



## Resistência à penetração em gleissolos: um ensaio sobre a possibilidade de erosão superficial na bacia hidrográfica do Arroio Ribeirão - São Pedro do Sul/RS

Mariana Xavier de Oliveira\*

Bernardo Sayão Penna e  
Souza\*\*

**Resumo:** O presente artigo objetivou identificar áreas de ocorrência de erosão superficial nos Gleissolos da bacia hidrográfica do Arroio Ribeirão - São Pedro do Sul/RS. Especificamente: mapear o uso da terra da bacia hidrográfica do Arroio Ribeirão; relacionar o uso da terra com as características de resistência a penetração da bacia hidrográfica a fim de identificar possíveis problemas de ordem ambiental, mais precisamente de erosão de solos e conflitos com a legislação ambiental vigente. Metodologicamente utilizou-se o penetrômetro de impacto seguindo a metodologia de Ross e Fierz (2005) e o aplicativo ARC GIS para a confecção da carta de uso da terra. Desta forma, constatou-se que os usos da terra são de floresta, campos e lavouras. Em todos os pontos de análise de resistência a penetração do solo a estaca houve áreas de compactação em subsuperfície, indicando que em episódios de saturação da camada superficial do solo com água existe a possibilidade de remoção da camada fértil do solo, bem como ocorrência de erosão superficial, prejudicando assim, a qualidade hídrica do arroio.

\* Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Doutoranda em Geografia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

\*\* Doutor em Geografia pela Universidade de São Paulo (USP). Professor associado no Departamento de Geociências da UFSM.

## Penetration resistance in gleissolos: attest of the possibility of erosion surface watershed of Arroio Ribeirão - São Pedro do Sul/RS

**Abstract:** This article aimed to identify areas of occurrence of surface erosion in Gleysols of the hydrographic basin of Arroio Ribeirão - São Pedro do Sul / RS. Specifically: map the land use of the hydrographic basin of the Arroio Ribeirão; relate the land use with the penetration resistance characteristics of the hydrographic basin in order to identify potential issues relating to the environment, specifically of soil erosion and conflicts with the environmental regulations. Methodologically, were used the impact penetrometer following the methodology of Ross and Fierz (2005) and ARC GIS application for the production of the land use license. Thus, it was found that the land uses are forest, fields and crops. At every point of soil penetration resistance analysis there was areas of compaction of the subsurface, indicating that in saturation episodes of the topsoil with water there's a possibility to remove the fertile soil layer, as well as occurrence of erosion surface, hurting the water quality of the stream.

### Palavras-chave:

Resistência a penetração, Arroio Ribeirão, São Pedro do Sul

### Key-Words:

Resistance to penetration, Arroio Ribeirão, São Pedro do Sul.

## Introdução

As atividades humanas têm exercido profunda, e comumente, negativa influência sobre os corpos hídricos, sendo que alguns desses efeitos são devidos aos poluentes, outros devido ao mau uso da terra, ou até mesmo pelo mau gerenciamento do solo pela sociedade. Há, geralmente, pontos de vista conflitantes a respeito desse assunto, com diferentes juízos de valores, forçando os tomadores de decisão a decidirem a respeito do assunto sem uma base técnica suficiente, sendo assim, induzidos muitas vezes à decisões equivocadas que não favorecem a recuperação ou a utilização adequada deste solo (FERNANDES; VOLPI; BAUMGARTNER; 2007).

A geografia associada a geomorfologia e a outras ciências, ou, usufruindo de novas técnicas, têm se mostrado importantes diante de análises de cunho social e ambiental, sendo hoje indispensável em estudos que visem à qualidade do meio ambiente, bem como um planejamento integrado do espaço geográfico. Desta forma, estudos da Ciência Geográfica têm se servido da geomorfologia a fim de fazer-se útil em seus estudos, tornando as análises geomorfológicas típicas em estudos principalmente do que diz respeito à Geografia Física (NASCIMENTO, 2009).

Diante disso, a bacia hidrográfica, enquanto unidade de pesquisa sob a perspectiva sistêmica, permite reconhecer e realizar um estudo da superfície terrestre onde as inter-relações entre os elementos da paisagem e os que as esculturam estão presentes. Essa unidade, definida por critérios geomorfológicos, permite associar os elementos constituintes com processos atuantes no recorte espacial, permitindo um estudo integrado dos elementos constituintes da paisagem.

Em se tratando de deterioração do meio ambiente, mais precisamente dos meios aquáticos, estes têm se tornado uma preocupação de cunho social há muito tempo. Não se deve pensar apenas nas consequências da inapropriação da água para a irrigação ou dessedentação humana e animal. Deve-se pensar em quais as consequências que a inutilização do meio aquático pode trazer para o meio ambiente, uma vez que são geralmente as suas existências que condicionam as plantações no lugar em que a população vive, e que ditam também que tipo de cultivo deve ser implantado no local. A alteração do leito fluvial devido ao assoreamento dos rios, bem como a mudança ou a extinção da fauna do lugar também devem ser considerados quanto se faz essas análises.

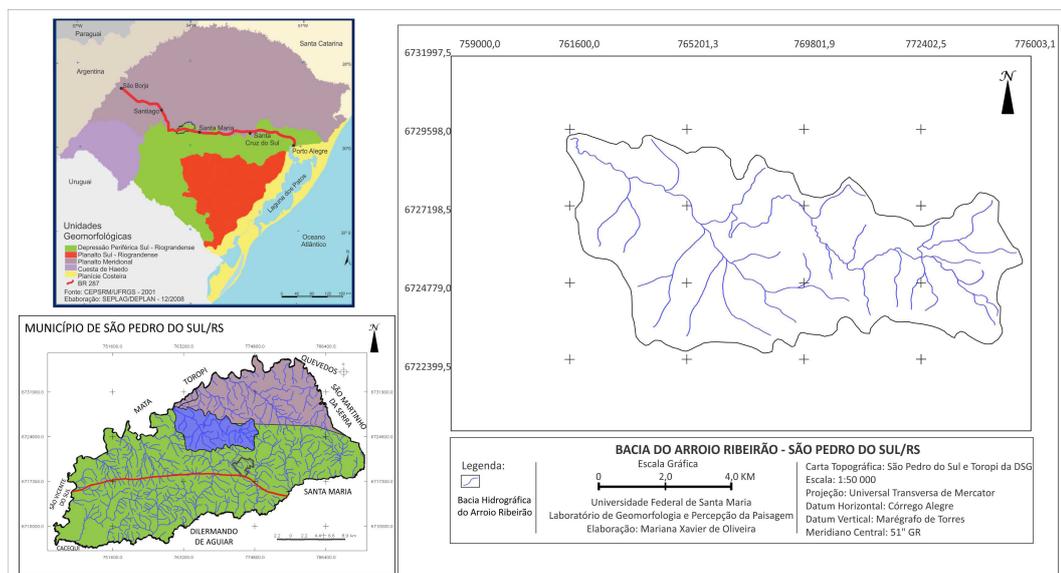
Desta forma, este artigo teve como objetivo principal identificar áreas de ocorrência de erosão superficial nos Gleissolos da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão, em São Pedro do Sul/ RS. Especificamente objetivou-se: Mapear o uso da terra da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão; relacionar o uso da terra com as características físicas da bacia e da qualidade da água do Ribeirão a fim de identificar possíveis problemas de ordem ambiental, especificamente de erosão de solos e conflitos com a legislação ambiental vigente.

