

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
GEOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS**

**USO DA TERRA E A QUALIDADE DA ÁGUA DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO RIBEIRÃO,
SÃO PEDRO DO SUL/RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Mariana Xavier de Oliveira

**Santa Maria,RS,
2014**

PPGGeo/UFSM, RS

OLIVEIRA, Mariana Xavier de

Mestre

2014

**USO DA TERRA E A QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ARROIO RIBEIRÃO,
SÃO PEDRO DO SUL/RS**

Mariana Xavier de Oliveira

Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Geografia e Geociências, Área de Concentração em Análise Ambiental e Dinâmica Espacial, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Geografia**

Orientador: Bernardo Sayão Penna e Souza

**Santa Maria, RS, Brasil
2014**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós Graduação em Geografia e Geociências**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**USO DA TERRA E A QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ARROIO RIBEIRÃO, SÃO PEDRO DO SUL/RS**

elaborada por
Mariana Xavier de Oliveira

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Geografia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Bernardo Sayão Penna e Souza, Dr.
(Presidente/Orientador)

Marisa de Souto Matos Fierz , Dra. (USP)

Mauro Kupfer Werlang, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 06 de março 2014

AGRADECIMENTOS

A *Deus* por ter me dado discernimento nas minhas escolhas e me guiado até este caminho, me ajudando nas horas mais difíceis e atendendo às minhas orações mais individualistas;

À *Universidade Federal de Santa Maria*, pelas graduações, especialização e por este mestrado, proporcionando ensino de qualidade e atendendo às necessidades intrínsecas a essas fases do meu amadurecimento científico;

Ao *Programa de Pós-graduação em Geografia e Geociências* o qual sempre foi o meu sonho desde o começo da graduação em Geografia Licenciatura Plena (2008) e do qual me orgulho de ter feito parte, agradeço pelos ensinamentos e pela responsabilidade e credibilidade depositados em mim e no meu potencial como pesquisadora;

Ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)* pela bolsa de estudos ao qual sem, todo esse fardo teria sido mais pesado;

Ao meu amigo, orientador e professor *Bernardo Sayão Penna e Souza*, que foi muito mais que um professor, foi um amigo fiel em todas as horas, guiando os passos desta pesquisa, bem como os meus passos rumo ao meu desenvolvimento e amadurecimento científico;

Ao *Laboratório de Geomorfologia e Percepção da Paisagem*, que desde o primeiro semestre de 2009 faz parte dos meus dias, sendo meu refúgio, minha fonte de inspiração e meu porto seguro nas horas de maiores dúvidas e solidão acadêmica;

Aos queridos *Luciani Vieira de Vargas, Luciano Maier Dias, Marcia Elena de Mello Cardias e Marilene Dias do Nascimento* pela convivência e troca de experiências dentro do laboratório tornando meus dias mais proveitosos e certamente mais divertidos;

Aos professores, *Mauro Kumpfer Werlang, Roberto Cassol e Waterloo Pereira Filho* por terem feito parte da banca de qualificação deste trabalho e desta forma contribuído para o aperfeiçoamento dessa pesquisa;

À professora *Marisa de Souto Matos Fierz* que veio de longe colaborar com esta pesquisa;

Ao professor *José Luiz Silvério da Silva* pelo empréstimo dos equipamentos de campo bem como pelo auxílio do manuseio dos mesmos;

Ao doutorando *Felipe Correa dos Santos* pelo auxílio com os testes de campo, disponibilizando seu tempo, também precioso, para o êxito de mais uma etapa desta pesquisa;

À minha querida doutoranda *Renata Huber* que, por mais tempo que fiquemos distantes sempre possui um banco de dados, uma referência bibliográfica ou uma pequena explicação que se torna fundamental no desenvolvimento de todas as minhas pesquisas;

À *Gabriela Dambrós*, pela companhia certa, pelas viagens geográficas e pelo companheirismo presente nesses seis anos;

À *Fátima Liliane Fernandes Bonilla* sempre disposta a responder nossas dúvidas e interar-se sobre o que eram de fato nossos direitos e deveres como pós-graduandos;

À minha família, em especial minha mãe *Marion Pinheiro Xavier*, que mesmo sem acreditar que os fins de semana em Santa Maria eram realmente para estudar, sempre encontrava um tempo no seu dia (todos os dias desses dois anos) para perguntar como tudo estava e lembrar que sempre tem alguém me esperando em casa;

À *família Dotto*, que me “adotou” nesse tempo, tendo-me como uma parenta consanguínea e fazendo-me sentir assim;

Ao meu querido amigo *Rodrigo de Ávila Dotto*. Não apenas pelos auxílios, fundamentais, nos trabalhos de campo, mas por ter sido meu fiel amigo ao longo desse pouco tempo que nos conhecemos. Por me encorajar a seguir em frente e não permitir que eu desistisse na primeira queda, me auxiliando a levantar e mesmo conhecendo pouco, me lembrando de onde eu saí e de onde eu já consegui chegar. Foi com toda a certeza meu bem, meu guia, meu norte. Obrigada “O”! “O” o quê? “*Odigo né?*”;

A todos aqueles aqui não nomeados que de alguma forma, auxiliaram com o desenvolvimento dessa pesquisa ou com o meu próprio desenvolvimento, atribuindo ao meu ser valores que fazem que eu seja hoje o que e quem sou ou o que ou quem serei, muito, mas muito obrigada.

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda pensou
sobre aquilo que todo mundo vê.”*

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação Geografia e Geociências
Universidade Federal de Santa Maria

USO DA TERRA E QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO RIBEIRÃO, SÃO PEDRO DO SUL/RS

AUTORA: MARIANA XAVIER DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: BERNARDO SAYÃO PENNA E SOUZA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 06 de março de 2014.

As atividades humanas têm exercido profunda, e comumente, negativa influência sobre os corpos hídricos, sendo que alguns desses efeitos são devido aos poluentes, outros devido ao mau uso do solo pelo ser humano, ou até mesmo pelo mau gerenciamento do solo pela sociedade. O estudo das atividades humanas e suas influências sobre a qualidade da água pressupõe que os corpos hídricos têm a capacidade de refletir alterações em suas propriedades em função de atividades antrópicas sobre a superfície das vertentes que compõem a bacia hidrográfica. O conhecimento das características referentes à qualidade da água e ao do uso da terra de uma bacia hidrográfica é de suma importância, pois toda a forma de uso implementada na mesma influencia direta e indiretamente sobre a qualidade e na disposição dos recursos hídricos. Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho foi estudar a bacia hidrográfica do arroio Ribeirão, em São Pedro do Sul/RS, enfatizando os problemas ambientais, especialmente de degradação do meio aquático e de erosão superficial. A metodologia utilizada foi embasada pelo método dedutivo. Marconi e Lakatos (2010, p.74) afirmam que “os argumentos dedutivos sacrificam a ampliação do conteúdo para atingir a “certeza.””. Esse método considera o conhecimento científico como sendo espécie de especulação controlada, e que não obriga o pesquisador a começar a trabalhar pelas hipóteses e observação dos fatos, mas sim pela teoria ou modelos (CHRISTOFOLETTI, 1999). A presente pesquisa foi dividida em duas etapas: etapa de gabinete e etapa de campo. Na busca de organizar os procedimentos que vieram a compor a pesquisa em gabinete elaborou-se a revisão bibliográfica sobre os assuntos que dizem respeito a: qualidade ambiental, qualidade da água, Geomorfologia e legislação ambiental. Na etapa de campo foram realizados no outono, estação mais chuvosa (20/06/2013) e primavera, estação menos chuvosa (06/10/2013) onde foram coletadas, nas duas ocasiões, amostras de água para a realização dos testes de CE, pH, TSD e temperatura da água, e no segundo campo foram realizados os testes de resistência à penetração para inferir acerca da erosão superficial. Como resultados, observou-se que os principais usos da terra 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; a insolação e a quantidade de água disponível são os principais condicionantes ao fator temperatura da água, como já se previa; nas estações frias o uso da terra combinado em floresta e lavoura aumentam os índices de CE, o que não ocorre nas estações quentes; nas estações frias os índices de pH diminuem, chegando a ficar abaixo no índice mínimo recomendado para a dessedentação humana, o que não ocorre nas estações quentes onde os índices de elevam; tanto nas estações quentes como frias, os índices de TSD no arroio Ribeirão ficam dentro dos limites recomendados para consumo humano; as margens do rio principal encontram-se fora da legislação vigente, não possuindo vegetação ciliar a 30 metros dessas das margens; há possibilidade de ocasiões 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. Nesse sentido, cabe salientar que além dos dados produzidos por essa 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.

Palavras-chave: São Pedro do Sul; Geomorfologia; Uso da terra; Qualidade da água.

ABSTRACT
Master Dissertation
Postgraduate Program in Geography and Geosciences
Federal University of Santa Maria

LAND USE AND WATER QUALITY OF WATERSHED'S ARROIO RIBEIRÃO, SÃO PEDRO DO SUL/RS.

