalho de Blainski *et al.* (2010) correlacionando valores de K (t.ha.h/ha.MJ.mm) para cada tipo de solo do mapa da Embrapa Solos de 2004 ,com escala 1:250.00. Os valores atribuídos para os solos predominantes na região representados na figura 2 foram: 0,014 para cambissolo háplico, 0,016 para nitossolo vermelho e 0,017 para neossolo litólico.

Figura 2 – Mapa de Solos



Fonte: Embrapa Solos (2004).

A delimitação das sub-bacias também foi retirada do o trabalho de Blainski *et al.* (2010).

Cada tipo de solo possui um potencial tolerável para erosão, sendo que a perda é considerada muito alta, quanto está acima da tolerada para a respectiva classe de solo. Para as classes encontradas na Microbacia Lajeado dos Fragosos, as perdas toleradas estimadas estão entre 6,5 a 12,0 t/ha/ano (EPAGRI, 1994 p121).

Para uma avaliação mais precisa e um resultado mais próximo da realidade, o modelo permite que seja feita a calibração das variáveis, com a alimentação de dados que reflitam cada vez mais a situação real, de preferência os medidos em campo na área de estudo (CONCEIÇÃO, 2014).

A partir da integração das variáveis ambientais requeridas pelo modelo, foi possível estimar e identificar as áreas com maior risco de erosão, com a conseqüente perda de solo, servindo de subsídio ao processo de tomada de decisão e planejamento do território.

## Resultados e Discussão

A partir da integração das variáveis requeridas pelo modelo InVEST que se baseia na EUPS, os resultados da avaliação da perda de solos na Microbacia Hidrográfica Lajeado dos Fragosos são apresentados na figura 3 e detalhados na Tabela 2. Os valores foram transformados para perda de solo em toneladas por hectare e definidos em 5 classes de acordo com Vieira (2008).

Na Microbacia Lajeado dos Fragosos predominam as classes de perda de solo classificadas como: Alta (2.651 ha ou 43,2%), seguida pelas classes média (1.506 ha ou 24,5% da área) e baixa (838,17 ha ou 13,6%). As classes muito baixa e muita alta apresentaram menor ocorrência, ocupando respectivamente 10,8 e 9,7% da área.

Ao se considerar somente a perda de solo acima da tolerada (classe muito alta), para os tipos de solo da microbacia como áreas prioritárias para ações de controle de erosão, temos como destaque as sub-bacias 35, 9, 34 e 2, que correspondem a uma área de 600,3 ha da microbacia.