## Caracterização da área de estudo

Localizado entre as coordenadas 29° 23' 48" e 29° 48' 35" de Latitude Sul e 54° 03' 09" e 54° 23' 32" de Longitude Oeste, o município de São Pedro do Sul (Figura 1) situa-se na região central do estado do Rio Grande do Sul, possuindo 873,6 km<sup>2</sup> de área 173 metros de média altimétrica e uma população estimada em 16.368 habitantes (IBGE, 2010). Situa-se ainda na área de transição entre a Depressão Periférica Sul - Riograndense e da porção sul dos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná (ROSS, 1996).

O município de São Pedro do Sul/RS possui uma área rural de 870,9 km<sup>2</sup> e tem como base econômica o setor primário. A agricultura e a pecuária são as principais atividades dentro deste setor, destacando-se principalmente as culturas de soja, arroz, e milho e a criação de animais de grande porte (IBGE, 2006).

Figura 1 – Localização e situação do município de São Pedro do Sul e da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão – RS, em relação às unidades geomorfológicas do estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: adaptado de CPRSRM (2001)

Além disso, o município de São Pedro do Sul/RS é banhado por duas bacias hidrográficas principais, do rio Toropi ao norte, a qual desagua o arroio Ribeirão, e do rio Ibicuí Mirim ao sul. Ambas as bacias deságuam no rio Ibicuí que faz parte da Bacia do rio Uruguai.

Tratando de geologia, no município prevalecem morros residuais predominando as rochas efusivas básicas e ácidas da Formação Serra Geral, no rebordo do planalto há presença de basalto. Na Depressão Periférica há presença de siltitos e argilitos do Membro Alemoa da Formação Santa Maria, bem como, materiais coluviais e de movimentos de massa bastante pedregosos (MACIEL FILHO, 1990). Ainda encontram-se as formações geológicas: Formação Sanga do Cabral, Caturrita, Formação Botucatu e sedimentos atuais do Quaternário (KLAMT et al, 2001). Predominam na bacia hidrográfica do arroio Ribeirão as Formações Serra Geral, Botucatu e Santa Maria havendo assim uma mescla de arenitos médios e finos com rochas vulcânicas ácidas e básicas além de siltitos argilosos e arenitos feldspáticos CPRM e SGB (s/d).

Em relação ao clima os sistemas atmosféricos regionais listados por Sartori (2000), extratropicais e intertropicais, influem nos elementos do clima como temperatura, precipitação, vento, e outros (OLIVEIRA; SOUZA, 2013). Além da atuação destes sistemas de circulação atmosférica, as características físicas regionais e locais como atitude, altitude, vegetação, relevo e movimentos da Terra, influenciam o tempo e, conseqüentemente, o clima no município de São Pedro do Sul (HUBER, 2008).

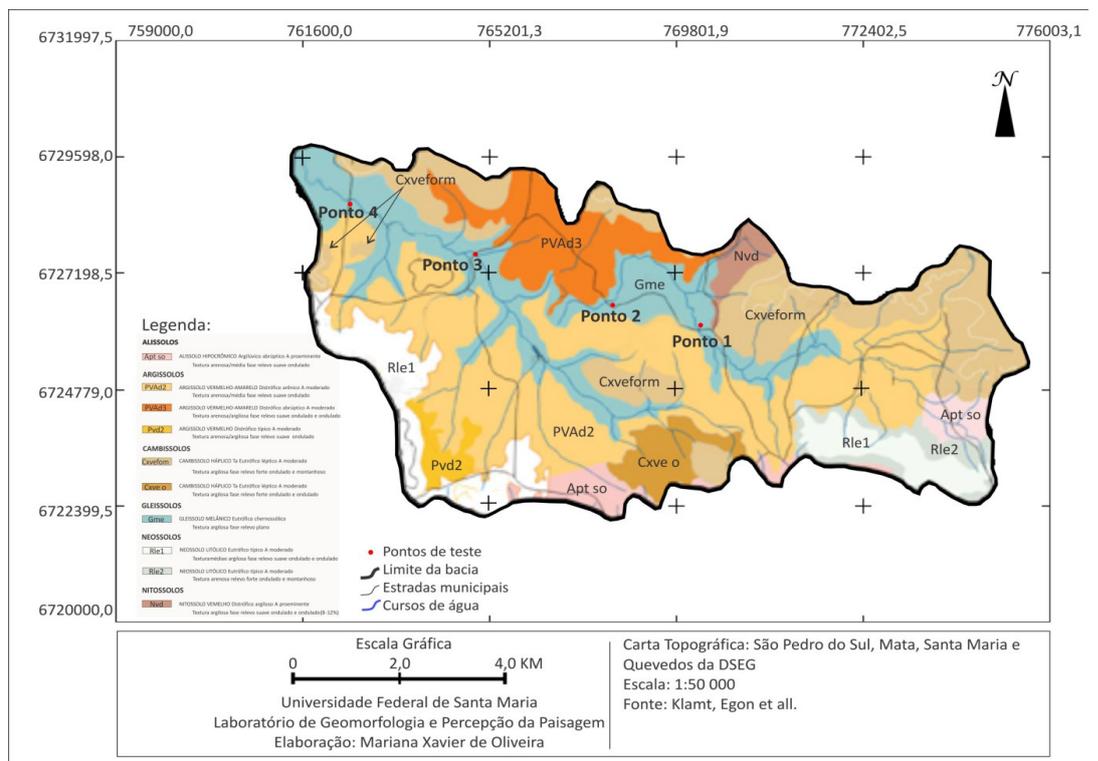
Geomorfologicamente o município de São Pedro do Sul/RS está localizado na Depressão Periférica Sul Rio-Grandense (Depressão do Rio Ibicuí - Rio Negro) e no Rebordo do Planalto Central do RS (Serra Geral e Planalto dos Campos Gerais) (MÜLLER FILHO, 1970 apud DEVICARI, 2009). Contudo, a bacia hidrográfica do arroio Ribeirão possui cerca de 90% de sua área na depressão do Rio Ibicuí – Rio Negro, favorecendo assim, o cultivo de arroz, por ser uma área plana e bem irrigada. Cerca de 7% da área da bacia situa-se na planície alúvio-coluvionar e 3% de sua área nos planaltos dos campos gerais, onde há presença principalmente de árvores nativas. A área compreendida como Planalto dos Campos Gerais possui altimetria maior de 300 metros dentro da bacia, já as demais variam entre 100 a 300 metros (RADAMBRASIL – IBGE, 1986).

