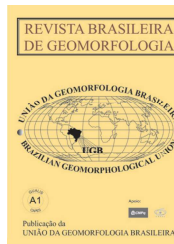


www.ugb.org.br  
ISSN 2236-5664

## Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 18, nº 3 (2017)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i3.1197>



### ESTUDO DA EROSÃO SUPERFICIAL DO SOLO POR MEIO DE SIG NA REGIÃO DA DENOMINAÇÃO DE ORIGEM VALE DOS VINHEDOS (BRASIL)

### SURFACE SOIL LOSS STUDY BY GIS IN DESIGNATION OF ORIGIN VALE DOS VINHEDOS (BRAZIL) REGION

**Jorge Antônio Viel**

*Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Av. Bento Gonçalves 9500, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. CEP: 91501-970. Brasil  
Email: ja-viel89@hotmail.com*

**Kátia Kellem da Rosa**

*Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Av. Bento Gonçalves 9500, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. CEP: 91501-970. Brasil  
Email: katiakellem@gmail.com*

**Rosemary Hoff**

*Embrapa Uva e Vinho  
Rua Livramento, 515, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul. CEP: 95700-000. Brasil  
Email: rose.hoff@embrapa.br*

#### Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):  
12/12/2016  
Aceito (Accepted):  
19/05/2017

#### Palavras-chave:

Perda Superficial de Solo; Cobertura Vegetal; Geoprocessamento.

#### Keywords:

Soil Loss; Geoprocessing; Vegetal Cover.

#### Resumo:

O presente trabalho investigou a perda superficial de solos na região da denominação de origem Vale dos Vinhedos, RS, Brasil, associando aos condicionantes que influenciam na vulnerabilidade dos solos, tendo como base modelos matemáticos e ferramentas de Geoprocessamento. A aplicação da Equação Universal de Perda de Solos (EUPS) foi realizada em Sistema de Informações Geográficas (SIG) com o uso integrado de dados meteorológicos, de declividade, geológicos, pedológicos, de uso e cobertura da terra e obtidos em campo. Os resultados indicaram que os processos erosivos mais intensos estão associados com a falta de cobertura vegetal em maiores declividades, esses aliados ao manejo inadequado. As áreas com Cambissolo foram as que registraram os maiores valores de perda de solos. A perda superficial de solo média para a região é de 935,67 kg/ha/ano. Os baixos valores de perda superficial de solo estão relacionados a pouca existência de solo exposto e a maior parte da área ser ocupada por culturas permanentes e vegetação nativa. O mapa de vulnerabilidade à perda de solo e a base de dados em SIG gerada, com alta resolução espacial, podem contribuir para o monitoramento da qualidade ambiental e elaboração de planos de recuperação e conservação da área de estudo.

## Abstract:

This work was investigated the soil loss in de Designation of Origin Vale dos Vinhedos, region, Brazil, associating the conditions that influence the vulnerability of soil, based on mathematical models and geoprocessing techniques. The Universal Soil Loss Equation (USLE) was applied to identify susceptible areas with Geographical Information System (GIS) and using interaction amongst meteorological, slope, geological, soil, land use data and local observation. The most critical areas, in relation to the soil loss were associated to high slopes, Cambisol areas and inadequate land use practices and management. The soil loss average for the region is 935.67 kg/ha/year. The areas with relatively low values of soil loss are related mainly by the occurrence of permanent cropland and native vegetation areas. The map of soil loss vulnerability and GIS database with high spatial resolution, can contribute to the monitoring of environmental quality and development planning conservation measures in study area.

## Introdução

Os processos erosivos atuam na gênese e transformação da dinâmica da Terra. A erosão dos solos é um processo natural, mas que nos últimos anos tem sido intensificado pela ação humana. O manejo inadequado do solo causa a perda excessiva dos seus nutrientes, sendo assim:

*Os efeitos diretos estão relacionados aos danos causados às propriedades químicas e físicas dos solos, como a perda de nutrientes, de água disponível para as plantas, de matéria orgânica, destruturação das propriedades físicas dos solos, e também a perda superficial de área agricultável (TÔSTO E PEREIRA, 2012, p. 3).*

Na análise dos processos erosivos do solo, além do fator erosividade, devem-se observar o fator de erodibilidade que envolve o tipo do solo, o fator comprimento de rampa e a declividade, estes em relação à forma da vertente, bem como, o fator antrópico, englobando a cobertura e uso da terra e as práticas conservacionistas. O fator antrópico influencia nos processos erosivos, acelerando alguns processos como o *splash*, a erosão laminar e concentrada.

A região da Denominação de Origem (DO) Vale dos Vinhedos é um importante pólo turístico e vitivinícola do Brasil, tendo na atividade agrícola sua principal fonte de renda. A intensificação da agricultura e a expansão das áreas urbanas, nas áreas de maior altitude e relevo ondulado requerem manejo adequado e a Equação Universal de Perda de Solos (EUPS), definida por Wischmeier e Smith (1978), aplicada em SIG contribui como ferramenta de investigação e monitoramento.

O estudo possibilita demonstrar a qualidade ambiental da área da DO Vale dos Vinhedos, já que a mesma é uma área turística e depende do cultivo da videira

para o seu sustento. Tendo em vista que grande parte dos nutrientes, que os cultivos necessitam, estão localizados na parte superficial do solo, desta forma, os mesmos são facilmente removidos nas áreas mais susceptíveis a erosão. Sendo assim o manejo inadequado do solo pode causar um agravamento dessa problemática. Portanto, a análise e espacialização dessas áreas são relevantes para indicar quais destas merecem maior atenção por parte dos gestores das propriedades.