AUTHOR: MARIANA XAVIER DE OLIVEIRA
SUPERVISOR: BERNARDO SAYÃO PENNA E SOUZA
Date and Place of Defense: Santa Maria, March 06th, 2014

Human activities has exerted deep, and commonly, negative influence on water bodies, and some of these effects are due to pollutants, others due to misuse of land by humans, or even by poor soil management by society. The study of human activities and their influences on the water quality presupposes that water bodies has the ability to reflect amendments in their properties due to human activities on the strands surface that compose the watershed. The knowledge of the characteristics about to water quality and land use in a watershed is of utmost importance, because every form of use implemented influences direct and indirect on the quality and disposition of water resources. So, the general objective of this work was to study the watershed of the arroio Ribeirão in Sao Pedro do Sul / RS, emphasizing environmental problems, especially degradation of the aquatic environment and surface erosion. The methodology used was based by the deductive method. Marconi and Lakatos (2010, p.74) assert that "deductive arguments sacrifice the enlargement the content to achieve the" certainty". This method takes into account the scientific knowledge as being sort of controlled speculation, and that does not require the researcher starts working by hypotheses and observation of facts, but by theory or models (CHRISTOFOLETTI, 1999). The present research was divided into two stages: cabinet step and field step. Seeking to organize the procedures that came to compose the cabinet research was elaborated the bibliographic review on the matters that concern: environmental quality, water quality, geomorphology and environmental legislation. In the field stage were conducted in the fall (06/20/2013) and spring (06/10/2013) where were collected on two occasions, water samples for the achievement of the CE, pH, TSD tests and water temperature, at second field were conducted the resistance test to the penetration to infer the surface erosion. As a result, it was observed that the main land uses are tillage and field, destined to planting rice, corn and pastures and relating itself directly with the maintenance of the resident population in the field and also forest in the sloping areas; the insolation and amount of water available are the main conditioners to factor water temperature, as was anticipated; in the cold seasons, the land use combined with forest and tillage increase the rate of CE, which does not occur in the warm seasons; In the cold seasons the pH rates decrease, coming to be below the minimum index type recommended for human needs, which does not occur in the warm seasons where rates rise, both in the warm seasons as cold, rates of TSD in the arroio Ribeirão are within the recommended limits for human consumption; the margins of the main river are outside of the current legislation, having no riparian vegetation 30 meters of these margins; There is a possibility of occurrences of surface erosion at all points where the penetration resistance tests were performed, because in all of them there is an indication of subsurface compaction indicating that if the saturation of the upper soil, this can be removed by leaching. In this sense, it is worth emphasizing that besides data produced by this research are required other complementary surveys that encompass other focus of activity in the environment line, for example, studies that consider the socio-economic, cultural and educational aspects, since they present relationship with the intensity of consumption, greater or lesser degree of environmental conscience and even the form of intervention in the natural environment.

Key-words: São Pedro do Sul, Geomorphology, Land Use, Water Quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 - Localização e situação do município de São Pedro do Sul – RS, em relação aos demais municípios do estado do Rio Grande do Sul.....	19
FIGURA 02 - Principais espécies de animais do município de São Pedro do Sul – RS.....	22
FIGURA 03 - População residente no meio rural e no meio urbano por faixa etária no município de São Pedro do Sul – RS.....	23
FIGURA 04 - Mapa Geológico de São Pedro do Sul – RS.....	25
FIGURA 05 - Mapa das feições geomorfológicas de São Pedro do Sul – RS.....	27
FIGURA 06 - Rede de drenagem de São Pedro do Sul – RS.....	29
FIGURA 07 - Mapa semidetalhado de solos do município de São Pedro do Sul – RS.....	32
FIGURA 08 - Mapa de unidades de vegetação de São Pedro do Sul – RS.....	33
FIGURA 09 - Esquema teórico de construção de uma nomenclatura da cobertura terrestre.....	43
FIGURA 10 - Locais dos pontos de coleta.....	50
FIGURA 11 - Modelo de termômetro.....	51
FIGURA 12 - Escala de pH.....	52
FIGURA 13 - Esquema de um eletrodo combinado de pH.....	53
FIGURA 14 - Penetrômetro de impacto.....	55
FIGURA 15 - Carta clinográfica da Bacia do Arroio Ribeirão – São Pedro do Sul/RS.....	84
FIGURA 16 - [Em primeiro plano] Área de declividade inferior a 12% com atividade agrícola mecanizada.....	85
FIGURA 17 - Área de declividade superior a 47% florestada.....	86
FIGURA 18 - Carta hipsométrica da Bacia do Arroio Ribeirão – São Pedro do Sul/RS.....	87
FIGURA 19 - Diferenças de altitudes da bacia hidrográfica do Arroio Ribeirão – São Pedro do Sul/RS.....	88
FIGURA 20 - Solos da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão – São Pedro do Sul/RS.....	90

FIGURA 21 - Carta de uso da terra da Bacia do Arroio Ribeirão – São Pedro do Sul/RS.....	91
FIGURA 22 - Área de floresta da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão.....	92
FIGURA 23 - Rio principal da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão, com vegetação galeria em desacordo com a Legislação Brasileira vigente.....	93
FIGURA 24 - Área de campo da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão.....	93
FIGURA 25 - Área de lavoura (azevém e milho) da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão.....	94
FIGURA 26 - Área de solo exposto da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão.....	94
FIGURA 27 - Paisagem com os três principais usos da terra da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão.....	94
FIGURA 28 - Temperatura da água no trabalho de campo um.....	96
FIGURA 29 - Temperatura da água no trabalho de campo um.....	96
FIGURA 30 - Temperatura da água no trabalho de campo um e dois.....	97
FIGURA 31 - CE da água no trabalho de campo um.....	98
FIGURA 32 - Ponto dois de coleta de outono.....	98
FIGURA 33 - Condutividade elétrica da água no trabalho de campo dois.....	99
FIGURA 34 - Ponto um de coleta de primavera.....	99
FIGURA 35 - CE da água no trabalho de campo um e dois.....	100
FIGURA 36 - Ponto cinco de coleta de outono.....	101
FIGURA 37 - Ponto seis de coleta de primavera.....	101
FIGURA 38 - Ponto um de coleta de outono.....	102
FIGURA 39 - pH da água no trabalho de campo um.....	102
FIGURA 40 - Ponto seis de coleta de outono.....	102
FIGURA 41 - pH da água no trabalho de campo dois.....	103
FIGURA 42 - Ponto cinco de coleta de primavera.....	103
FIGURA 43 - Ponto dois de coleta de primavera.....	104
FIGURA 44 - pH da água no trabalho de campo um e dois.....	105
FIGURA 45 - TSD da água no trabalho de campo um.....	106
FIGURA 46 - TSD da água no trabalho de campo dois.....	106
FIGURA 47 - Ponto três de coleta de outono.....	107
FIGURA 48 - Ponto quatro de coleta de outono.....	107
FIGURA 49 - Ponto três de coleta de primavera.....	107
FIGURA 50 - Ponto quatro de coleta de primavera.....	108

FIGURA 51 - TSD da água no trabalho de campo um e dois.....	108
FIGURA 52 - Teste de resistência à penetração no ponto três de coleta.....	110
FIGURA 53 - Indicação de caminhos no local próximo ao teste.....	110
FIGURA 54 - Teste de resistência à penetração no ponto três de coleta.....	110
FIGURA 55 - Teste de resistência à penetração no ponto quatro de coleta.....	111
FIGURA 56 - Teste de resistência à penetração no ponto quatro de coleta.....	112
FIGURA 57 - Teste de resistência à penetração no ponto cinco de coleta.....	113
FIGURA 58 - Teste de resistência à penetração no ponto cinco de coleta.....	113
FIGURA 59 - Teste de resistência à penetração no ponto seis de coleta.....	114
FIGURA 60 - Teste de resistência à penetração no ponto seis de coleta.....	115
FIGURA 61 - Síntese dos testes de resistência à penetração.....	116

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional das Águas
APP – Área de Preservação Permanente
Art. - Artigo
BR - Rodovia com de responsabilidade do Governo Federal.
CE – Condutividade Elétrica
Cfa - Clima temperado úmido com verão quente
cm - Centímetros
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EMPRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental
FZB – Fundação Zoobotânica Brasileira
GPS – Global Position Systems
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Kg - Quilogramas
km² - Quilômetro quadrado
mg/l – Miligramas por litro
mm – Milímetros
nº - Número
pH – Potencial de Hidrogênio
RS – Rio Grande do Sul
s/d – Sem data
SEMA – Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SGB – Sistema Geodésico Brasileiro
SGB – Serviço Geográfico Brasileiro
SGB – Serviço de Geologia do Brasil
SIG's – Sistema de Informações Geográficas
SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
TSD – Total de Sólidos Dissolvidos
°C – Graus Celsius
µS/cm - Micro siemens por centímetro

LISTA DE ANEXOS

Anexo A - Ficha de campo.....	127
-------------------------------	-----

SÚMARIO

INTRODUÇÃO.....	16
1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	19
1.1 Localização e situação do município de São Pedro do Sul/RS.....	19
1.2 Histórico do município de São Pedro do Sul/RS.....	20
1.3 Caracterização socioeconômica do município de São Pedro do Sul/RS....	20
1.4 Caracterização dos aspectos físicos e naturais do município de São Pedro do Sul/RS e da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão.....	23
1.4.1 Clima.....	23
1.4.2 Geologia.....	24
1.4.3 Geomorfologia.....	26
1.4.4 Hidrografia.....	28
1.4.5 Solos.....	30
1.4.6 Vegetação.....	31
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	35
2.1 Geomorfologia e diagnósticos ambientais.....	35
2.2 Bacia hidrográfica e qualidade da água.....	39
2.3 Qualidade ambiental nas bacias hidrográficas.....	43
2.3.1 Análise limnológicas.....	44
2.3.1.1 Potencial de hidrogênio.....	46
2.3.1.2 Condutividade elétrica.....	47
2.3.1.3 Total de sólidos dissolvidos.....	48
2.3.1.4 Temperatura da água.....	49
2.3.2 Erosão.....	49
2.3.2.1 Erosão hídrica.....	52
2.4 Legislação vigente.....	54
2.4.1 Disposições do Código Florestal de 1965 e de 2012.....	55
2.4.2 Disposições da Política Nacional de Recursos Hídricos.....	58
3 METODOLOGIA.....	63
3.1 Fundamentação metodológica.....	63
3.1.1 O Método.....	63