## Materiais e métodos

Para analisar resistência à penetração foi usado o penetrômetro de percussão (Ross e Fierz, 2005). Este trabalho resultou em quatro pontos amostrais escolhidos por apresentarem uso de solo diferenciados, sendo a ordem de solo analisada para o teste de resistência à penetração o Gleissolo.

Tais locais encontram-se indicados na Figura 2. O trabalho de campo se deu no dia 06 de outubro de 2013, uma vez que as condições climáticas favoreciam a realização dos experimentos, pois não chovia a aproximadamente uma semana, fazendo com que o solo se encontrasse com pouca umidade, sendo esta a condição ideal para os testes segundo a metodologia aplicada.

Figura 2 – Mapa de solos da bacia hidrográfica do Arrojo Ribeirão com identificação dos pontos de realização dos testes de resistência à penetração.



Fonte: elaborado pelos autores.

A ordem de solo escolhida para análise, o Gleissolo, justifica-se por ser um tipo de solo pouco profundo, constituído de material inconsolidado e muito influenciado por encharcamento prolongado. Sua fertilidade é bem variada, por ser um solo mal drenado e geralmente se situar em áreas planas, não favorecendo o escoamento. Contudo, essas condições de solo favorecem o cultivo de arroz, sendo a plantação este grão muito comum no município.

## Carta de uso da terra

Desta forma, pode-se afirmar que diversas metodologias foram usadas para a confecção da carta de uso da terra, e todas elas objetivam classificar a exploração ou conservação do meio natural. Sua composição passa a ser aquilo que é de objetivo do pesquisador, que usufruindo então de técnicas modernas de sensoriamento remoto, passa a ter um produto extremamente importante para diversos estudos ligados principalmente à área ambiental.

Quanto aos parâmetros cartográficos utilizados na confecção da carta de uso da terra da bacia hidrográfica do arrojo Ribeirão, utilizou-se o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 21 Sul, datum SIRGAS 2000<sup>1</sup>. A imagem obtida do banco de dados

do INPE trata-se de uma Landsat5 ThematicMapper, Orbita 223/80 de 16 de março de 2011. A classificação foi realizada pelo método supervisionado MAXVER, esta que segundo Shiba, et al (p. 4319 – 4320, 2005) é

a técnica [de] classificação supervisionada mais popular para tratamento de dados satélites. Este método é baseado no princípio de que a classificação errada de um pixel particular não tem mais significado do que a classificação incorreta de qualquer outro pixel na imagem. O usuário determina a significância nos erros de atributos especificados para uma classe em comparação a outras. A eficácia do Maxver depende, principalmente, de uma precisão razoável da estimativa do vetor médio e da matriz de covariância de toda classe espectral. Isso depende da quantidade de pixels incluídos nas amostras de treinamento. O resultado do Maxver é tanto melhor quanto maior o número de pixels numa amostra de treinamento para implementá-los na matriz de covariância.

Os usos da terra foram divididos em três, para fins desta pesquisa: floresta, campo e lavoura, distintos e representados pelas cores verde, marrom e amarelo respectivamente. Os corpos de água estão na cor azul, tanto o arroio Ribeirão, como os açudes que estão presentes nesta bacia. Sua análise esta disposta no capítulo de resultados.

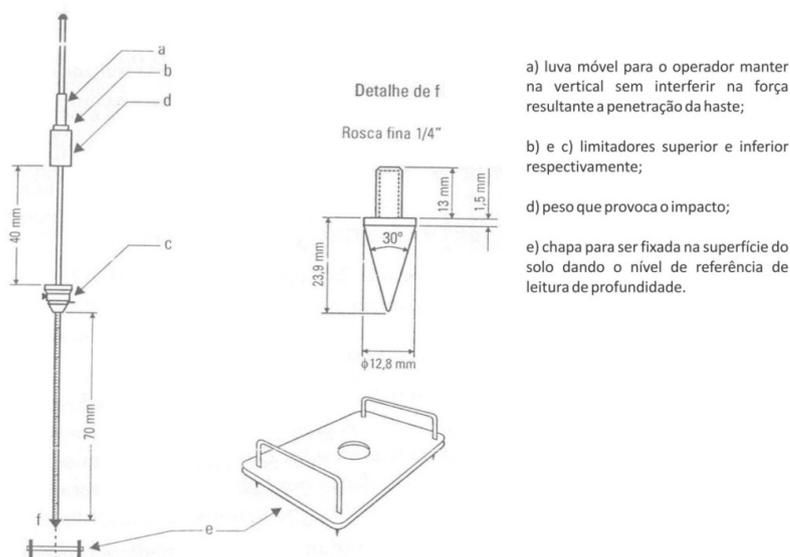
### Testes de resistência do solo à penetração

Os testes de resistência à penetração servem, segundo Ross e Fierz (2005, p. 80) “para medir o grau de resistência que os solos úmidos, mas não saturados d’água, oferecem à penetração sob impacto ou sob pressão. Esses testes indicarão o estado de compactação dos solos”.

Seguindo Ross e Fierz (2005), os testes com o penetrômetro de percussão (Figura 3) ou de impacto são realizados com a aplicação vertical da haste metálica que recebe impactos de 4 kg através do cilindro de aço e se desloca 40 cm apoiado em vareta metálica, sendo que a haste tem 70 cm de comprimento e imprimem-se quantos impactos forem necessários para penetrá-la no solo até seu limite de comprimento. A haste é graduada de 1 em 1 cm, e devem ser contados quantos impactos são necessários para penetrar cada 1 cm (OLIVEIRA, 2010).

As partes mais resistentes indicam perfis de solo compactados, que fazem que a parte superior a essa camada sature de água e tenda a ser retirada pelo processo de erosão superficial.