Figura 3 – Mapa de Perda de Solos

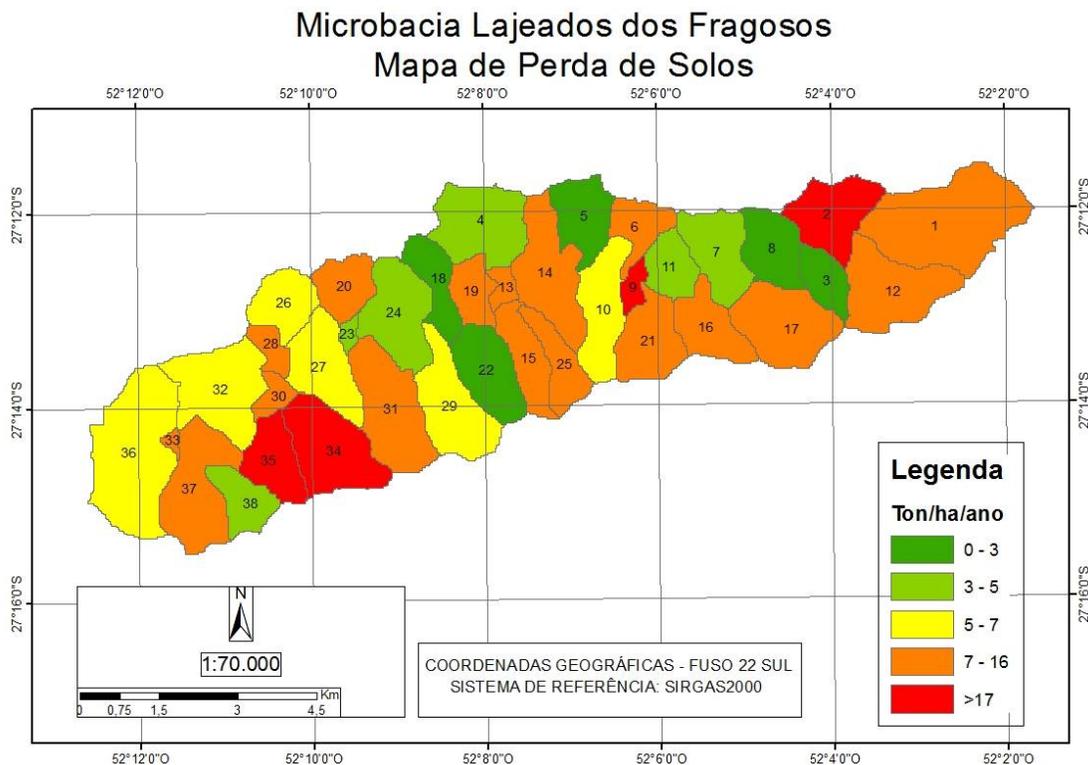


Tabela 3 - Perda de solos na microbacia Lajeado dos Fragosos

<b>Perdas de solos (t/ha/ano)</b>	<b>Classes de perdas</b>	<b>Sub-bacias</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% da área total</b>
0 – 3	Muito baixa	3, 8, 18, 5 e 22.	663,66	10,8
3- 5	Baixa	24, 4, 23,11, 7 e 38.	838,17	13,6
5-7	Média	27, 36, 29, 26, 32 e 10.	1.506,51	24,5
7-16	Alta	13, 19, 6, 28, 25, 37, 20, 31, 30, 17, 1, 21, 15, 16, 14, 12 e 33.	2.651,94	43,2
>17	Muito alta	35, 9, 34 e 2.	600,30	9,7

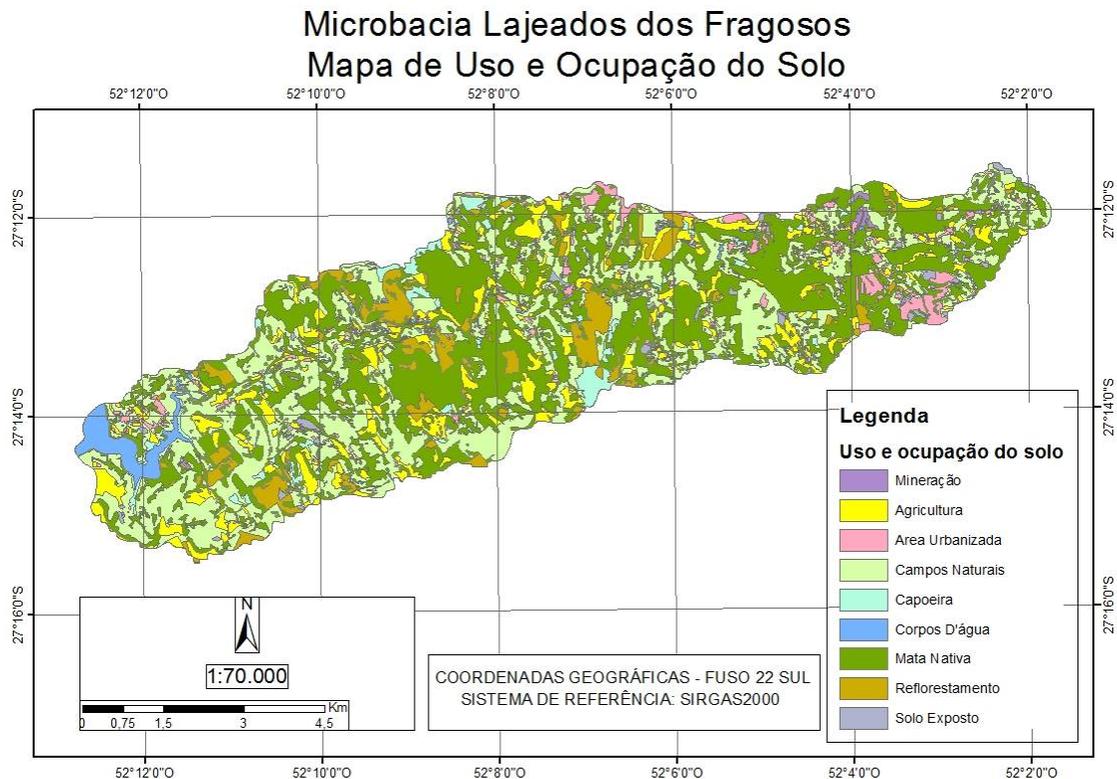
Fonte: Adaptado de Vieira (2008).