3.1.2 A pesquisa em Geografia.....	67
3.2 Material de apoio.....	69
3.3 Procedimentos metodológicos.....	69
2.3.1 As cartas.....	69
3.3.1.1 Carta de uso da terra.....	70
3.3.1.2 Carta clinográfica.....	73
3.3.1.3 Carta hipsométrica.....	76
3.3.2 As análises de água do Arroio Ribeirão.....	77
3.3.2.1 Medição de temperatura da água.....	79
3.3.2.2 Medição de CE da água.....	79
3.3.2.3 Medição de pH da água.....	80
3.3.2.4 Equação para inferência do TSD na água.....	81
3.3.3 Testes de resistência do solo à penetração.....	82
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	84
4.1 Apresentação dos produtos cartográficos.....	84
4.1.1 Carta clinográfica.....	84
4.1.2 Carta hipsométrica.....	86
4.1.3 Carta de solos.....	89
4.1.4 Carta de uso da terra.....	91
4.2 Apresentação dos dados referentes à qualidade ambiental.....	95
4.2.1 Qualidade da água.....	95
4.2.1.1 Temperatura.....	95
4.2.1.2 Condutividade elétrica.....	97
4.2.1.3 Potencial de hidrogênio.....	101
4.2.1.4 Total de sólidos dissolvidos.....	105
4.2.2 Resistência do solo à penetração de estaca.....	109
4.2.2.1 Teste um	109
4.2.2.2 Teste dois.....	111
4.2.2.3 Teste três.....	112
4.2.2.4 Teste quatro.....	114
5. CONCLUSÃO.....	117
REFERÊNCIAS.....	119
ANEXO.....	127

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 do solo pelo ser humano, ou até mesmo pelo mau gerenciamento do solo pela sociedade. Há, geralmente, pontos de vista conflitantes a respeito deste assunto, com diferentes juízos de valores, forçando os tomadores de decisão a decidirem sem uma base técnica suficiente, induzindo muitas vezes a decisões equivocadas (FERNANDES; VOLPI; BAUMGARTNER; 2007) que não favorecem a recuperação ou a utilização adequada deste solo.

A Geomorfologia, associada a outras ciências, ou, usufruindo de novas técnicas, tem se feito importante 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 em Geografia têm usufruído da Geomorfologia a fim de fazê-la útil em seus estudos, tornando as análises geomorfológicas típicas em estudos de Geografia Física. Sendo assim, pode-se afirmar que é impossível desassociar os problemas ambientais dos problemas políticos e sociais, uma vez que o meio ambiente engloba essas esferas, as quais agem sobre ele. Ou seja, as práticas sociais passam a ser indissociáveis das ambientais (NASCIMENTO, 2009).

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 ambientais 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 dita 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.

Para uma análise mais aprofundada algumas técnicas como o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) serão utilizadas nesta pesquisa. As técnicas de Sensoriamento Remoto e os SIG's auxiliam nos estudos de cunho ambiental quando fornecem elementos que complementam o trabalho de pesquisa. Imagens de satélite, cartas topográficas, mapas de localização, cartas de isolinhas auxiliam a proposta de trabalho porquanto são eles a parte que pode auxiliar a mostrar quais atividades devem ser implantadas na área em análise. Sendo assim, esses documentos passam a não só a auxiliar na pesquisa, mas também passam a fazer parte dela, sem os quais, com certeza, a pesquisa tornar-se-ia mais difícil ou mesmo incompleta.

Esta proposta de pesquisa teve como objetivo principal estudar a bacia hidrográfica do Arroio Ribeirão, em São Pedro do Sul/ RS, enfatizando os problemas ambientais, especialmente de degradação do meio aquático e de erosão superficial.

Especificamente objetivou-se:

- a) Mapear o uso da terra da bacia hidrográfica do Arroio Ribeirão;
- b) Caracterizar fisicamente a bacia hidrográfica do arroio Ribeirão: hipsometria, declividades de vertente, geologia, solos e morfologia do relevo;
- c) Determinar os parâmetros limnológicos no rio principal do Arroio Ribeirão: potencial de hidrogênio, condutividade elétrica, total de sólidos dissolvidos e a temperatura da água, nos equinócios de outono (estação chuvosa) e primavera (estação seca) de 2013;
- d) 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.

Sendo assim, esta pesquisa pretende ser um estudo que integre diferentes áreas, tais como Geomorfologia, Hidrologia, Sensoriamento Remoto, Cartografia, a fim de inferir acerca da qualidade ambiental de uma determinada paisagem. Ela está dividida em cinco capítulos que se articulam para compor a proposta de dissertação.

A introdução traz uma reflexão mais geral sobre os temas tratados na fundamentação teórica, também uma apresentação da pesquisa e os objetivos

presentes neste trabalho. O capítulo dois visa caracterizar a área de estudo, e o município de São Pedro do Sul/RS, em seus aspectos históricos, sociais, físicos e econômicos.

O capítulo três, da metodologia, traz a discussão do método utilizado na pesquisa, bem como as metodologias utilizadas no mapeamento, trabalho de gabinete e de campo. Apresenta também os materiais que foram utilizados.

O capítulo quatro, que se constitui da revisão da literatura, traz discussões conceituais entre os temas abordados nesta pesquisa: Geomorfologia, bacia hidrográfica e qualidade da água, qualidade ambiental e legislação vigente no país. Essas temáticas foram escolhidas a fim de embasar os conhecimentos gerados a partir dos objetivos e criar assim uma discussão entre o que está sendo feito e o que já é conhecido.

O quinto capítulo, dos resultados, atende às propostas dos objetivos desta pesquisa. As conclusões finalizam a pesquisa com o que foi possível conhecer e estabelecer com o findar das análises.

Espera-se que esta dissertação possa contribuir para pesquisas futuras, bem como para políticas de preservação do local estudado, caso haja necessidade de intervenção, bem como a busca do bem estar da população frente à paisagem e o espaço de vivência.

1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

1.1 Localização e situação do município de São Pedro do Sul/RS

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 01) situa-se na região central do estado do Rio Grande do Sul, possuindo 873,6 km² 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).

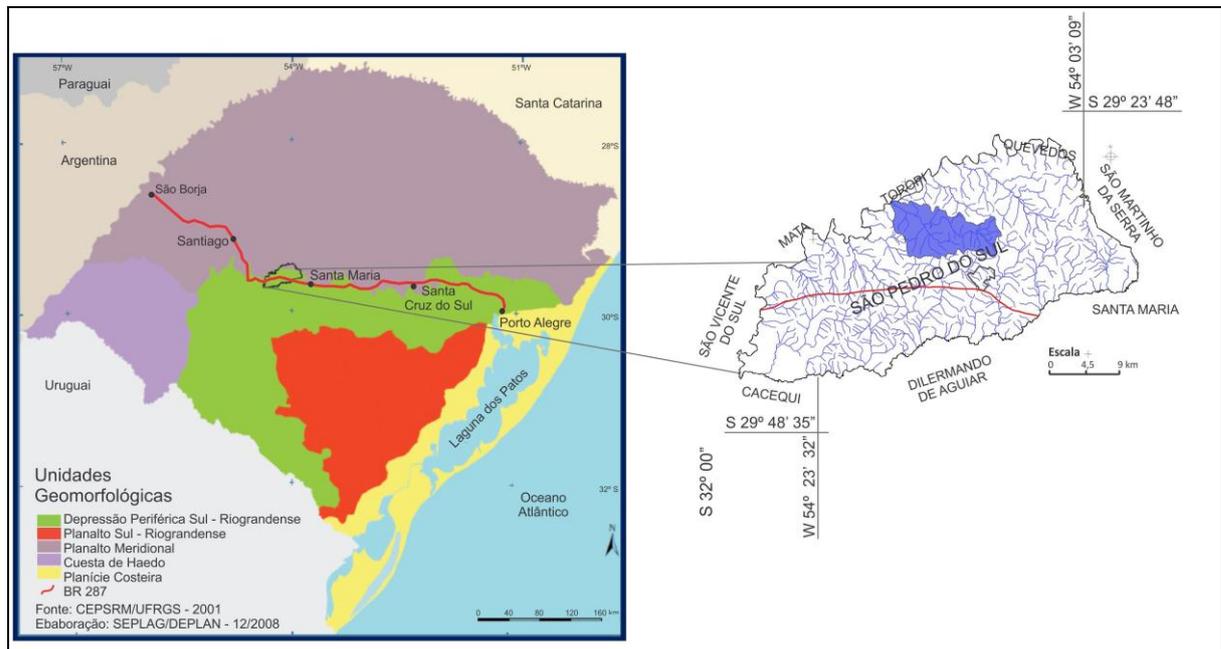


Figura 01: Localização e situação do município de São Pedro do Sul – RS, em relação às unidades geomorfológicas do estado do Rio Grande do Sul
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)
Fonte: Adaptado de CPRSRM (2001)

São Pedro do Sul limita-se com os seguintes municípios: a norte Toropi e Quevedos, a leste São Martinho da Serra, ao sul Dilermando de Aguiar, a oeste São Vicente do Sul, a sudoeste Cacequi, a noroeste Mata e a sudeste Santa Maria.

Além disso, o município de São Pedro do Sul/RS é banhado por duas bacias hidrográficas principais, do rio Toropi ao norte e do rio Ibicuí Mirim ao sul, ambas as bacias deságuam no rio Ibicuí que faz parte da Bacia do rio Uruguai. A área urbana de São Pedro do Sul dista 38 km da área urbana de Santa Maria e 358 km da área urbana da capital do estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, com acesso pela BR-287.

1.2 Histórico do município de São Pedro do Sul/RS

Conforme Leal (1996) São Pedro do Sul é um município do estado do Rio Grande do Sul o qual foi desmembrado da comarca de Santa Maria, em 1926. A história do município começa em 1626 com a chegada dos padres jesuítas na área que hoje o forma. Com a doação de terras de Crescêncio José Pereira a quem quisesse ali residir e a chegada de imigrantes alemães e italianos respectivamente a área que era então, o terceiro distrito de Santa Maria, começa a estabelecer suas primeiras relações sociais e de vizinhança e reivindicar sua emancipação.