Figura 3 - Penetrômetro de impacto



<sup>1</sup> Foi oficializado como novo referencial geodésico para o SGB em fevereiro de 2005, conforme publicação da resolução 01/2005 do IBGE (BONATTO, s/d).

## Resultados e discussão

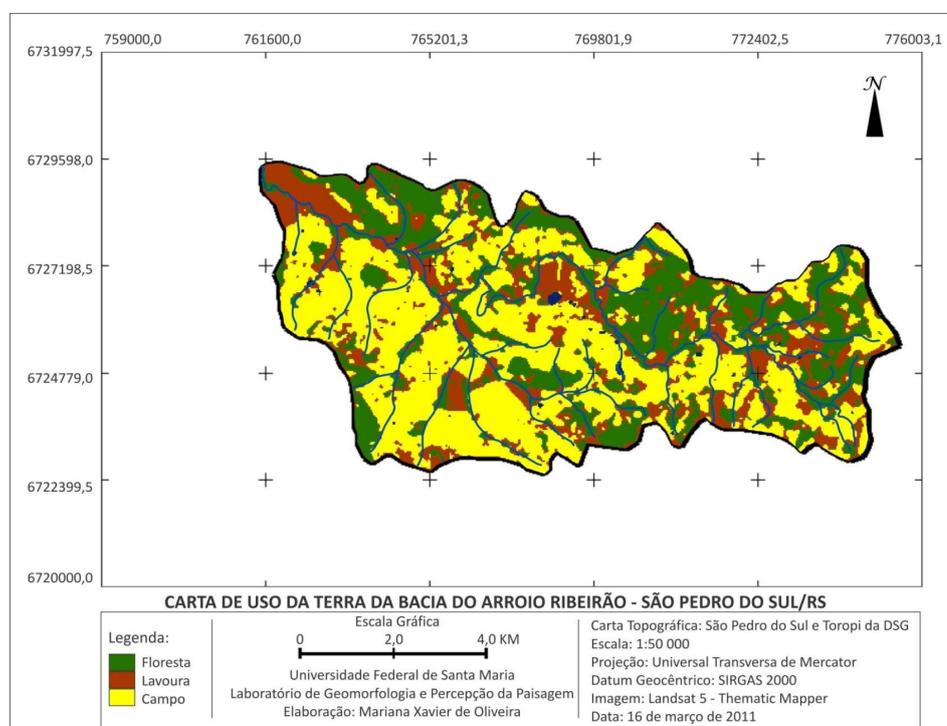
### Carta de uso da terra

A carta de uso da terra (Figura 4) demonstra quais as áreas destinadas a uso na bacia hidrográfica do Arroio Ribeirão e quais são esses usos.

Analisando a Tabela 1 pode-se inferir que são três os principais usos da terra do Arroio Ribeirão: florestas, campo e lavouras<sup>2</sup>, e esses se dão principalmente pela declividade local que condiciona as práticas agrícolas, bem como as áreas que são destinadas a florestas e as que são possíveis a implantação de lavoura.

Os campos e a lavoura se dão apenas nas declividades inferiores a 30%. Acima dessas há, na bacia hidrográfica do arroio Ribeirão, apenas uso como florestas.

Figura 4 - Carta de uso da terra da Bacia do arroio Ribeirão – São Pedro do Sul/RS



Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 1 – Medidas de classes de uso da terra do Arroio Ribeirão-São Pedro do Sul/RS

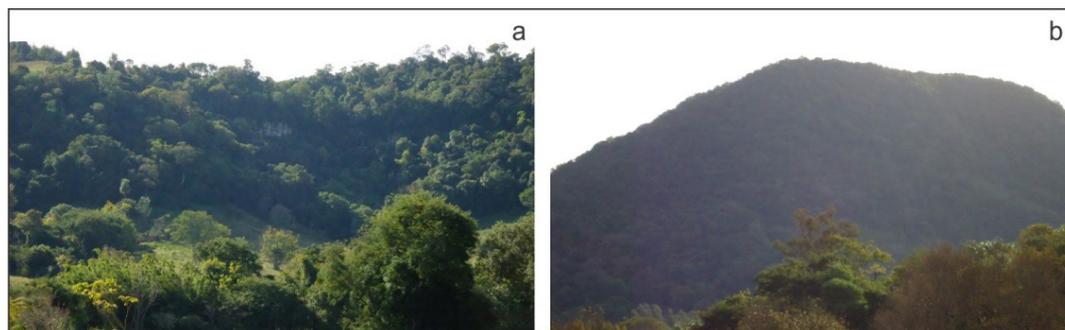
Classes (%)	Áreas (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Floresta	18.40	29.75
Campo	29.03	46.94
Lavoura	14.15	22.88
Lâmina de água	0.27	0.43
Total	61.85	100

Fonte: elaborado pelos autores.

<sup>2</sup> As áreas de solo exposto foi incluída na categoria lavoura, uma vez que verificou-se em campo que estas áreas eram exclusivamente destinadas a este fim.

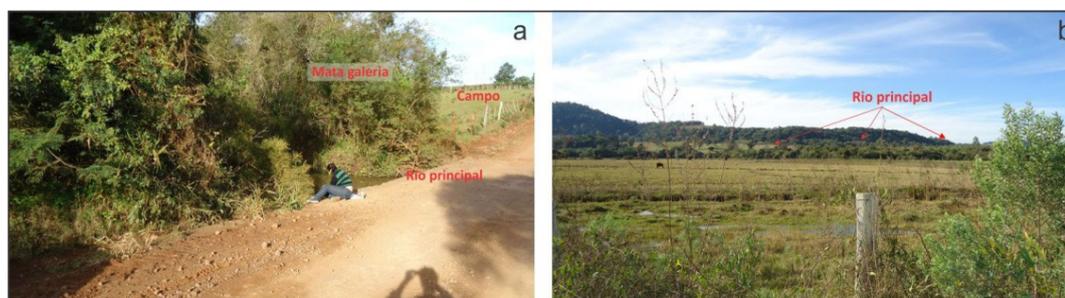
Desta forma é possível afirmar que aproximadamente 30% da área são de floresta (Figura 5), principalmente nos topos de morros. Verifica-se a ausência de mata galeria em quase todo o curso do rio principal e seus afluentes, sendo pontuais as áreas de ocorrência desta vegetação no mapa. No entanto, em campo verificou-se que essa se dá (Figura 6), em uma dimensão, muitas vezes menor que a imposta pelo Código Florestal que é de 30 metros.

Figura 5 - Área de floresta da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão



Fonte: trabalho de campo – 06 de outubro de 2013.