Neste trabalho busca-se investigar a perda superficial (t/ha/ano) de solo pela ação da erosão laminar na região da DO Vale dos Vinhedos e avaliar quais os aspectos do uso da terra que influenciam esse processo visando à qualidade ambiental da região. Para a análise utilizou-se a EUPS e integração de dados georreferenciados em um ambiente de Sistema de Informação Geográficas (SIG).

## Material e Método

A área geográfica da DO Vale dos Vinhedos apresenta o total de 72,45 km<sup>2</sup> (TONIETTO *et al.*, 2015) e, para sua delimitação, foi utilizado como base cartográfica um levantamento aerofotogramétrico realizado no ano 2005, com equidistância entre as curvas de nível de 5 metros. A DO Vale dos Vinhedos está inserida na região conhecida como Serra Gaúcha, situada no nordeste do estado do Rio Grande do Sul, compreendendo parte dos municípios de Bento Gonçalves, Garibaldi e Monte Belo do Sul (Figura 1).

A geologia da área de estudo pertence ao Grupo São Bento, formação Serra Geral, tendo nas maiores altitudes a presença de rochas ácidas como Riodacitos, Riólitos e nas menores altitudes encontram-se rochas básicas como os Basaltos. A Serra Geral é formada por uma sucessão de derrames fissurais que ocorreram durante o período Cretáceo Inferior da era Mesozóica.

ca. A área de estudo possui como morfoestrutura a Bacia Sedimentar do Paraná e como morfoescultura o Planalto Meridional. A hidrografia é encaixada e desenvolveu-se sobre falhamentos. O modelado

possui vales encaixados e topos ondulados (Figura 2), apresentado topografia diversificada de relativo gradiente altimétrico. As litologias mais resistentes aos processos de dissecação atuam como divisores de água.

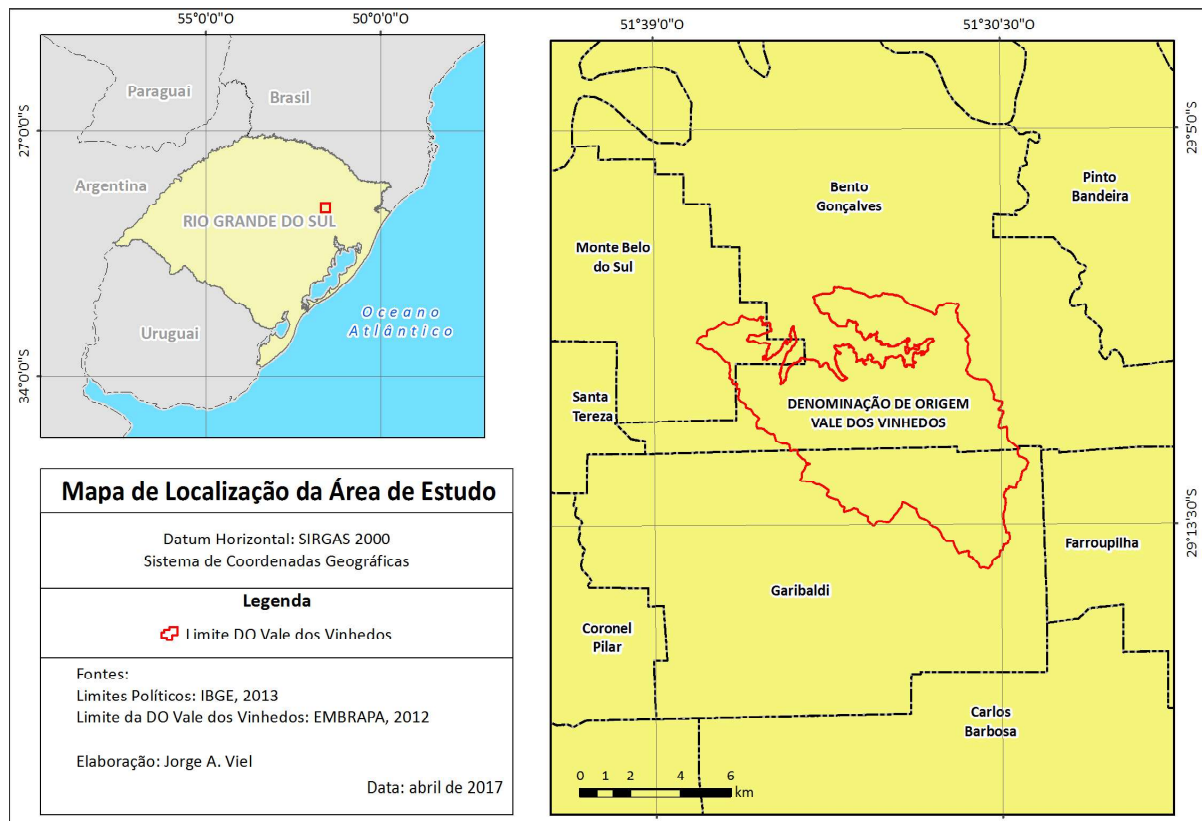


Figura 1 - Localização da área de estudo.



Figura 2 - Topografia da região da denominação de origem Vale dos Vinhedos. (Fonte: Jorge A. Viel, 2016)

A erosão laminar e os fatores que a influenciam na região de denominação de origem Vale dos Vinhedos foram investigados trabalho por meio da aplicação da EUPS e o uso de ferramentas de SIG. As etapas metodológicas envolveram: a) coleta de dados; b) elaboração dos pesos para a Equação de Perda dos Solos (EUPS) e manipulação dos dados em SIG; c) aplicação da equação; d) análise e interpretação dos dados; e) realização do campo para validar os dados; f) análise e interpretação dos resultados.