Segundo Tallis *et al.* (2012) as estimativas de perda de solo por erosão resultantes da aplicação da EUPS devem ser utilizadas com bastante precaução, considerando as limitações do modelo. O modelo simula apenas a erosão laminar, além das estimativas serem somente anuais, não permitindo a análise da variação sazonal e de eventos extremos. A dificuldade para encontrar uma base de dados em uma escala mais detalhada e padronizada para os diferentes temas requeridos pelo modelo pode influenciar nos resultados gerando divergência de valores, aumentando assim a possibilidade de erro. Apesar dos limites da EUPS, a equação continua sendo o principal modelo aplicado em estudos de erosão de microbacias através de técnicas de geoprocessamento.

Ao se analisar a distribuição das classes de uso e ocupação do solo (figura 4) e compararmos com as áreas de maior risco de erosão laminar nas sub-bacias (figura 3), é possível observar que as classes predominantes são: Solo Exposto, Agricultura, Mineração e Campos naturais. Contudo, este resultado poderá ser alterado com a calibração do modelo, principalmente se forem constatadas áreas com a utilização de práticas conservacionistas. Nesse sentido, práticas conservacionistas consagradas, tais como o plantio em curvas de nível, recuperação e proteção de áreas de preservação permanente, uso de plantio direto, entre outras, poderão ser usadas para evitar ou diminuir a erosão hídrica no meio rural.