Figura 6 - Rio principal da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão, com vegetação galeria em desacordo com a Legislação Brasileira vigente



Fonte: trabalho de campo – 06 de outubro de 2013.

Quase 47% da área da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão é ocupada por campo (Figura 7). Levando-se em conta que a imagem que resultou o mapa de uso da terra data de julho, acredita-se que esta área pode estar em época de pousio ou de recebimento de culturas temporárias de inverno, conferindo assim índices mais elevados de áreas de campo às áreas de lavoura desenvolvidas.

Figura 7 - Área de campo da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão



Fonte: trabalho de campo – 06 de outubro de 2013.

Sendo assim, quase 23% da área da bacia foi classificada como lavoura (Figura 8). Essas já desenvolvidas e com áreas superiores a 30 metros quadrados. No trabalho de campo identificou-se principalmente o plantio de arroz, azevém e milho. Muitas áreas estavam em época de preparo para o plantio de soja e arroz (Figura 9), apresentando assim solo exposto, no período do trabalho de campo. Desta forma, o registra-se paisagens onde há a presença dos três principais tipos de usos da terra (Figura 10).

Figura 8 - Área de lavoura (azevém e milho) da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão



Fonte: trabalho de campo – 06 de outubro de 2013.

Figura 9 - Área de solo exposto da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão

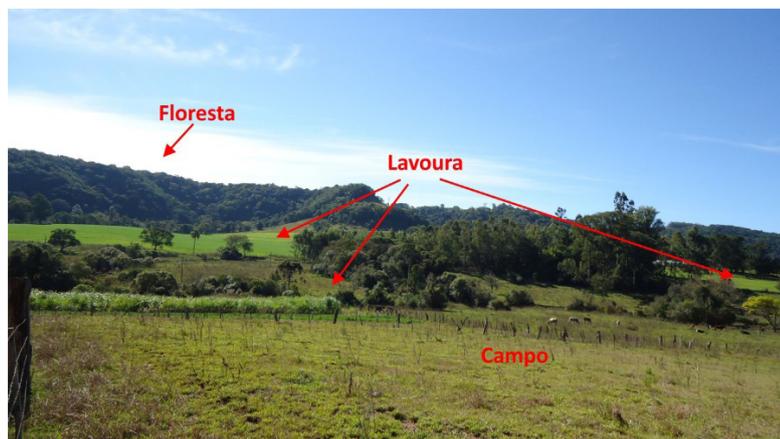


Fonte: trabalho de campo – 06 de outubro de 2013.

O uso da terra do arroio Ribeirão indicados no mapa são verificados no trabalho de campo e compartilhado através das fotografias. Verifica-se o uso da terra principalmente para as atividades agropecuárias, com a criação principalmente de bovinos e o cultivo da terra para lavouras.

Acredita-se que a declividade é o principal condicionante para o uso, uma vez que em diversas áreas é esse o fator determinante para a alocação de atividades agropecuárias, bem mais que a legislação vigente. No trabalho de campo não se verificou a combinação de áreas florestadas e a criação de animais de pequeno porte, uma vez que essas áreas são restritas a declividades acentuadas e os animais de pequeno porte são geralmente criados em currais construídos em áreas planas.

Figura 10 - Paisagem com os três principais usos da terra da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão



Fonte: trabalho de campo – 20 de junho de 2013.

## Resistência do solo à penetração de estaca

Uma das propriedades mais importantes para o estudo da qualidade física dos solos é sua resistência à penetração de estaca, uma vez que esta propriedade se apresenta relacionada à indicadores do grau de compactação do terreno. De modo geral, o manejo inadequado dos solos cultivados, o uso de maquinário pesado e o pisoteio do gado provocam aumento na sua resistência à penetração ocasionando assim a diminuição da porosidade e do conteúdo de água disponível às plantas.

Esse estudo permitiu inferir acerca das condições de compactação e sua relação com possíveis processos erosivos superficiais presentes nos Gleissolos, da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão. A erosão superficial do solo, a forma mais comum de erosão, precisa de atenção em épocas de chuvas, uma vez que as partículas do solo tendem a se desprender e ser transportadas até os rios.

Os testes foram feitos nas proximidades do arroio, nos pontos um e dois, uso da terra combinado entre lavoura e floresta, três e quatro, uso da terra de lavoura. A escolha dos Gleissolos para os testes se deu por ser esse solo que se apresenta em quase toda a margem do rio principal do arroio e ser propício para o desenvolvimento do grão mais cultivado no município de São Pedro do Sul/RS, o arroz.

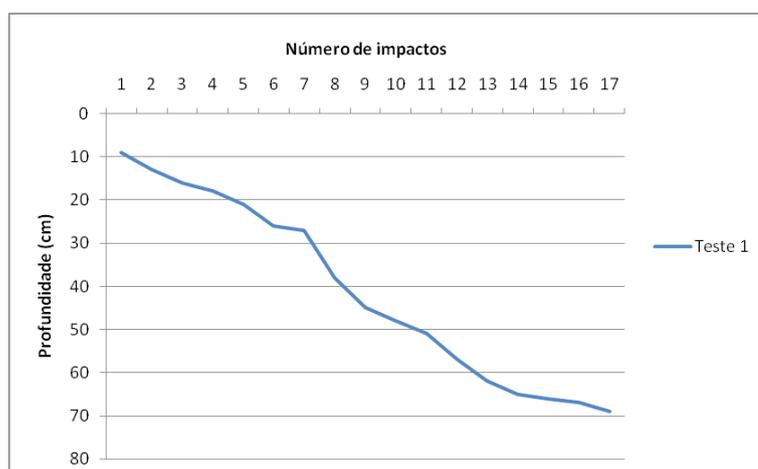
### Teste 1

O primeiro teste deu-se nas coordenadas 29° 34' 22,6" S e 54° 10' 27,35" O, e a altitude de 184 metros (Figura 11). Foram necessários 17 impactos para atingir os 69 centímetros de profundidade do solo.

Houve dois intervalos de maior de resistência à penetração nesse teste: entre as profundidades de 26 e 27 centímetros e também entre 45 e 51 centímetros, indicando assim compactação em subsuperfície, sugerindo possíveis processos de erosão superficial. A existência desses pontos de maior compactação indica que as porções de solo acima deles possuem uma fragilidade maior, pois a água, ao alcançar esse ponto de compactação terá uma maior dificuldade de infiltração, saturando a porção superior e aumentando a possibilidade de sua retirada (Figura 12/a).

Além disso, nesse local de teste haviam caminhos indicando a circulação ou trânsito frequente de animais e pessoas (Figura 12/b), determinando assim uma das possíveis causas de compactação, uma vez que nesta área, no período de teste, não havia presença de nenhum tipo de cultivo implantado.