O cruzamento dos dados foi realizado em um ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), mais especificamente o *software* ArcGIS versão 10.2.2. Esse *software* possui várias funcionalidades e ferramentas, uma delas é o cruzamento de várias informações

com referência espacial. O cruzamento dos dados foi realizado através da ferramenta *Raster Calculator*. Para a realização do trabalho foram utilizados dados fornecidos pela Embrapa Uva e Vinho (Tabela 1), como base para a análise da vulnerabilidade da região à perda superficial do solo por erosão laminar.

A EUPS é originada pela relação dos fatores climáticos, de solo, de comprimento de rampa, declividade e antrópicos, conforme Equação 1. Segundo Guerra (1998), esses fatores controladores determinam as variações das taxas de erosão e é por causa da interação desses fatores que certas áreas erodem mais que outras. Na Tabela 2, encontram-se especificadas as variáveis da EUPS.

$$A = R.K.L.S.C.P \quad (\text{Equação 1})$$

**Tabela 1: Dados fornecidos pela Embrapa Uva e Vinho.**

Dados	Resolução Espacial/Escala	Data
Modelo digital de elevação	5 metros	2005
Mapa de uso e cobertura da terra	1:5000	2005
Pedologia	1:10.000	2013
Dados meteorológicos	-	2001 - 2013
Delimitação da DO Vale dos Vinhedos	1:5000	2012
Vinhedos georreferenciados	-	2013

**Tabela 2: Descrição das variáveis da equação universal de perda de solo (EUPS).**

Variáveis	Descrição
A	Perda de solo calculada por unidade de área (t/ha).
R	Fator chuva: índice de erosão pela chuva (MJ/ha.mm/ha).
K	Fator erodibilidade do solo: a intensidade de erosão por unidade de índice de erosão da chuva, para um solo específico que é mantido continuamente sem cobertura, mas sofrendo as operações culturais normais, em declive de 9% e comprimento de rampa de 25 m, t/ha/ (MJ/ha.mm/ha).
L	Fator comprimento do declive: a relação de perdas de solo entre um comprimento de declive qualquer e um comprimento de rampa de 25 metros para o mesmo solo e grau de declive.
S	Fator declividade: a relação de perdas de solo entre um declive qualquer e um declive de 9% para o mesmo solo e comprimento de rampa.
C	Fator uso e manejo: a relação entre perdas de solo de um terreno cultivado em certas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto, isto é, nas mesmas condições em que o fator K é avaliado.
P	Fator prática conservacionista: a relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado com determinada prática e as perdas quando se planta morro abaixo.

<sup>(1)</sup> Adaptado de Bertoni & Lombardi Neto (2012).

A variável R é caracterizada pela energia cinética da chuva que precipita em determinado período de tempo e está diretamente relacionada com a intensidade da chuva. Para obter a variável R foram utilizados os dados meteorológicos do período de 2001 a 2013. O índice de erosividade é obtido pelo somatório do índice de erosão (EI) determinado pela Equação 2, definida por Lombardi Neto e Moldenhauer (1980), onde “r” é a Precipitação média mensal em (mm) e “P” é a Precipitação média anual em (mm).

$$R = 6,886(r^2/P)^{0,85} \quad (\text{Equação 2})$$

O fator K está diretamente relacionado com as propriedades e características de cada tipo de solo. Para a determinação do fator K foram utilizados os resultados obtidos por Denardin (1990) (Tabela 3) e mapeamento de solo do Vale dos Vinhedos elaborado por Flores *et al.* (2012), na escala de 1:10.000.

**Tabela 3: Valores de fator de erodibilidade de solos (K).**

Grupos de Solos	Erodibilidade em t.h/(MJ.mm)
Argissolos	0,002
Nitossolos	0,006
Cambissolo	0,008
Planossolos	0,006
Neossolos	-0,0002
Chernossolos	0,004

<sup>(1)</sup> Adaptado de Denardin (1990)

A variável relacionada ao comprimento de rampa e grau de declividade (LS) da EUPS, está diretamente relacionada com a velocidade do escoamento superficial. Para a determinação do fator LS, utilizou-se o MDE (Modelo Digital de Elevação), com resolução espacial de 5 metros, gerado a partir do aerolevantamento realizado no Vale dos Vinhedos para os projetos das Indicações Geográficas e disponibilizado pela Embrapa Uva e Vinho.

Para a obtenção do fator LS utilizou-se o modelo proposto por Moore e Burch (1986) (Equação 3), o mesmo já foi utilizado por diversos autores em trabalhos como de Lima *et al.* (2007). As variáveis da Equação 3 foram obtidas no *software* ArcGIS através da função *Hidrology* onde foi obtido o fluxo acumulado por meio do MDE fornecido pela Embrapa. A obtenção da declividade (fator S) foi realizada através do mesmo MDE, sendo obtida através da função *Slope*. Onde o fluxo acumulado é dado em número de células, o tamanho da célula é dado em metros e a declividade em radianos.

$$LS = \left( \frac{\text{Fluxo Acumulado} * \text{Tamanho da Célula}}{22,13} \right)^{0,4} * \left( \frac{\text{seno(Declividade)}}{0,0896} \right)^{1,3} \quad (\text{Equação 3})$$

O fator uso e manejo (C) foi definido por meio da análise e cruzamento dos dados de cobertura e uso da

terra produzido pela Embrapa no ano de 2005. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2012, p. 262), “o fator uso e manejo do solo (C) é a relação esperada entre as perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido descoberto e cultivado”.

Para aumentar acurácia dos resultados atualizou-se as classes de uso e cobertura da terra “Vinhedos Latada” e “Vinhedos Espaldeira” para o ano de 2013, realizou-se essa atualização por meio de técnicas de sobreposição e subtração de vetores no *software* ArcGIS, para tal, utilizaram-se vetores de vinhedos georreferenciados fornecidos pela Embrapa Uva e Vinho. Escolheram-se apenas essas duas classes, pois avaliou-se que seriam as classes de maior dinamicidade.