Em 22 de março de 1926 “São Pedro” emancipa-se de Santa Maria com essa denominação que perdura até 29 de dezembro de 1944, quando o município passa-se a nominar-se São Pedro do Sul. Em 1995 desmembra-se o primeiro município originado de São Pedro do Sul, Toropi. (LEAL, 1996)

Hoje São Pedro do Sul possui quatro distritos: São Pedro do Sul (sede), Cerro Claro, Guassupí e Xiniquá (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO DO SUL, 2013).

1.3 Caracterização socioeconômica do município de São Pedro do Sul/RS

O município de São Pedro do Sul possui uma área rural de 870,9 km² 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 criação de gado de grande porte. Os cultivos de fumo e de mandioca apresentam destaque em relação a quantidade produzida, em comparação com as demais lavouras temporárias, apesar de não apresentar uma grande área cultivada. As lavouras de soja ocupam em sua maior parte as áreas planas da Depressão Periférica Sul Rio-grandense, o arroz é cultivado principalmente nas várzeas dos rios Ibicuí Mirim e Toropi, já o milho é cultivado em sua maior parte no Rebordo do Planalto Central do Rio Grande do Sul. As culturas de soja e arroz são lavouras comerciais, mas o milho é destinado quase que exclusivamente à subsistência (IBGE, 2006).

A quantidade produzida e a área plantada dos principais produtos agrícolas cultivados no município, segundo o IBGE (2010) está disposta no quadro 01.

CULTURA	TONELADAS	ÁREA PLANTADA/HA
ARROZ	29.500	4.050
MANDIOCA	18.000	900
SOJA	10.800	4.000
MILHO	9.000	3.000
FUMO	1.092	546

Quadro 01: Quantidade produzida e área cultivada das principais culturas agrícolas do município de São Pedro do Sul – RS
 Fonte: IBGE, (2010)
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

O município também conta com o cultivo de outros produtos, temporários, como o alho, amendoim, batata doce, batata inglesa, cana de açúcar, cebola, feijão, melancia, melão, sorgo e tomate. Também abriga lavouras de culturas permanentes como do abacate, banana, caqui, figo, goiaba, laranja, limão, noz, pera, pêssego, tangerina e uva (IBGE, 2010), todas essas em menor área plantada e, desta forma, representam menor importância econômica ao município.

Tratando-se da pecuária, animais de pequeno e grande porte são criados no município. Percebe-se várias espécies e raças de animais ao longo da extensão não urbana. As principais são de bovinos, aves, ovinos, suínos e equínos, quantificados no figura 02. Também possui plantéis, em menor quantidade de bubalinos, asininos,

muares, caprinos, codornas e coelhos. Também há criação de abelhas para a produção do mel (IBGE, 2010).

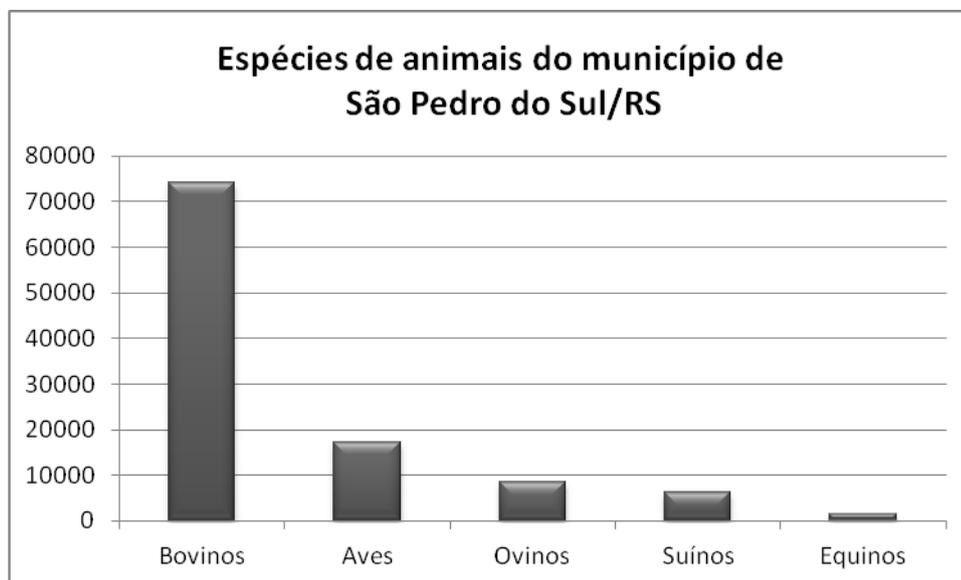


Figura 02: Principais espécies de animais do município de São Pedro do Sul – RS

Fonte: IBGE, (2010)

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Mas não é apenas de atividades agropecuárias que a economia do município se mantém. Há 644 empresas atuantes em São Pedro do Sul que empregam 1.813 pessoas assalariadas, essas que recebem em média de 2,2 salários mínimos por mês (IBGE, 2010).

A maior parte da população total do município é a que compreende a faixa etária economicamente ativa, com idade entre 20 a 59 anos tanto no meio rural quanto no urbano (FIGURA 03). Segundo o IBGE (2013), população economicamente ativa é entendida como

o potencial de mão-de-obra com que pode contar o setor produtivo, isto é, a população ocupada e a população desocupada, assim definidas: população ocupada - aquelas pessoas que, num determinado período de referência, trabalharam ou tinham trabalho mas não trabalharam (por exemplo, pessoas em férias). População Desocupada - aquelas pessoas que não tinham trabalho, num determinado período de referência, mas estavam dispostas a trabalhar, e que, para isso, tomaram alguma providência efetiva (consultando pessoas, jornais, etc.).

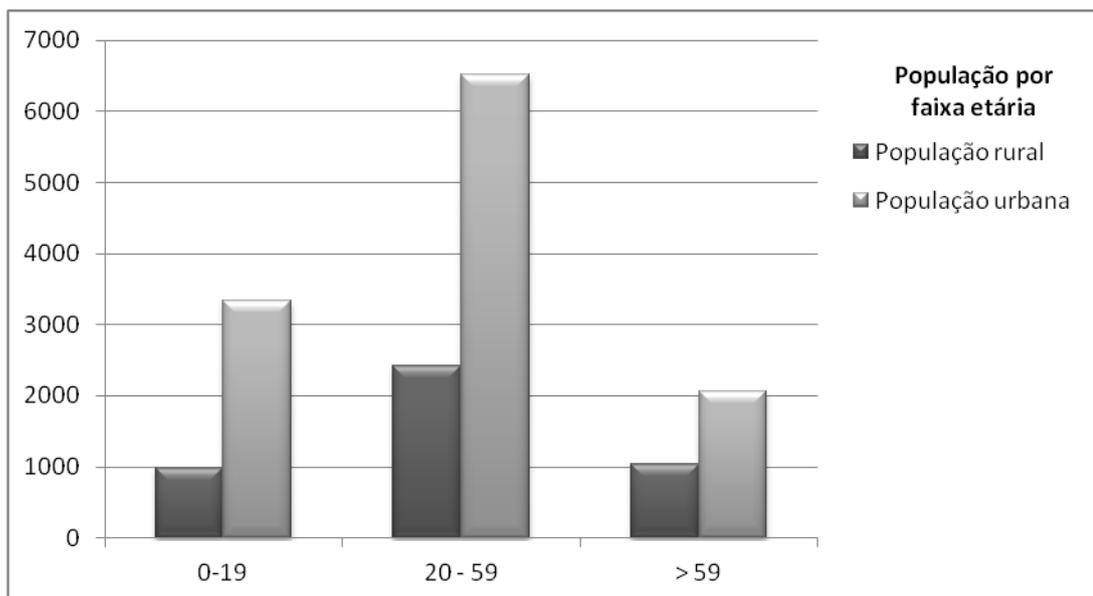


Figura 03: População residente no meio rural e no meio urbano por faixa etária no município de São Pedro do Sul – RS
 Fonte: IBGE, (2010)
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Além disso, pode-se considerar que essa população economicamente ativa muitas vezes migra diariamente para municípios vizinhos para trabalhar e retorna a São Pedro do Sul para residir. Desta forma, Santa Maria é um dos principais destinos para essa população por apresentar maiores oportunidades de trabalho e também unidades de ensino, além de ser geograficamente próxima de São Pedro do Sul.

1.4 Caracterização dos aspectos físicos e naturais do município de São Pedro do Sul/RS e da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão

1.4.1 Clima

O clima na região central do estado do Rio Grande do Sul, onde se localiza o município de São Pedro do Sul, corresponde ao Clima Subtropical Úmido disposto segundo a classificação climática de Köppen-Geiger como *Cfa*. A variedade "Cfa"

se caracteriza por apresentar chuvas durante todos os meses do ano e possuir a temperatura do mês mais quente superior a 22°C, e a do mês mais frio superior a -3°C (NIMER 1989; AYOADE, 1986 apud DEVICARI 2009).

Este clima apresenta como característica invernos frios, com temperatura média do mês mais frio entre 13°C a 15°C e média das mínimas entre 8°C a 10°C. Os verões são quentes, com temperatura média do mês mais quente superior a 24°C e média das máximas variando entre 28°C a 32°C e as máximas absolutas oscilando em torno dos 39°C. As temperaturas médias anuais situam-se entre 16°C a 20°C.

Os ventos predominantes são de leste e sudeste. Os índices pluviométricos anuais variam entre 1.500 e 1.600 milímetros de precipitações sendo essas regulares durante todo o ano e não apresenta estação seca (DEVICARI, 2009).