Figura 11 - Teste de resistência à penetração no ponto um de coleta



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 12 - a) Teste de resistência à penetração no ponto um de coleta e; b) indicação de caminhos no local próximo ao teste



Fonte: trabalho de campo – 06 de outubro de 2013.

### Teste 2

O segundo teste deu-se nas coordenadas 29° 34' 20,7" S e 54° 11' 24,1" O e 175 metros de altitude (Figura 13). Foram necessários 13 impactos para atingir os 72 centímetros de profundidade do solo. Neste ponto também houve duas porções de maior resistência à penetração: entre as profundidades de 24 e 25 centímetros e entre 56 e 60 centímetros (Figura 14).

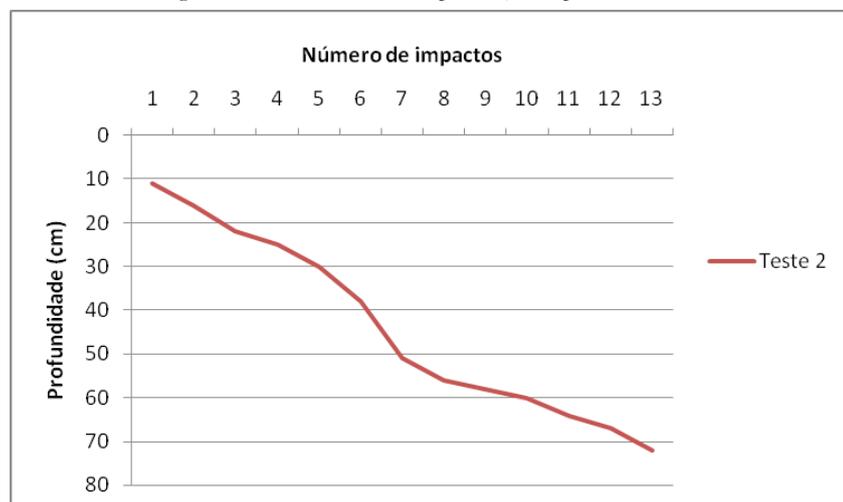
Sendo assim, pode-se concluir que apesar de ser menos resistente a penetração que o teste anterior, o segundo ponto apresenta as mesmas tendências de compactação em subsuperfície indicando a possibilidade de erosão superficial por saturação do solo. Neste ponto não há indícios de presença de caminhos, animais de grande porte, nem mesmo de maquinização, o que pode explicar a menor compactação desse ponto.

Figura 13 - Teste de resistência à penetração no ponto dois de coleta



Fonte: trabalho de campo – 06 de outubro de 2013.

Figura 14 - Teste de resistência à penetração no ponto dois de coleta



Fonte: elaborado pelos autores.

Apesar de esse ponto apresentar uma menor resistência à penetração, os indícios de compactação em subsuperfície e de possíveis efeitos de erosão superficial são indicados nos testes, tornando esses pontos aptos a intervenções de cuidados dirigidos, a fim de garantir uma maior qualidade da água e preservação desta paisagem.

### Teste 3

O terceiro teste deu-se nas coordenadas 29° 33' 16,7" S e 54° 15' 58,5" O e a altitude de 107 metros (Figura 15). Foram necessários 17 impactos para atingir os 70 centímetros de profundidade do solo. Neste ponto houve apenas uma porção de maior resistência à penetração: entre as profundidade de 10 a 16 centímetros, onde foram necessários três impactos para o instrumento atingir seis centímetros de solo (Figura 16).

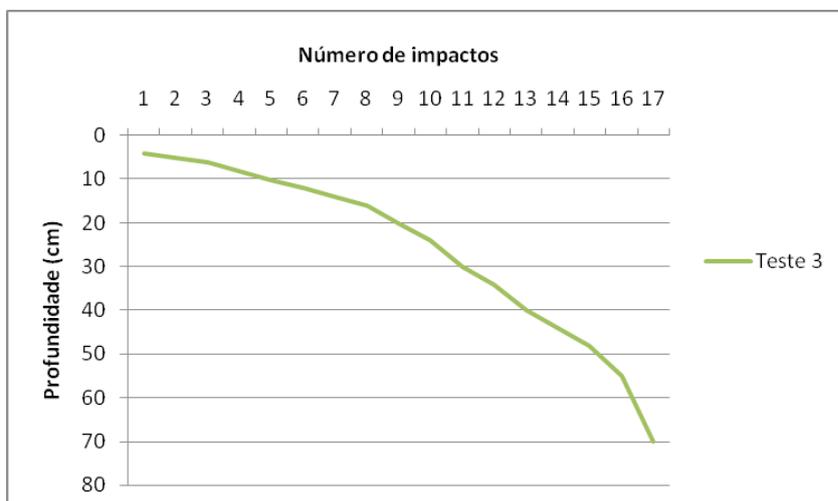
O uso da terra nesse local, no período do teste era destinado à plantação de pastagem, não havendo indícios de presença de caminhos, nem mesmo de maquinização. Mas a maior compactação bem próxima à superfície indica a maior susceptibilidade deste ponto a ser alvo de processos erosivos superficiais, uma vez que a porção a ser saturada é menor do que a presente nos testes anteriores. Além disso, a vegetação incipiente, notada na imagem como quase um solo exposto, e não contínua ao longo do ano propiciam esse tipo de processo, uma vez que a presença de raízes, que auxiliaria a manutenção do solo nesta área, é irregular.

Figura 15 - Teste de resistência à penetração no ponto três de coleta



Fonte: trabalho de campo – 06 de outubro de 2013.

Figura 16 - Teste de resistência à penetração no ponto três de coleta



Fonte: elaborado pelos autores.

O fato de esse ponto apresentar, juntamente com o ponto um, as maiores resistências à penetração das amostras analisadas, esse ponto é sem dúvida o mais frágil em relação à retirada de material de superfície, pois o seu ponto de maior compactação foi de apenas dez centímetros do nível da superfície, indicando que a sua porção a ser saturada é menor do que as demais. O uso da terra irregular com a legislação vigente, uma vez que o teste foi feito em área em que deveria haver mata ciliar, indicam que a degradação do meio ambiente intensifica a degradação do meio aquático.

Sendo assim, torna-se necessária a intervenção também neste ponto a fim de evitar um maior degradação dessa superfície em possíveis processos de erosão.