A última variável da Equação Universal de Perda de Solos (EUPS) é correspondente ao fator prática conservacionista (P). Dentre as práticas conservacionistas mais comuns para as culturas anuais destacam-se “o plantio em contorno, plantio em faixas de contorno, terraceamento e alternância de campinas” (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2012, p. 266).

Segundo Baptista (2003), quando se busca a espacialização dos fenômenos pelo Geoprocessamento a obtenção dos dados C e P podem ser analisados não mais em função do estágio de desenvolvimento da cultura, mas sim pelo uso e cobertura da terra. Além disso, o

autor destaca que ambos podem ser analisados de forma integrada. Stein *et al.* (1987) propõe a integração dos valores C e P na metodologia desenvolvida para a aplicação da EUPS em SIGs. O autor utiliza um valor

único de 1 para o fator P, esse valor foi atribuído por ser a pior situação quanto às perdas de solo em função das práticas conservacionistas. Os valores de C e P integrados podem ser observados na Tabela 4.

**Tabela 4: Valores dos fatores C e P integrados, não considerando o dossel do vinhedo.**

Classes de uso e cobertura da terra	Fator CP Adimensional
Floresta Nativa	0,00004
Reflorestamento	0,0001
Vinhedos (condução latada)	0,2
Vinhedos (condução espaldeira)	0,2
Outras Frutíferas	0,1
Pastagem	0,1
Cultura Temporária	0,2
Área Construída	0
Sistema Hídrico	0

<sup>(1)</sup> Adaptado de Stein *et al.* (1987).

## Resultados e Discussões

Vários são os fatores que influenciam a variação espacial dos valores de perda de solo na região, tais como o relevo com as variadas formas das vertentes, a declividade, a intensidade das chuvas, a pedologia, bem como o uso e cobertura da terra. Esses fatores, de forma integrada, estabeleceram a dinâmica da perda de solos na área de estudo, sendo assim, o Geoprocessamento, por meio dos SIGs, mostrou-se uma ferramenta eficaz para a análise e investigação dos processos que desencadeiam a perda de solos na região da denominação de origem Vale dos Vinhedos. Da mesma forma, o Geoprocessamento pode auxiliar na simulação de cenários futuros, prevenindo o acontecimento do dano.

O índice de erosividade (R) encontrado foi de 717,16 (MJ.mm/ha.h.ano). Analisando a média mensal da pluviosidade do período de 2001 a 2013 para a área de estudo, observa-se que os meses de julho e setembro possuem a maior média, sendo julho o mês mais chuvoso, fato que agrava a perda de solos por erosão laminar nestes períodos, pois os vinhedos nessa época, não possuem dossel vegetativo, ficando o solo mais exposto aos processos erosivos. Mas esse fator não contribui para o aumento da perda superficial de solos, pois as entre linhas dos vinhedos raramente permanecem sem cobertura vegetal.

Além de ser um fator formador do solo, o relevo está relacionado com a forma das vertentes e seu grau de decli-

vidade, e assim, também influencia nos resultados obtidos. A área de estudo está inserida em uma região de relativo gradiente altimétrico, este variando de 376 a 724 metros, favorecendo o surgimento de áreas com declividades acentuadas.

Cabe destacar que a distribuição das classes de declividade seguiu critérios como a mecanização das propriedades e o parcelamento do solo, pois algumas convenções utilizam como declividade máxima para a mecanização da propriedade 12%. Já a lei de parcelamento dos solos não permite a construção de condomínios e loteamentos em declividades superiores a 30%. Na Tabela 5, representa-se a distribuição das classes de declividade em relação à área de estudo.

Com relação aos solos cabe destacar algumas características de aptidões agrícolas dos solos presentes na área de estudo. Sabe-se que o manejo correto dos solos proporciona uma série de benefícios para a propriedade agrícola, como a diminuição dos custos com adubos químicos, aumento de produtividade e a diminuição dos custos com recuperação de áreas degradadas. Os Cambissolos, classe mais abundante na área de estudo, são solos que merecem grande atenção em relação às práticas conservacionistas, pois esses geralmente encontram-se em regiões acidentadas, muitas vezes com um alto gradiente de declividade (Streck *et al.* 2008). Segundo o referido autor esses solos necessitam uma alta quantidade de corretivos e fertilizantes, pois são solos ácidos e rasos, fator que diminui a sua produtividade.



Os resultados da aplicação da EUPS e de técnicas de Geoprocessamento evidenciam a perda superficial de solo na região da DO Vale dos Vinhedos (Tabela 6).

A análise da erosão laminar dos solos por meio da

EUPS, apresentou uma perda de solos média de 935,67 kg/ha/ano. Na Figura 4, observa-se a distribuição espacial das classes de perda de solos por erosão laminar na região da DO Vale dos Vinhedos.