1.4.2 Geologia

O município de São Pedro do Sul caracteriza-se por apresentar litologias compostas pelo grupo Rosário do Sul: formações Sanga do Cabral, Santa Maria e Caturrita e também pelo grupo São Bento: formações Botucatu e Serra Geral (ANDREIS, et al., 1982) (FIGURA 04). O contato entre as formações Rosário do Sul e São Bento, está encoberto sendo definido, segundo Andreis, et al., (p. 1286, 1982) por

constituí-se em uma superfície ondulada, definida pela variabilidade da espessura da Formação Caturrita [...]. A espessura total aflorante do Grupo Rosário do Sul é de aproximadamente 200 metros, correspondendo 50 metros da Formação Sanga do Cabral, 70 metros a Formação Santa Maria e 40 a 80 metros da Formação Caturrita.

A bacia hidrográfica do arroio Ribeirão localiza-se nas áreas das Formações Serra Geral, Botucatu e Santa Maria. Na Formação Serra Geral há presença dos paredões de rocha vulcânica e as maiores altitudes, superiores a 300 metros; a Formação Botucatu são as áreas de transição entre a formação Santa Maria, do Grupo São Bento, e a formação Serra Geral; já a formação Santa Maria é a principal Formação que compõem a bacia hidrográfica do arroio Ribeirão, apresentando-se

entre os 100 e os 200 metros de altitude¹. A foz da bacia está assentada em um depósito colúvio-aluvial que também possui uma altitude entre 100 a 200 metros.

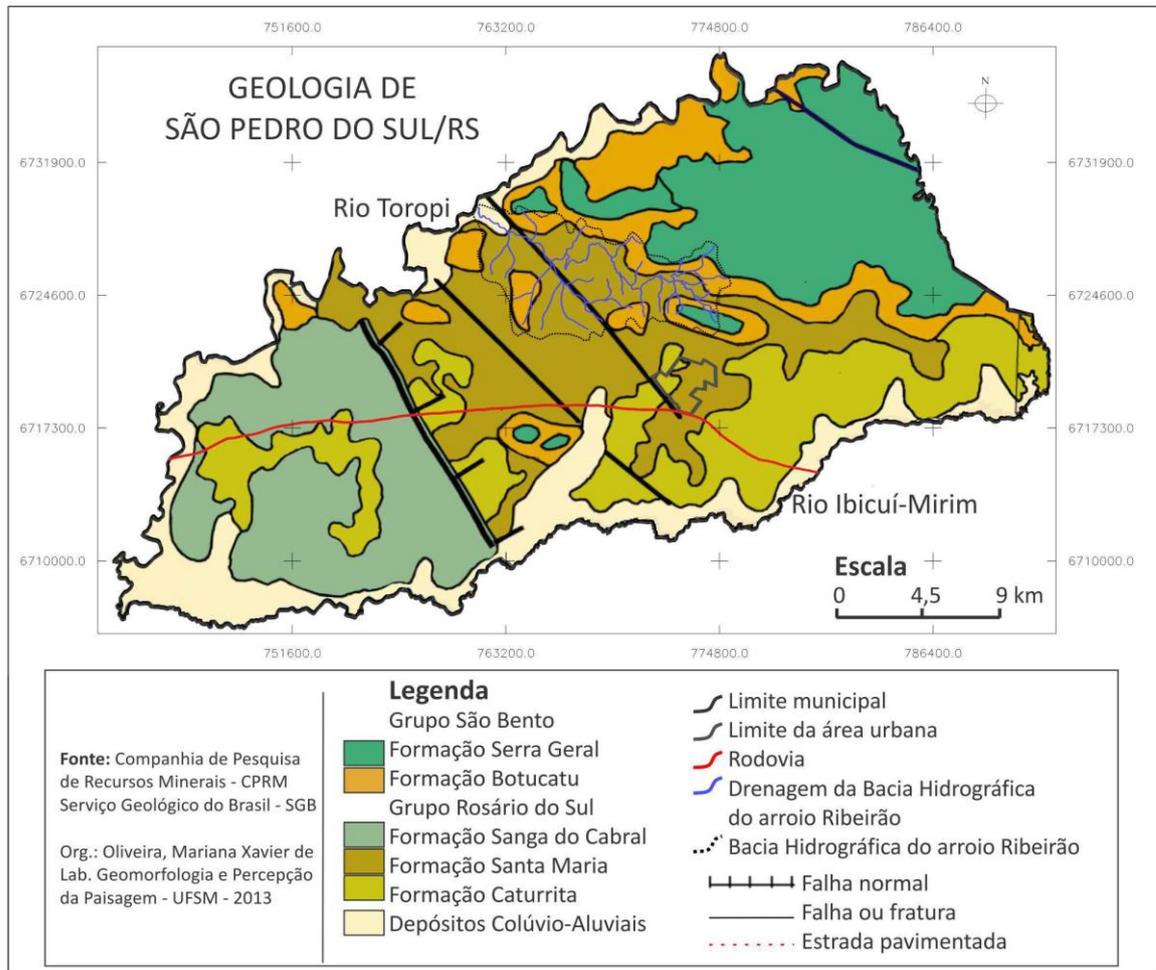


Figura 04: Mapa Geológico de São Pedro do Sul – RS

Fonte: CPRM e SGB (s/d)

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

As características das litologias das formações que compõe o município de São Pedro do Sul estão dispostas e caracterizadas no quadro 02:

¹ Em relação ao nível do mar.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA		LITOLOGIAS
Grupo São Bento		Formato principalmente por rochas eólicas e vulcânicas.
Botucatu		Arenitos médios a finos, de cor rosa com estratificação cruzada cuneiforme de grande porte de ambiente eólico.
Serra Geral	Sequência Superior	Rochas vulcânicas ácidas: riolitos granofíricos de cor cinza-claro a média e vitrófiros de cor preta ou castanha subordinados, com disjunção tabular dominante.
	Sequência Inferior	Rochas vulcânicas básicas: basaltos e andesitos toleíticos de cor cinza escuro com intercalações de arenito eólico.
Grupo Rosário do Sul		Arenitos finos micáceos bem consolidados de cor rosa a vermelha na base, passando a amarelo acinzentada e lilás em direção ao topo, com estratificação cruzada acanalada e planar de origem fluvial.
Caturrita		Arenitos médios e finos róseos, com estratificação cruzada, acanalada e planar, intercalados com siltitos vermelhos de ambiente fluvial, com troncos vegetais fósseis silicificados.
Santa Maria	Membro Alemoa	Siltitos argilosos maciços, de cor vermelha com níveis esbranquiçados de concreções calcárias, ambiente de sedimentação controverso (lacustre, <i>loess</i>).
	Membro Passo das Tropas	Arenitos feldspáticos grosseiros, com estratificação cruzada, acanalada na base, seguidos de siltitos arenosos rocho-avermelhados de ambiente fluvial, além de arenitos finos e siltitos laminados de cor rosa a lilás, de ambiente flúvio-lacustre. Impressões de restos da flora <i>Dicroidium</i> .
Sanga do Cabral		Predominantemente, por arenitos de origem eólica, sendo considerada cronocorrelata à Formação Pirambóia. A principal evidência para o estabelecimento dessa correlação é a presença de fósseis de alguns vertebrados no topo da Formação Sanga do Cabral.

Quadro 02: Litologias presentes no município de São Pedro do Sul – RS

Fonte: Gaspareto (1990); Maciel Filho (1990); CPRM (1994) apud Dutra; Osório; Cassol (2008)
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

1.4.3 Geomorfologia

O município 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) (FIGURA 05). A Depressão Periférica Sul Rio-Grandense possui áreas inter-planálticas onde os processos erosivos são

mais ativos. Não possui grandes variações altimétricas, possuindo apenas cerca de 50 metros de desníveis. Já o Rebordo do Planalto Central do RS, que é entendido como uma faixa de transição entre o Planalto Sul Rio-Grandense e a depressão Periférica, apresenta grandes desníveis altimétricos, chegando a cerca de 300 metros, bem como morros residuais frutos de processo de denudação e de retrocesso das escarpas (MÜLLER FILHO, 1970 apud DEVICARI, 2009).

O município de São Pedro do Sul possui morros residuais predominando rochas efusivas básicas e ácidas da Formação Serra Geral. Dessa formação, Serra Geral, no rebordo do planalto há presença de basalto (MACIEL FILHO, 1990). Nas áreas de planícies aluviais há presença de sedimentos do quaternário oriundos de superfícies mais elevadas, mais especificamente do próprio rebordo, que são depositadas em áreas mais baixas e planas, geralmente nas margens dos rios da região (WERLANG, 2004).