#### Teste 4

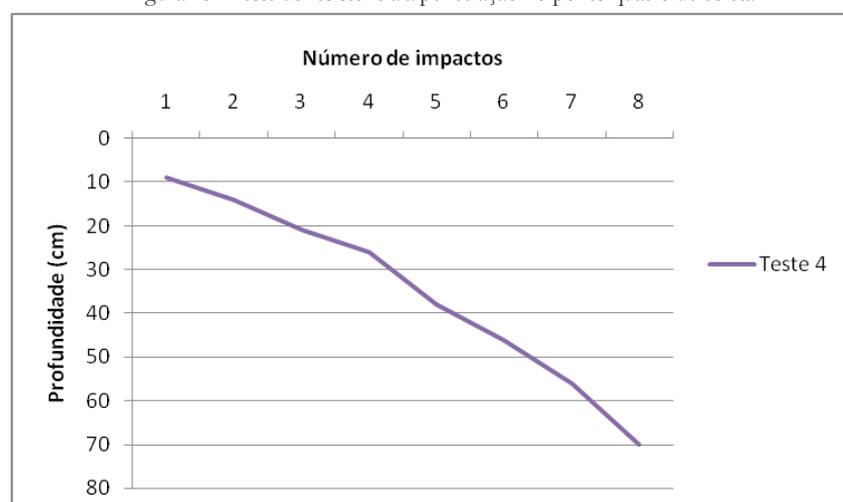
O quarto teste deu-se nas coordenadas 29° 32' 43,6" S e 54° 17' 09,9" O e a altitude de 97 metros (Figura 17). Foram necessários apenas oito impactos para atingir os 70 centímetros de profundidade do solo. Neste ponto houve apenas uma porção de maior resistência à penetração, mas quase que insignificante comparada com as demais: entre as profundidades de 21 a 26 centímetros (Figura 18). O uso da terra para pastagem próximo a várzea do rio Toropi, apresenta pouca resistência à penetração, indicando que nesta porção da bacia hidrográfica é bem drenado e um dos pontos menos propensos a erosão superficial.

Figura 17 - Teste de resistência a penetração no ponto quatro de coleta



Fonte: trabalho de campo – 06 de outubro de 2013.

Figura 18 - Teste de resistência a penetração no ponto quatro de coleta



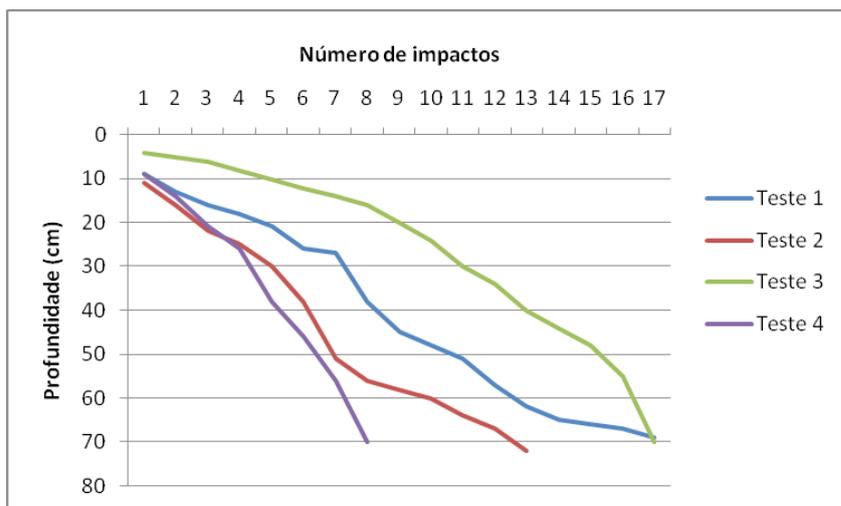
Fonte: elaborado pelos autores.

Assim, pode-se afirmar que esse ponto é um dos menos propensos à erosão superficial, mas suas margens também não estão em desacordo com a legislação vigente brasileira, o que indica que ações de legalização dessa área devem ser providenciadas.

Desta forma, analisando a síntese desses testes disposto na figura 19 verifica-se que todos os pontos de análise possuem porções de compactação em subsuperfície indicando possíveis processos de erosão superficial. Além disso, todos os testes foram realizados nas margens dos rios, sem presença de mata ciliar, indicando o não cumprimento da legislação vigente.

Com exceção do ponto quatro, todas as outras amostras demonstraram pelo menos uma área de compactação relevante em subsuperfície, indicando que com a saturação do solo, existe a possibilidade de ocorrência de erosão superficial, prejudicando assim, a qualidade da água do arroio, bem como a remoção da camada fértil do solo. Sendo assim, seja para regularização do uso da terra nas margens desse arroio, ou para a manutenção da camada fértil dos solos, todos os pontos demonstraram que necessitam de intervenções como plantação de mata galeria, remoção de caminhos e retirada de animais de grande porte. Essas medidas são necessárias a fim de manter essas áreas protegidas e as águas do arroio Ribeirão em condições ideais para dessementação de animais e para a irrigação de cultivos.

Figura 19 - Síntese dos testes de resistência à penetração



Fonte: elaborado pelos autores.

## Conclusões

As ações humanas sobre o ambiente têm provocado alterações que repercutem diretamente nos componentes físicos, químicos e estruturais que compõem as paisagens naturais. Os processos de uso e ocupação de terras dado pelas atividades humanas, bem como a degradação ou as alterações causadas ao meio, estão diretamente ligadas à capacidade produtiva da população e o potencial natural disponível nos diferentes espaços geográficos.

O uso dos recursos naturais sem nenhum parâmetro de orientação ou planejamento desencadeia uma série de consequências degradantes ao meio, como o desmatamento, a poluição e contaminação de rios por dejetos de animais, humanos, agrotóxicos e industriais, a extinção de espécies da fauna e da flora, a erosão e perda da produtividade dos solos, entre outros. Estas

problemáticas são percebidas de forma abrangente em todas as escalas, isto é, desde o nível local até o global, deve-se pensar urgentemente em que escala agir, bem como que elementos estruturar para essas ações possam vir a salvar o meio desestruturado.

Os objetivos desta pesquisa foram alcançados, uma vez que os mapeamentos e os testes propostos foram realizados com êxito auxiliando a compor os resultados aqui apresentados.