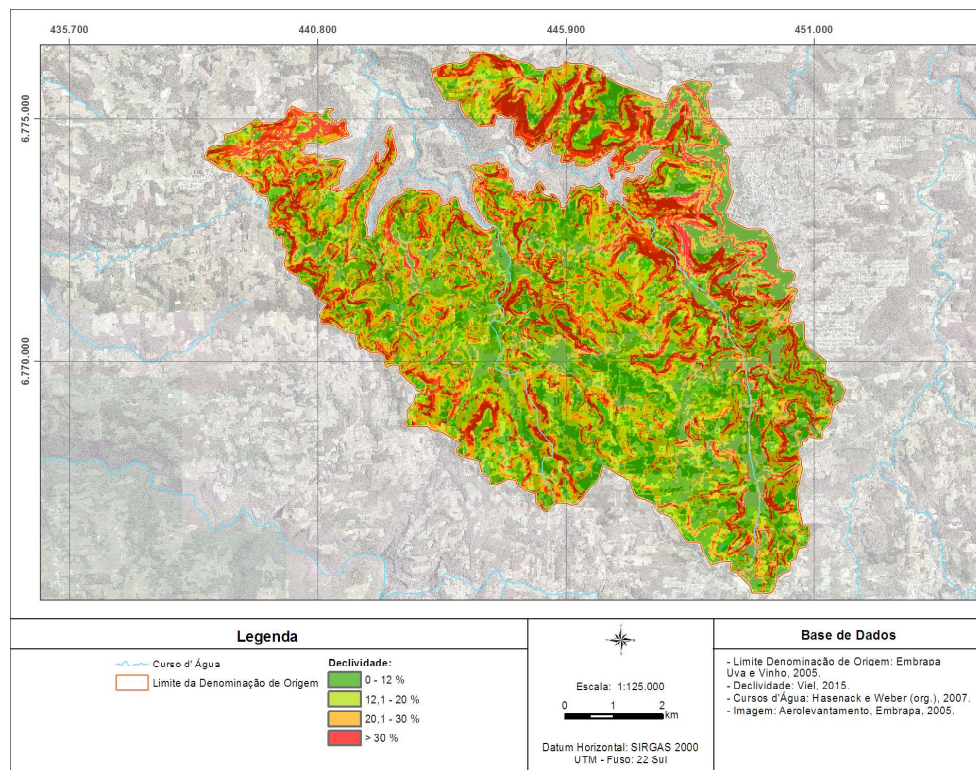


Figura 3 - Distribuição da declividade na região da denominação de origem Vale dos Vinhedos.

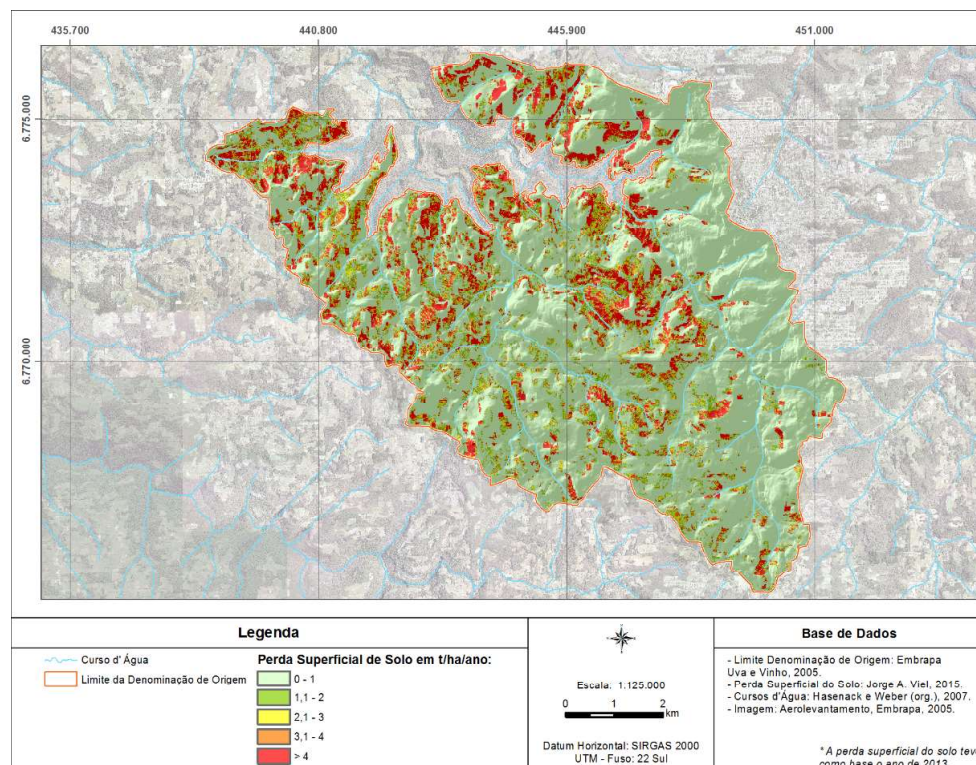


Figura 4 - Perda de solos por erosão laminar na região da denominação de origem Vale dos Vinhedos.

**Tabela 5: Distribuição das classes de declividade em relação à área de estudo.**

Classes	Área (km <sup>2</sup> )	% em relação à área total
0 - 12%	21,84	30%
12,1 - 20%	19,34	27%
20,1 - 30%	16,29	22%
> 30%	14,98	21%
Total	72,45	100%

**Tabela 6: Distribuição das classes de perda de solo em relação à área total.**

Classe t/ha/ano	Área (km <sup>2</sup> )	% em relação à área total
0 – 1	53,98	75%
1,1 – 2	4,83	7%
2,1 – 3	3,35	5%
3,1 – 4	2,43	3%
> 4	7,86	11%
Total	72,45	100%

Na área de estudo, além dos solos citados anteriormente, encontram-se os Chernossolos que segundo Streck *et al.* (2008) possui suscetibilidade à erosão, pois o mesmo tem facilidade de dispersão das argilas. Continuando o autor afirma que a “aptidão agrícola dos Chernossolos está limitada, principalmente às condições de relevo e tipo de argila, mas a fertilidade além de estar relacionada ao tipo e teor de argila, também está relacionada ao material de origem e matéria orgânica” (STRECK *et al.*, 2008, p. 67). Os Neossolos possuem alta restrição a culturas anuais. Assim:

*[...] devido à pouca profundidade efetiva para o desenvolvimento das raízes e para o armazenamento de água e, por ocorrerem em regiões de relevo forte ondulado e montanhoso, em geral com pedregosidade e afloramentos de rochas, apresentam fortes restrições para as culturas anuais [...], nas áreas com declividade superior a 45% recomenda-se a manutenção da cobertura vegetal natural, constituindo áreas de preservação permanente [...]*” (STRECK *et al.*, 2008, p. 95-96).