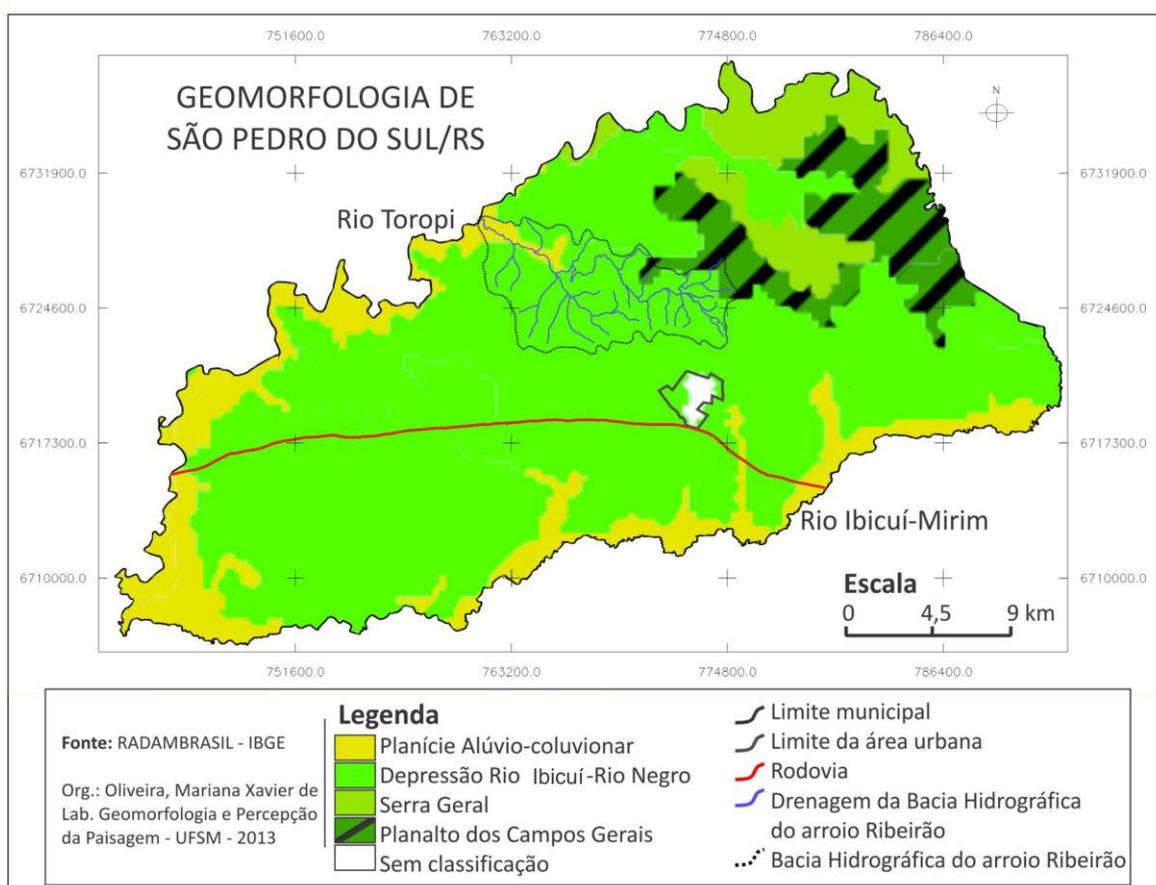


Figura 05: Mapa das feições geomorfológicas de São Pedro do Sul – RS

Fonte: RADAMBRASIL – IBGE (s/d)

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

As colinas aparecem, tanto individualmente quando em sequência, no setor mais ao sul do município. Em alguns pontos formam-se colinas alongadas onde ocorrem movimentos de massa por suas encostas serem mais íngremes e declivosas (WERLANG, 2004).

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.

1.4.4 Hidrografia

As águas de São Pedro do Sul são drenadas para dois rios principais, o rio Ibicuí - Mirim ao sul e, o rio Toropi, a norte. Seguindo a classificação de Geoge H. Dury citado por CRHISTOFOLETTI (1980), os cursos dos rios do município possuem padrão dendrítico e paralelos de drenagem (FIGURA 06). Christofoletti (1980, p. 103 – 104) caracteriza esses padrões como

drenagem dendrítica [...] seu desenvolvimento assemelha-se à configuração de uma árvore, [...] a corrente principal corresponde ao tronco da árvore, os tributários aos seus ramos [...] os ramos formados pelas correntes tributárias distribuem-se em todas as direções sobre a superfície do terreno, e se unem formando ângulos agudos de graduações variadas, mas sem chegar nunca ao ângulo reto. [...]. Drenagem paralela [...] quando seus cursos de água, sobre uma área considerável, ou em numerosos exemplos sucessivos, escoam quase paralelamente uns aos outros.

Os pequenos cursos fluviais do município são responsáveis pelo modelado dos interflúvios e pelo entalhamento dos talwegues. Possuem canais de até terceira ordem, que são importantes para a drenagem das culturas e dessedentação humana e animal (WERLANG, 2004). O rio Toropi e o rio Ibicuí – Mirim são afluentes do rio Ibicuí, que por sua vez faz parte da bacia hidrográfica do rio Uruguai, que compõem a bacia Platina.



Figura 06: Rede de drenagem de São Pedro do Sul – RS

Fonte: DSG (s/d)

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Tratando-se de hierarquia fluvial, o arroio Ribeirão possui 25 tributários de primeira ordem, cinco de segunda ordem sendo o rio principal de terceira ordem² que deságua no rio Toropi.

² Christofolletti (1980, p. 106) conceitua hierarquia fluvial como: “o processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada a que pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Isso é realizado com a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos [...] sobre as bacias hidrográficas”. Para Strahler, esta metodologia considera que: “os menores canais sem tributários são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores. E assim sucessivamente, Christofolletti (1980, P. 106 – 107).”

1.4.5 Solos

Diversos são tipos de solos que compõem o município de São Pedro do Sul (FIGURA 07), dentre eles pode-se citar os Alissolos que se localizam em uma considerável porção ao sul e uma estreita faixa a norte/nordeste do município, também compreende a parte central de São Pedro do Sul e uma pequena parte a sudoeste do município, divisa com Cacequi e também a sudeste, divisa com Júlio de Castilhos; os Cambissolos que são localizados principalmente a nordeste do município; já os Gleissolos concentram-se ao redor dos cursos d'água a norte do município, divisa com o município de Mata; os Neossolos estão presentes em uma considerável parte a sudoeste/centro e também em áreas da divisa sul com o município de Dilermando de Aguiar; o Nitossolo concentra-se em partes isoladas a nordeste e centro e Plintossolo localizado em porções a sudoeste.

Dentre as características dos solos que compõem o município, as mais importantes estão listadas no quadro 03:

TIPO DE SOLOS	CARACTERÍSTICAS
Alissolos	São solos medianamente profundos a profundos, com horizonte B podendo variar de textural a nítico. Apresenta-se na Depressão Periférica, derivados de arenitos, siltitos e lamitos de diferentes formações geológicas. As principais limitações físicas são a drenagem imperfeita, mudança textural abrupta e suscetibilidade à erosão.
Argissolos	São solos profundos com horizonte B podendo variar de textural a nítico. Tem elevada acidez devido a presença de alumínio, com isso possuem baixa fertilidade. Também são bastante impermeabilizados. Derivam de diversos tipos de rochas. Possuem mudança textural abrupta, o que os deixam mais suscetíveis a erosão.
Cambissolos	São solos rasos a profundos, com horizonte B ainda em formação. Sua fertilidade é condicionada a condições do relevo. Ocorrem principalmente em áreas favoráveis a acumulação de matéria orgânica, sua susceptividade a erosão e sua drenagem são condicionadas pelas condições do relevo.
Gleissolos	São solos pouco profundos, constituídos de material inconsolidados e muito influenciados por encharcamento prolongado. Sua fertilidade é bem variada, sendo um tipo propício para as culturas de arroz, por ser um solo mal drenado e geralmente se situar em áreas planas, não favorecendo o escoamento.
Neossolos	Solos rasos ou profundos, com formação bastante recente. Tem como característica a ausência do horizonte B, ou seja, o horizonte A seguido pelo

	horizonte C ou até mesmo a rocha consolidado. Ocorrem em áreas de relevo fortemente ondulado com pedregosidade e afloramento de rochas. Apresenta tendência à perda de solos por erosão hídrica e fortes restrições a culturas anuais.
Nitossolos	Relevo de suave a ondulado, com solos profundos, semelhante aos latossolos, sendo solos ácidos com baixa capacidade de troca catiônica e avançado grau de intemperismo devido a presença de óxidos de ferro. Possui boa aptidão agrícola, comportando diversos tipos de culturas.
Plintossolos	São solos com drenagem moderada a imperfeita. Geralmente em áreas de transição entre várzeas e início das coxilhas em relevo plano a suave ondulado. Devido a presença de plinita em sua composição, o aproveitamento agrícola é limitado necessitando de correções.

Quadro 03: Solos presentes no município de São Pedro do Sul – RS
 Fonte: Streck (2002) apud Devicari (2009)
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Destes, os solos presentes na bacia hidrográfica do arroio Ribeirão, são: os Alissolos, os Argissolos, os Cambissolos, os Gleissolos, os Neossolos e os Nitossolos.

1.4.6 Vegetação

O município de São Pedro do Sul está situado no Bioma Pampa, onde a vegetação predominante é constituída de gramíneas e arbustos, recobrando um relevo nivelado levemente ondulado. Formações florestais não são comuns nesse bioma e, quando ocorrem, são do tipo floresta estacional decidual (com árvores que perdem as folhas no período de seca) (PORTAL BRASIL, 2013). Lindman; Ferri (1974, p. 329) apontam particularidades dos campos sul-brasileiros, desta forma

a massa principal da vegetação não é constituída por plantas lenhosas, no sentido comum, arbustos e árvores; a vegetação arbustiva que aparece nos campos é mais ou menos agrupada em aglomerações que não tem limites definidos [...]; flores insignificantes em tamanho e coloração, e muitas vezes aparece n'ela um fraco começo de acúleos ou espinhos.