Desta forma, considera-se que:

As declividades são, nessa área, os principais condicionantes em relação ao uso da terra, mais que a legislação vigente uma vez que se observa em campo que em declividades altas, onde por lei deve haver florestamento, este existe em totalidade. Contudo, ao redor dos cursos dos rios à presença de mata ciliar não compreende o limite exigido por lei em nenhum dos pontos analisados;

Desta forma, pode-se afirmar que o uso da terra pouco se adequa à legislação vigente, uma vez que áreas que deveriam ser de preservação permanente, principalmente ao que se refere às matas ciliares, são inexistentes;

Os principais usos da terra nesta bacia são lavoura e campo, destinados a plantação de arroz, milho e pastagens, relacionando-se diretamente com a manutenção da população residente no campo, e também floresta nas áreas mais declivosas. As lavouras, em grande parte, não atendem exclusivamente a subsistência da população residente na área da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão, mas também aos produtores de grãos do município que beneficiam e comercializam o grão;

Há possibilidade de desencadeamento de processos de erosão superficial em todos os pontos onde se realizaram os testes de resistência à penetração, pois em todos eles existe a indicação de compactação subsuperficial indicando que se houver a saturação da porção superior de solo, essa pode ser retirada por lixiviação.

Alguns pontos possuem a porção subsuperficial dos solos mais compactada visualmente mais clara nos gráficos, como é o caso dos pontos um e dois. Já outros, como os pontos três e o quatro a compactação é mais sutil, logo necessita de uma avaliação mais criteriosa para identificar apenas através de gráficos onde elas se dão. Contudo, em ambos os casos, os dados demonstram que é necessária uma avaliação e um cuidado nas áreas analisadas a fim de que não ocorram casos remoção da camada superficial por encharcamento subsuperficial.

Além disso, existem testes com mais de uma porção subsuperficial compactada, como é o caso do ponto um e dois com dois pontos evidentes.

É evidente que os resultados desta pesquisa não podem ser usados como único referencial para as ações de controle ambiental a serem utilizadas para o correto manejo ambiental da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão, tendo em vista que este gerenciamento implica em análises mais complexas e elaboradas. Nesse sentido, cabe salientar que além dos dados produzidos por esta pesquisa são necessárias outras pesquisas complementares que englobem outros focos de atuação na linha ambiental como, por exemplo, pesquisas que considerem os aspectos socioeconômicos, culturais e educacionais, visto que, estes apresentam relação com a intensidade de consumo, maior ou menor grau de consciência ambiental e mesmo a forma de intervenção no ambiente natural.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem: à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico (CNPq); e ao Laboratório de Geomorfologia e Percepção da Paisagem CCNE/UFSM.

## Referências

COMPANHIA DE PESQUISAS E RECURSOS MINERAIS; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em: < [http://www.cprm.gov.br/publique/media/mapa\\_rio\\_grande\\_sul.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/mapa_rio_grande_sul.pdf) >. Acesso em 24 de maio 2013.

DEVICARI, Luís Fernando. O modelado de dissecação do relevo como fator topográfico na equação universal de perda de solo aplicado ao município de São Pedro do Sul – RS. 124f. **Dissertação** (Pós-Graduação em Geografia e Geociências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

FERNANDES, Cleodimar; VOLPI Neida Maria Patias; BAUMGARTNER, Gilmar. Comparação entre índice de integridade biótica e um método de multicritério, para análise da qualidade ambiental de três riachos tributários ao reservatório de Itaipu. **Sistemas e Gestão**, v.2, n. 2, p. 175 – 195, 2007. Disponível em: <<http://www.uff.br/sg/index.php/sg/article/viewFile/SGV2N2A6/37> >. Acesso em: 13 mar. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico do uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/manual\\_usodaterra.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/manual_usodaterra.shtm) >. Acesso em: 04 abr. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SH-21. Rio de Janeiro: FIBGE, v. 33, 1986.

HUBER, Renata. Estudo da Fragilidade de vertentes através da resistência a penetração – São Pedro do Sul, RS. 2008. 64f. **Monografia** (Trabalho de graduação em Geografia Bacharelado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@: censo 2010**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> >. Acesso em: 04 abr. 2013.

KLAMT, E. et al. **Solos dos Município de São Pedro do Sul**: características, classificação, distribuição geográfica e aptidão de uso agrícola. Santa Maria, 2001, 96 p.

MACIEL FILHO, C. L. **Carta de Unidades Geotécnicas de Santa Maria – RS**, Carta dos condicionantes à ocupação de Santa Maria – RS. Santa Maria, s. n., 1990. 1 mapa.

NASCIMENTO, Marilene Dias do. Fragilidade ambiental e expansão urbana da região administrativa nordeste da sede do município de Santa Maria – RS. 178f. **Dissertação** (Pós-Graduação em Geografia e Geociências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

OLIVEIRA, Mariana Xavier de. Fragilidade de vertentes: resistência à penetração versus taxa de infiltração em diferentes subordens de Argissolo na área urbana de São Pedro do Sul/RS. 2010. 57f. **Monografia** (Trabalho de Graduação em Geografia Licenciatura Plena). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

OLIVEIRA, Mariana Xavier de; SOUZA, Bernardo Sayão Penna e. Fragilidade de vertentes: resistência à penetração versus taxa de infiltração em diferentes subordens de Argissolo na área urbana de São Pedro do Sul/RS. **Revista do Departamento de Geografia USP**. v. 25. P. 59 – 77. 2013. Disponível em: <<http://citrus.uspnet.usp.br/rdg/ojs/index.php/rdg/article/view/348>>. Acesso em: 22 nov. 2013.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Contexto, 1996.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches; FIERZ, Marisa de Souto Matos. Algumas Técnicas de pesquisa em Geomorfologia. In: VENTURA, L.A.B (Org). **Praticando Geografia**: técnicas de campo e laboratório. São Paulo: Oficina de textos, 2005. p. 69-84.

SARTORI, Maria da Graça Barros. Clima e Percepção. 2000. 227f. v.1. **Tese** (Doutorado em Geografia) – Universidade de São Paulo, 2000.

SHIBA, Marcelo Hiroshi; SANTOS, Rosangela Leal; QUINTANILHA, José Alberto; KIM, Ha-eYong. Classificação de imagens de sensoriamento remoto pela aprendizagem por árvore de decisão: uma avaliação de desempenho. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: INPE, 2005. p. 4319 – 4326. Disponível em: < <http://www.lps.usp.br/~hae/sbsr2005.pdf> >. Acesso em: 21 maio 2013.

Geografia Ensino & Pesquisa, v. 19, n.2, p. 91-106, jan./abr. 2015.

Oliveira, M. X. de; Souza, B. S. P. e

ISSN 2236-4994

I 105

## **Correspondência**

**Mariana Xavier de Oliveira**

**E-mail:** mxavieroliveira@gmail.com

Recebido em 12 de dezembro de 2014.

Revisado pelo autor em 27 de julho de 2014.

Aceito para publicação em 30 de agosto de 2015.