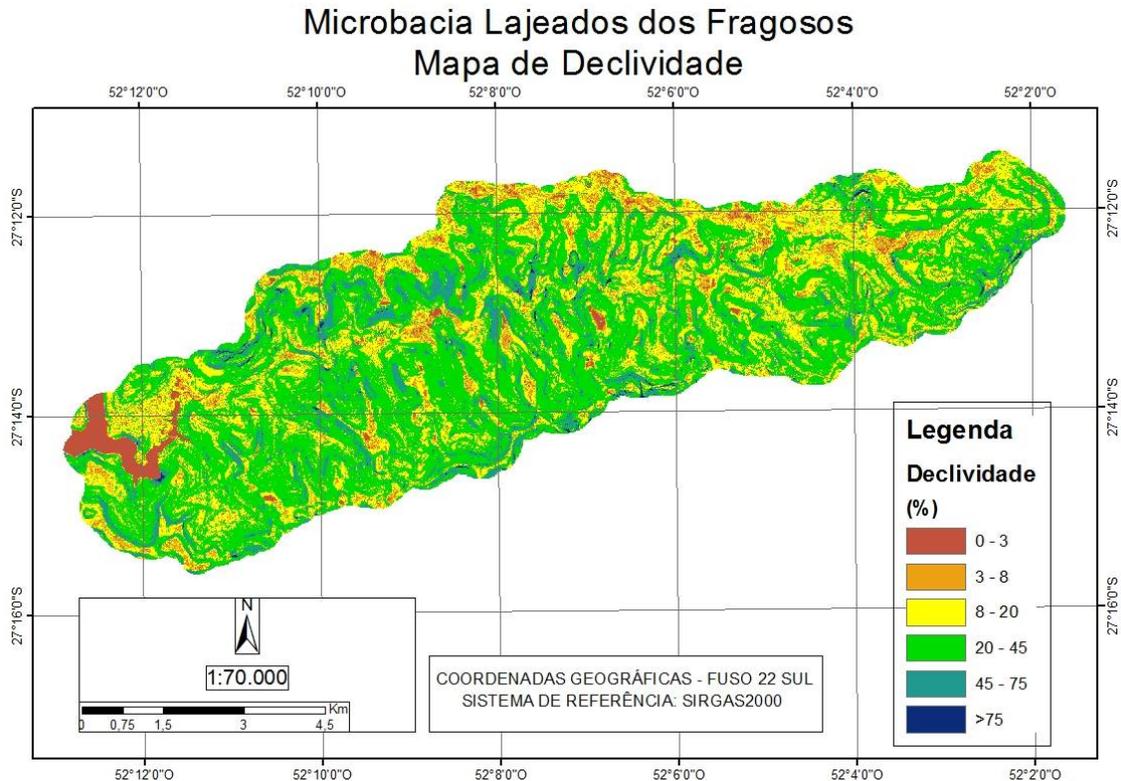
A classe Mata Nativa tem uma maior participação nas áreas com menor perda de solos, demonstradas nas classes baixa e muito baixa da figura 3. Esses resultados mostram a grande influência do uso e cobertura da terra no potencial de perda de solo através da EUPS.

Figura 4 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo



A declividade também tem uma grande representatividade na influência dos resultados do modelo. As áreas mais declivosas de acordo com a figura 5, representam áreas de maior risco de erosão laminar, confirmando o resultado do modelo.

Figura 5 – Mapa de Declividade.



Os recursos financeiros destinados para conservação, proteção ou recuperação de bacias hidrográficas, normalmente são dispendiosos e não são suficientes para resolver todos os problemas ambientais da bacia. Isto faz com que procuremos ferramentas que auxiliem na tomada de decisões, com definição de áreas prioritárias, para uma melhor eficácia e otimização dos projetos (CONCEIÇÃO, 2014).

A utilização do InVEST, juntamente ao SIG, possibilita identificar sub-bacias e estimar os potenciais de perdas de solos, fornecendo assim subsídios para um planejamento conservacionista do uso do mesmo e base para projetos de valoração de serviços ambientais.

Porém, para uma maior confiabilidade dos resultados e validação do modelo geoambiental gerado, a aplicação de métodos diretos como coletas de solo para uma classificação mais detalhada das tipologias e posterior conferência de campo, seria de grande valia, uma vez que o programa apresenta uma série de limitações e dificuldades quanto ao detalhamento dos dados (escala).

## **Conclusão**

As áreas de mata nativa apresentaram um potencial maior de retenção de sedimentos, enquanto que as áreas de Solo Exposto, Agricultura, Mineração e Campos naturais, foram as classes que mais sofreram perda de solos na microbacia. O uso da ferramenta InVEST, para cálculo da EUPS, resultou na identificação de áreas prioritárias para ações voltadas ao manejo conservacionistas, destacando-se as sub-bacias 35, 9, 34 e 2, que correspondem a uma área de 600,3 ha. Embora haja limitações do uso da EUPS, é uma importante ferramenta para análise espacial de uma microbacia hidrográfica. No caso do presente estudo, a aplicação do modelo possibilitou a identificação e espacialização de 5 classes de perdas de solos, indicando locais com diferenças em termos de vulnerabilidade aos processos erosivos.

## **Referências**

ÁLVARES, M. T. P; PIMENTA, M. T. Erosão hídrica e transporte sólido em pequenas bacias hidrográficas. 1998.