Os Nitossolos podem ser “utilizados com culturas de inverno e verão, exigindo práticas conservacionistas,

intercaladas ou consorciadas com plantas recuperadoras de solos [...]”. (STRECK *et al.*, 2008, p. 104).

Por fim, os Planossolos são solos que são pouco favoráveis à perda de solo, segundo Streck *et al.* (2008), são solos bastante propícios para o cultivo de arroz, já que os mesmos localizam-se em áreas planas e facilmente inundáveis, desta forma, vê-se necessária a realização de uma drenagem consistente.

Na Tabela 7, pode-se observar com maior clareza que o solo predominante na área de estudo é o Cambissolo, ocupando 48% da mesma, a segunda classe predominante é o Argissolo ocupando 31% da área de estudo. As duas classes juntas representam 79% da área de estudo. Como citado anteriormente, essas classes merecem demasiada atenção por serem os solos com maior vulnerabilidade à perda de solo por erosão laminar, principalmente se localizadas em encostas íngremes e sem o aporte de cobertura vegetal. Na Figura 5, observa-se a distribuição espacial das tipologias de solos na área de estudo.

Analisando os condicionantes inseridos no cruzamento de dados, cabe destacar que a influência antrópica, através do uso, cobertura e manejo do solo é a principal causa da taxa de perda de solo evidenciada para a área. Os maiores valores de perda do solo apresentados para a área de estudo estão relacionados às áreas de encostas de maior declividade e ausência de cobertura vegetal.



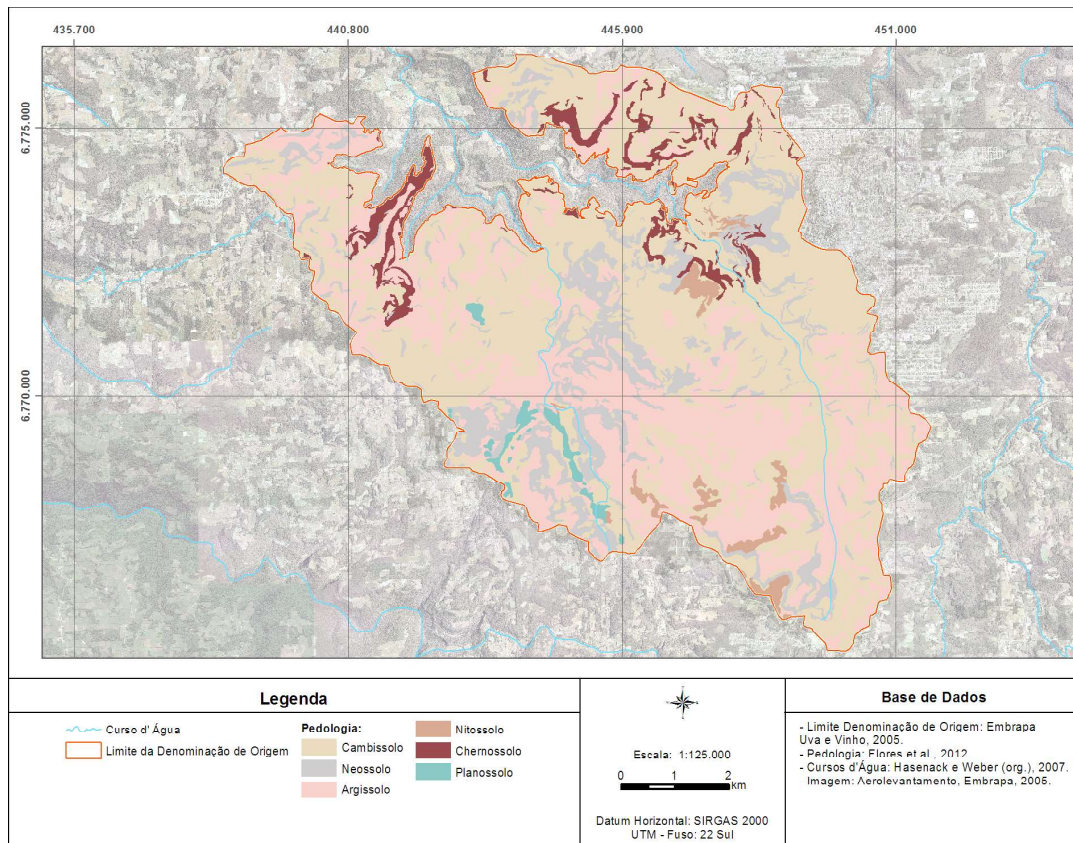


Figura 5 - Pedologia na região da denominação de origem Vale dos Vinhedos.

Tabela 7: Distribuição das classes de solos em relação à área de estudo.

Classe de Solo	Área (km <sup>2</sup> )	% em relação à área total
Argissolo	22,51	31%
Cambissolo	35,08	48%
Chernossolo	3,02	4%
Neossolo	9,69	13%
Nitossolo	1,40	2%
Planossolo	0,74	1%
Total	72,45	100%

A vulnerabilidade à perda de solos na região, a partir de fatores antrópicos, foi analisada com a observação do manejo do solo e do mapeamento de uso e cobertura da terra (Figura 6) realizado pela Embrapa Uva e Vinho e instituições parceiras no ano de 2005.