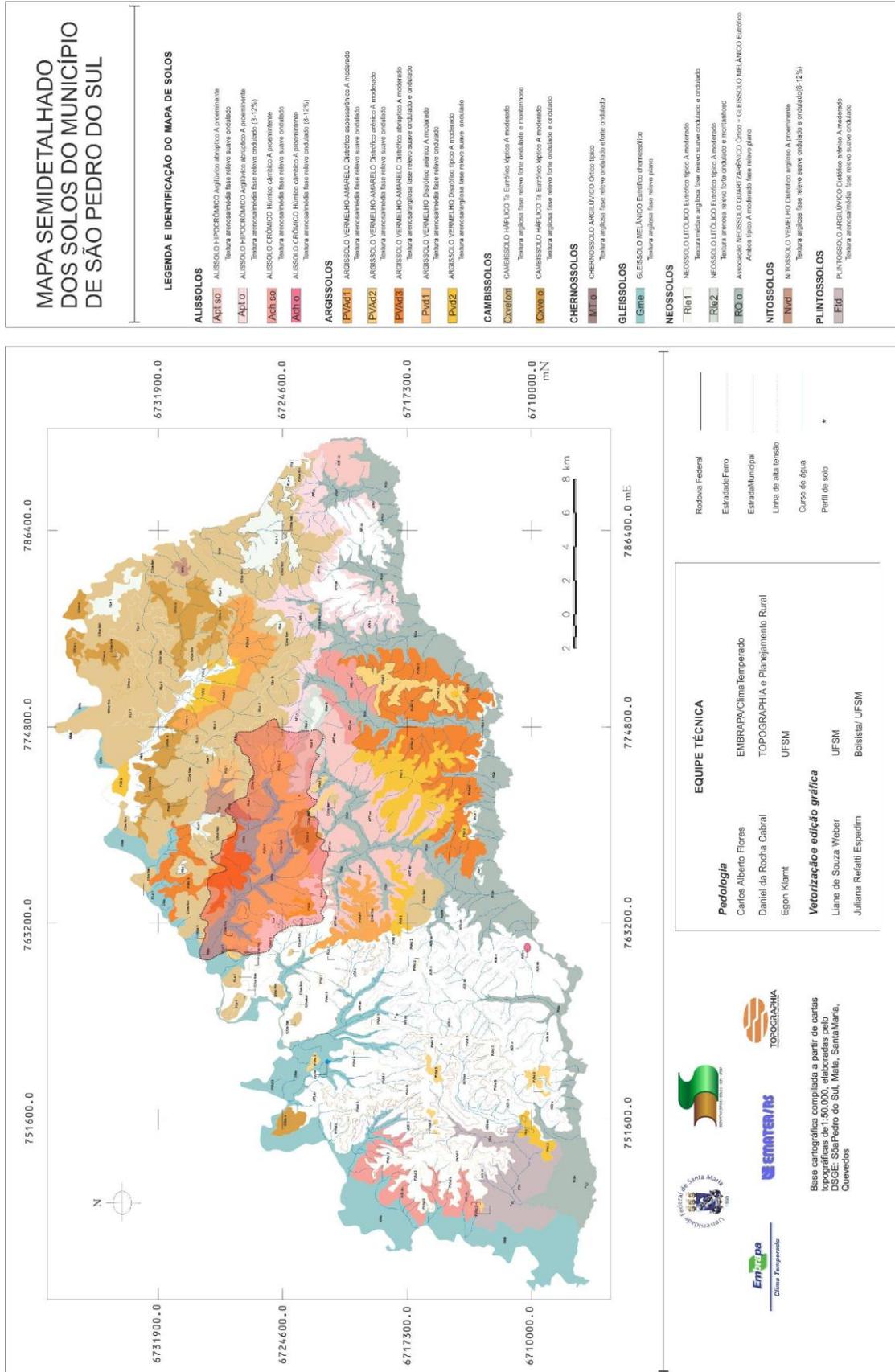


Figura 07: Mapa semidetalhado de solos do município de São Pedro do Sul – RS
 Fonte: Klant, Egom Et all (2001)
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Segundo a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM, s/d), a vegetação compreendida no município se resume em: estepes com floresta galeria, floresta estacional decidual e áreas de formação pioneira com influência fluvial e/ou lacustre (FIGURA 08).

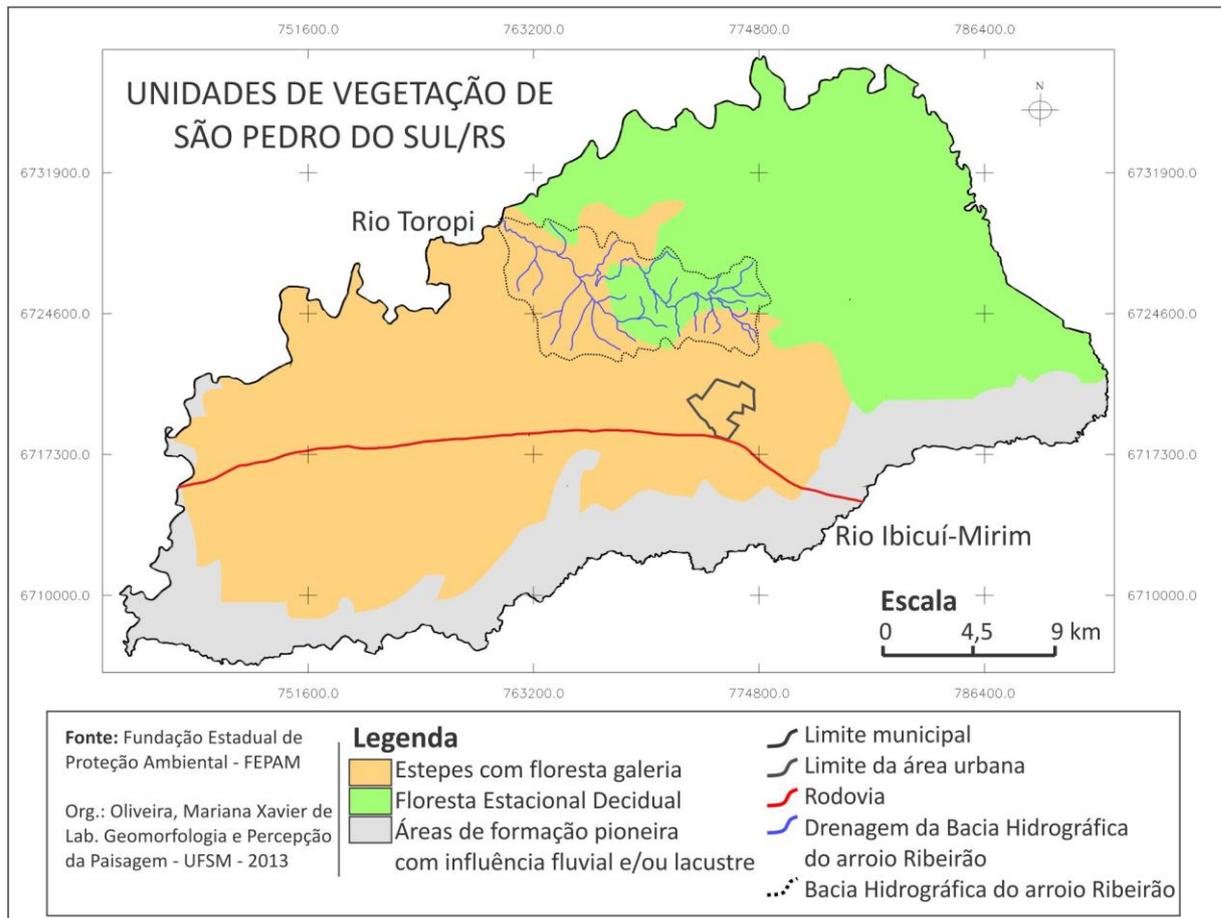


Figura 08: Mapa de unidades de vegetação de São Pedro do Sul – RS

Fonte: FEPAM, (s/d)

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

A Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA, 2013) caracteriza essas formações arbustivas da seguinte forma:

Estepe: A fisionomia dos campos do RS é bastante variável, apresentando uma grande diversidade de formações locais, em face, principalmente das várias diferenciações de solo. Nos campos localizados nas altitudes mais elevadas do Estado, os denominados Campos de Cima da Serra, temos a ocorrência de capões de Araucária angustifolia e de solos turfosos com gramíneas, tibouchinas e juncais. Os chamados Campos da Campanha, localizados em altitudes de até 300 m, apresentam uma grande

variabilidade de formações vegetais, constituídas pelas famílias das gramíneas, compostas e leguminosas.

Floresta Estacional Decidual: este tipo de vegetação é caracterizado por duas estações climáticas bem demarcadas. No RS, embora o clima seja ombrófilo³, possui uma curta época muito fria e que ocasiona, provavelmente, a estacionalidade fisiológica da floresta. Esta formação ocorre na forma de disjunções florestais apresentando o estrato dominante predominantemente caducifólio, com mais de 50% dos indivíduos despídos de folhas no período frio. Sua ocorrência é destacada na região do Alto Uruguai, ao norte do Estado, e na borda sul do Planalto, acompanhando a Serra Geral, até as proximidades do rio Itu (afluente do rio Ibicuí), fazendo limite com os campos da Campanha Gaúcha. De modo geral, as espécies integrantes da Floresta Estacional da região do rio Uruguai são as mesmas da encosta sul do planalto, mas apesar disso, ocorre certo número de espécies próprias. A canafístula (*Peltophorum dubium*) e o timbó (*Ateleia glazioviana*), por exemplo, são espécies características da Floresta do Alto Uruguai.

Áreas de Formações Pioneiras: Situam-se na Planície Costeira e ao longo da rede hidrográfica da Depressão Central e da Campanha. Nestas áreas encontram-se espécies desde herbáceas até arbóreas, com ocorrência de variadas formas biológicas, adaptadas às diferentes condições edáficas aí reinantes. As formações vegetais encontradas são de influência marinha (restinga), fluvial (comunidades aluviais) e fluvio-marinha (manguezal e campos salinos).

Atualmente, grande parte do município é destinada a atividades agropecuárias, mesclando cobertura de gramíneas ou de atividade agrícolas com pontos remanescentes de vegetação original. Na porção mais ao norte, ainda há presença de floresta estacional decidual, porção que compreende ao rebordo do planalto, sendo essas áreas mais íngremes (IBGE, 1986). Em algumas áreas já aparecem princípios de florestamento por eucalipto.

³ Com ocorrência de muita chuva.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Geomorfologia e diagnósticos ambientais

Os processos de urbanização e de modificação do meio já são intrínsecos ao ser humano uma vez que há necessidade de expansão econômica e o crescimento demográfico atualmente impõem essas modificações (ROSS, 1990).