AZEVEDO, L. Workshop sobre Monitoramento Hidroambiental da Bacia do Ribeirão Pipiripau. Modelagem de Serviços Ambientais – Modelo InVEST. Distrito Federal. Set. 2012

BAIXO, E. H. S. Identificação da vulnerabilidade da linha de costa catarinense a episódios de alta energia com base no modelo InVEST. 2015. Monografia (Bacharelado em Oceanografia) Universidade Federal de Santa Catarina, SC.

BLAINSKI, E.; GARBOSSA, L. H. P.; MALUTTA, S. Aplicação do modelo hidrológico SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) para a simulação da perda de solo e da disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica não instrumentada. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 10., 2010, Fortaleza. Anais... Fortaleza: 2010b.

CONCEIÇÃO. J. R. Metodologia para identificação de áreas prioritárias para redução da erosão hídrica em bacias de mananciais de abastecimento público do Paraná - Paraná. Dissertação (Mestrado profissional) – Setor de Tecnologia, Universidade Stuttgart, Curitiba, 2014.

GÓMEZ, J. D. P. Estimativa de erosão pela Equação Universal de Perda de Solo (USLE) e transferência de sedimentos para todo o território Brasileiro. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura, Piracicaba, 2012.

HELPER, F.; RISSO, Alfonso; BELTRAME, Lawson Francisco de Souza; MERTEN, Gustavo Henrique. Estimativa de Perda de Solo por Erosão Laminar na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá Usando Técnicas de Geoprocessamento. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003, Curitiba, PR. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo, SP: 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Manual Técnico em geociências. Divulgação dos procedimentos metodológicos utilizados nos estudos de pesquisas de geociências. Rio de Janeiro. 2ª edição, 2006.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3. Anais... Recife, 1980, p. 13.

Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina: Termo de Cooperação Epagri/IBGE - 2003

MIRANDA, C. R.; COLDEBELLA, A. Aspectos produtivos e ambientais da suinocultura desenvolvida na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos – Concórdia – SC. Concórdia, EMBRAPA Suínos e Aves. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 1. 2002. 22f. Disponível em <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/443230>>Acessado em 06 de abril de 2016.

MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C.; SEIFFERT, N. F.; PAIVA, D. P.; SILVA, A. P. Diagnóstico socioeconômico e ambiental da sub-bacia hidrográfica do Lajeado dos Fragosos – Concórdia – SC. 42º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2000. 11 f.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P.; MASSIGNAN, A.M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R. (2002) Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina. Epagri, Florianópolis. CD-Rom.

PANICHI, J. de A.V.; BACIC, I. L. Z.; NETO, J. A. L.; CHANIN, Y. M. A.; SEIFFERT, N. F.; VIEIRA, H. J. Metodologia para inventário das terras em microbacias hidrográficas. Florianópolis: Epagri, 1994.

PEREIRA, R. L. Análise da Fragilidade Ambiental a Processos Erosivos no Município de Campos Gerais-MG. 2014. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.

POTE, D.H.; REED, B.A.; DANIEL, T.C.; NICHOLS, D.J.; MOORE, P.A.; EDWARDS, D.R. Water-quality effects of infiltration rate and manure application rate for soils receiving swine manure. *Journal Soil and Water Conservation*, v. 56, n. 1, p. 32-37, 2001.ri

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: ENGEMAP, 2013. Documento Digital.

SOLOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (1:250.000). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 721 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46).

TALLIS, H.; RICKETTS, T., GUERRY, A.; WOOD, S.; SHARP, R.. InVEST 2.3.0 user's guide: interated valuation of environmental services and tradeoffs. 2012. Disponível em: <http://www.naturalcapitalproject.org/InVEST.html>. Acessado em: 10 abril. 2016.

VIEIRA, Valci Francisco. Estimativa de perdas de solo por erosão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica. Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências - Geografia - v. 17, n. 1, jan./jun. 2008.