De posse da atualização, observou-se que 24% da área estão sendo ocupados para o cultivo da videira, sendo que a maior parte, 21%, condiz aos vinhedos do de condução latada, já os vinhedos de condução espaldeira representam 3% da área. Outro fato que chama atenção

é que 37% da área é coberta por floresta nativa, sendo que a maior parte está localizada em locais que possuem alta declividade, ou seja, impróprias para o desenvolvimento da agricultura, fator que contribuiu para a sua preservação. Na Tabela 8, observa-se a distribuição das classes de uso e cobertura da terra na área de estudo. Cabe destacar que somente no campo foi possível identificar áreas de solo exposto, mas se comparadas à área de estudo, essas parcelas são pouco expressivas.

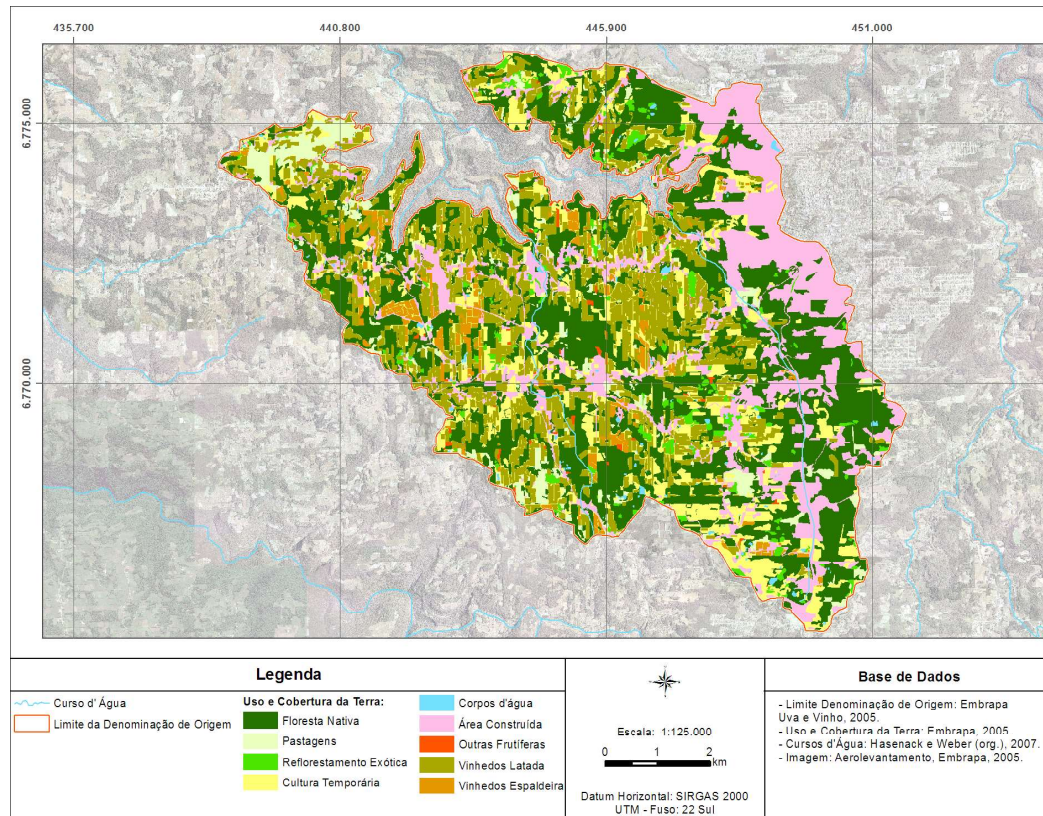


Figura 6 - Uso e cobertura da terra na região da denominação de origem Vale dos Vinhedos.

Tabela 8: Distribuição das classes de uso da terra em relação à área de estudo.

Uso e cobertura da terra	Área (km <sup>2</sup> )	% em relação à área total
Área construída	12,90	18%
Corpos d'água	0,42	1%
Cultura temporária	9,36	13%
Floresta nativa	26,66	37%
Outras frutíferas	0,32	0,4%
Pastagem	3,43	5%
Reflorestamento exótica	1,71	2%
Vinhedos espaladeira	2,11	3%
Vinhedos latada	15,54	21%
<b>Total</b>	<b>72,45</b>	<b>100%</b>

Com o cruzamento realizado, observou-se que a perda de solos na região de florestas foi insignificante, desta forma, percebe-se a importância da cobertura vegetal no equilíbrio e conservação do solo, desta forma:

*[...] os solos de florestas, em geral, apresentam uma capacidade de infiltração maior que solos nus. Isto se deve, por um lado, à serra-*

*pilheira, que protege o solo contra o impacto direto das gotas de chuva, que quebram os agregados, provocando o entupimento dos poros pelas partículas mais finas e selando a superfície do solo, e, por outro lado, pela ação dos diferentes organismos vivos (microrganismos, animais e raízes), que aumentam o diâmetro dos poros e melhoram a estrutura do solo. (BOTELHO et al. 2004, p. 164).*



Nas áreas de pastagens, que representam 5% da área de estudo, a perda de solo permaneceu baixa. Segundo BOTELHO *et al.* (2004, p. 165) “ as áreas com agricultura e pastagem irão apresentar comportamentos diferentes. Nas pastagens, o sistema radicular das gramíneas favorece a infiltração, ocorrendo perdas mínimas de solo e água através do escoamento superficial[...]”. Por outro lado, o pisoteio do gado pode formar sulcos, fator que contribui para formação da erosão concentrada podendo evoluir para ravinas e voçorocas, mas na região as áreas com pastagem possuem baixa densidade de animais, assim tornando o pisoteio um fato irrelevante.

Com relação à agricultura, ocorre a predominância de vinhedos. O vinhedo é uma cultura permanente que necessita preparo do solo apenas na sua implantação, sendo assim, ao longo da vida útil do mesmo, o solo pode permanecer com cobertura vegetal. Outro fator interessante em relação aos vinhedos, é que devido à necessidade de mecanização os agricultores desenvolveram uma prática conservacionista, pois abriram estradas em seus vinhedos. Essas estradas funcionam como patamares diminuindo a velocidade do escoamento superficial conforme observado na Figura 7.



*Figura 7 - O processo de mecanização dos vinhedos provoca a construção de estradas, estas servindo como patamares e auxiliando na diminuição da perda de solo. (Fonte: Jorge A. Viel, 2016)*

As áreas com culturas temporárias geralmente são pequenas, sendo cultivadas com alguns produtos para a subsistência como milho, batata inglesa, batata doce, feijão, etc. Na região, além dos vinhedos, encontram-se outras espécies frutíferas, essas também utilizadas para a subsistência ou tendo seu excedente comercializado. As áreas construídas são a terceira classe com maior representatividade, isso demonstra a pressão urbana exercida sobre o meio rural. A do Vale dos Vinhedos, por se tratar de uma região turística, vem atraindo diversos empreendimentos que descaracterizam a paisagem da região. Convém salientar que parte da área urbana do município de Bento Gonçalves esta inserida no Vale dos Vinhedos

Comparando com outras culturas, observa-se que a perda superficial de solos nas áreas de vinhedos é baixa. Estudos realizados no estado de São Paulo por Bertoni e Lombardi Neto (2012) mostram que a perda de solo média na cultura do feijão é de 38,1 t/ha/ano, para a cultura de algodão a perda de solos média é de 24,8 t/ha/ano, na cultura do café a perda de solos média é de 0,9 t/ha/ano. Analisado os resultados obtidos por Bertoni e Lombardi Neto (2012), percebe-se a diferença entre culturas temporárias e permanentes. Os valores obtidos no estudo para culturas permanentes são próximos da média obtida para a região do Vale dos Vinhedos.

Vários fatores podem ter contribuído para os baixos valores, como o preparo do solo quase que inexistente e quando existente, ocorre apenas em pequenas áreas. Outro fator é que 81% da área é composta por culturas que possuem baixa perda de solos (áreas construídas, florestas nativas, vinhedos, reflorestamento e corpos d' água).

## Conclusões

O presente trabalho demonstrou que a vulnerabilidade da região do Vale dos Vinhedos à perda de solos por erosão laminar está relacionada à falta de cobertura vegetal, associada a elevadas declividades e precipitações intensas, somado a esses fatores, pode-se destacar o manejo inadequado.

O tipo de solo e sua localização na vertente influenciam diretamente na suscetibilidade à perda de solos, sendo a unidade de mapeamento Cambissolo a mais susceptível.

Os agricultores desenvolvem, de forma involuntária, práticas conservacionistas, isso se deve a necessidade de mecanização, que é viável em áreas menos declivosas.

A utilização de SIG e o emprego de dados de entrada de alta resolução podem gerar mapas de vulnerabilidade à perda de solo, mostrando-se uma ferramenta eficaz na análise da área de estudo podendo-se aplicar esse método em outras regiões vitivinícolas.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à FINEP, CNPq, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

## Referências Bibliográficas

- BAPTISTA, G. M. M. **Diagnóstico Ambiental de Erosão Laminar: Modelo Geotecnológico e Aplicação**. Brasília: Universa, 2003.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 8ª ed. São Paulo: Ícone, 2012.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da (2004). Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T (org.). **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro: p. 153 - 192.
- DENARDIN, J. E. **Erodibilidade de solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. 1990. 81 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.
- EMBRAPA UVA E VINHO. **Dados meteorológicos de 2001 a 2013**. Bento Gonçalves, 2015. Disponível em: ><http://www.cnpv.embrapa.br/prodserv/meteorologia/bento-normais.html><. Acesso em: 20 abr. 2015.
- FLORES, C. A.; PÖTTER, R. O.; SARMENTO, E. C.; WEBER, E. J.; HASENACK, H. **Os Solos do Vale dos Vinhedos**. Brasília: Embrapa, 2012.
- GUERRA, A. J. T (1998). Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia – Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro: p. 149 - 199.
- LIMA, E. F. W.; E. I. D, N. J.; SILVA, E. M.; MARTINS, E. S.; LOPES, W. T. A.; KOIDE, S. **Estimativa da Taxa Média Anual de Erosão na Bacia Experimental do Alto Rio Jardim – DF**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo, 2007. **Anais...** São Paulo, ABRH. 2007.
- 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., Recife, 1980. **Anais...**fl. 13 - A.

MOORE, Ian D.; BURCH, GORDON J. Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation. **Soil Science Society of America Journal**, v. 50, n. 5, p. 1294-1298, 1986.

STEIN, D. P.; DONZELLI, P. L.; GIMENEZ, A. F.; PONÇANO, W.L.; LOMBARDI, N. F. **Potencial de Erosão Laminar, Natural e Antrópico, na Bacia do Peixe – Paranapanema.** In: 4º Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Marília, 1987. **Anais...** Marília. v.1, p. 105–135. 1987.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.;

PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul.** 2.ed. Porto Alegre: Emater/RS, 2008.

TONIETTO, J.; ZANUS, M. C.; FALCADE, I.; GUERRA, C. C. **Regulamento de Uso da Denominação de Origem Vale dos Vinhedos: Vinhos Finos Tranquilos e Espumantes.** Disponível em: > <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/documentos/doc084.pdf><. Acesso em: 20 abr. 2015.

TÔSTO, S. G.; PEREIRA, L. C. **Zoneamento da Erosão do Solo como Instrumento de Planejamento Ambiental.** João Pessoa, 2012. Disponível em: ><http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/76679/1/Tosto.pdf><. Acesso em: 23 abr. 2015.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning.** Washington: USDA, 1978. 58 p.