Apesar de existir essa necessidade de modificação do meio ambiente a fim de atender às demandas da sociedade atual, nem todas as modificações são benéficas ao meio, causando impactos e “gerando alterações com graus diversos de agressão, levando às vezes as condições ambientais a processos até mesmo irreversíveis” (ROSS, 1990, p. 15). Desta forma, Cunha e Guerra (1996, p. 392) afirmam que

à medida em que a degradação ambiental se acelera e se amplia espacialmente, numa determinada área que esteja sendo ocupada e explorada pelo homem, a sua produtividade tende a diminuir, a menos que o homem invista no sentido de recuperar essas áreas.

Sendo assim, é possível perceber que a degradação do meio passa a ser um risco a própria sobrevivência do ser humano, caso esse não intervenha através de ações preventivas. O homem tem acelerado os processos de degradação do meio, entre eles os processos erosivos, modificando o ambiente de forma intensa e desordenada. Marques (1994, p.24) faz uma reflexão acerca do papel do homem como agente modelador do terreno afirmando que

o relevo sempre foi notado pelo homem no conjunto de componentes da natureza pela sua beleza, imponência ou forma. Também é antiga a convivência do homem com o relevo, no sentido de lhe conferir grande importância em muitas situações de seu dia-a-dia, como para assentar moradia, estabelecer melhores caminhos de locomoção, localizar seus cultivos, criar seus rebanhos ou definir os limites de seus condomínios.

Sendo assim, não é difícil entender o porquê da dinâmica atual mais intensa das formas do relevo, uma vez que o homem é capaz de controlar, criar e destruir formas do relevo (MARQUES, 1994). Além disso, a ação antrópica deixou de ser verificada apenas nos sistemas urbanos, mas apresentam-se também nos rurais.

Suas ações têm apresentado consequências a todos os sistemas componentes do meio ambiente, agredindo assim local e globalmente. Por conseguinte, Ross (1990, p. 15) afirma que

é preciso considerar que no atual estágio tecnológico, científico e econômico a que chegou o homem no século XX é impossível desconsiderar que a cada dia a expansão do aproveitamento dos recursos naturais esta sendo necessária à humanidade. Por outro lado, uma série de problemas sobre esses fatos não são facilmente solucionados. Entre esses está o de que a natureza é incapaz, por si mesma, de absorver totalmente os desejos do homem.

Desta forma, pode-se afirmar a necessidade de conhecer os diagnósticos ambientais e os mecanismos que constituem o meio. Sendo assim, é necessário também o conhecimento das formas, dinâmicas e gêneses desse meio. Então, a Geomorfologia assume um papel importante nessa questão pelo seu caráter integrador (ROSS, 1990). Afirmando a importância da Geomorfologia nesses estudos, ROSS (1990, p. 17) salienta que

não se pode entender a dinâmica e a gênese das formas do relevo, sem que se conheça muito bem os fatores bioclimáticos, pedológicos e mesmo antrópicos que interferem no dinamismo e portanto em sua evolução. [...] Deste modo, interpretar o relevo não é simplesmente saber identificar padrões de formas ou tipos de vertentes e vales, não é simplesmente saber descrever o comportamento geométrico das formas, mas saber identificá-los e correlacioná-los com os processos atuais e pretéritos, responsáveis por tais modelados e com isso estabelecer não só a gênese, mas também sua cronologia, ainda que relativa.

Além disso, essas análises geomorfológicas podem ser direcionadas pelo interesse do pesquisador, uma vez que a Geomorfologia não é a única ciência que se interessa pela superfície da Terra, mas sim possui uma forma específica de análise (SOUZA, 2001).

A paisagem geomorfológica pode ser assim, interpretada de formas diferenciadas por diversos observadores. Um pecuarista vai ver no relevo o ambiente que seus animais vão se estabelecer, uma vez que animais de grande porte não se estabelecem em ambientes muito declivosos, mas sim em relevos planos onde há favorecimento do desenvolvimento de pastagem que alimenta o animal; um produtor rural vai visualizar no relevo a base das culturas, onde as

plantas vão crescer e se desenvolver, declividades acentuadas não suportam maquinização agrícola.

Logo, culturas que necessitam de maquinário para a plantação, manutenção ou colheita não podem, sem adaptação, estar alocadas em declividades superiores a 12% (DE BIASI, 1992), por exemplo.

Já os geógrafos têm diversas visões e interpretações das formas de relevo. Ele pode ser apenas o resultado dos agentes internos e externos de modificação deste; pode ser onde há o desenvolvimento de atividades agropecuárias e industriais que sustentam as populações de determinada área, dependendo da abrangência da atividade nela sustentada; pode ser onde as relações entre sociedade e natureza se dão e promovem o desenvolvimento ou agressão do meio, entre outras.

Sendo assim, as formas de relevo passam a ser alteradas segundo a vontade e a necessidade da sociedade em implantar meios que satisfaçam as suas próprias necessidades, muitas vezes ignorando os limites impostos pelo mesmo, revelando então uma má gestão desse recurso.

O manejo inadequado do solo se dá, segundo CUNHA; GUERRA (1996, p. 345), “tanto em áreas rurais como urbanas, [sendo] a principal causa da degradação [deste meio]”. Sendo assim, as condições naturais da superfície, condicionadas pelas formas da superfície da terra passam a ser mais susceptíveis a degradações, dependendo da destinação de seu uso, bem como das formas de conservação e cuidados com a preservação.

Alguns fatores como o mau uso da terra, a mecanização intensa, a monocultura, a concentração de chuvas, os baixos teores de matéria orgânica, entre outros que, aliados a uma má gestão do uso da terra pela ação antrópica, aceleram esses processos degradacionais e podem causar modificações irreparáveis ao meio (CUNHA E GUERRA, 1996). Além disso, todas essas causas podem ser acentuadas, segundo CUNHA E GUERRA (1996, p. 347 - 348) “devido à declividade das encostas, à maior facilidade do escoamento das águas em subsuperfície, à existência de discontinuidades nos afloramentos rochosos e nos solos, as chuvas concentradas entre outros”.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias e estudos direcionados, houve a possibilidade de especificar ainda mais os estudos em Geomorfologia e assim

torná-la mais próxima a nós, mais cotidiana. Desta forma, as pesquisas ficam mais características e apontam mais respostas àquilo que se pretende estudar de fato.

Segundo Marques (1994, p.42-43),

atualmente, novas subdivisões [em Geomorfologia] podem ser cogitadas e fundamentadas, como, por exemplo, Geomorfologia Antrópica –destacando a ação do homem; Geomorfologia Urbana – destacando a ação dos processos sobre um ambiente artificial; Geomorfologia submarina – para as áreas coberta pelos mares e oceanos; Geomorfologia Ecológica – interação de processos e formas com os componentes do ecossistema; Geomorfologia Planetária – viabilizada pelo uso do sensoriamento remoto, envolve estudos da superfície da Terra, Lua e planetas [...]

A Geomorfologia Fluvial, tem tido importância no que se trata de analisar, apontar e discutir soluções para os problemas ligados à hidrografia e o que é relacionado a ela. Estudos ligados a isso têm apontado para a importância de identificar as características ditas “normais” de um rio a fim de prever respostas ao meio em que ele está sendo exposto, e também os prejuízos que um mau tratamento de suas águas ou que as ocupações do leito podem trazer para as sociedades ribeirinhas.

Além disso, água é fundamental na conformação da paisagem uma vez que, segundo Coelho Netto (1994, p.93) “é o agente modelador do relevo da superfície terrestre, controlando tanto as formações como o comportamento mecânico dos mantos e solo e rochas”. Desta forma, compreender os fluxos dinâmicos da água na vertente, se torna fundamental para diversas áreas, uma vez que ela controla os processos de erosão e deposição dos solos. Assim alterar seus processos pode levar a modificações significativas no espaço, bem como definir ou estacionar processos de formações geomorfológicas.

Cunha (1994, p.211) afirma que a geomorfologia fluvial

engloba o estudo dos cursos de água e o das bacias hidrográficas. Enquanto o primeiro se detém nos processos fluviais e nas formas resultantes do escoamento das águas, o segundo considera as principais características das bacias hidrográficas que condicionam o regime hidrológico.

Os rios têm uma importância fundamental no processo de elaboração do relevo. Desta forma, a Geomorfologia Fluvial tem seu interesse centrado nos processos e nas formas relacionadas pela ação do escoamento das águas dos rios.

Além disso, a Geomorfologia Fluvial engloba também os estudos voltados a bacias hidrográficas.

Tratando-se de fisiografia fluvial, esta pode ser vista sobre diversos pontos de análise, uma vez que os tipos de leito, o canal e a rede de drenagem influenciam diretamente nas formas do canal, na forma das vertentes e conseqüentemente no modelado da bacia hidrográfica. Sendo assim, se torna possível inferir sobre as conseqüências do uso inadequado das terras que rodeiam a bacia, uma vez que as planícies fluviais devem ser preservadas, bem como as matas galeria que não podem ser retiradas das margens dos rios.

Portanto, é possível verificar que os estudos em Geografia Física não respondem apenas às pertinências físicas do meio, mas também sociais. É preciso compreender a importância do estudo do meio ambiente ligado a ações de planejamento urbano e/ou rural, territorial ou de pequenas comunidades. Em poucas palavras, cabe, não só à Geografia, mas também a ela, dar importância à relação entre o social e o ambiental, da mesma forma que a sociedade dá ao econômico. E a Geomorfologia se enquadra nesse contexto.

A Geomorfologia engloba, além das análises voltadas à verificação da distinção das formas de relevo, também estudos relacionados a sua composição, dinâmica e transformação da meio, uma vez que isso torna-se necessários para planejamentos de cunho ambiental e social.

Os processos e mecanismos de que organizam as ações de planejamento ambiental visam atingir metas e objetivos de caráter ambiental e tem importância na Geomorfologia, uma vez que suas definições, instrumentos e metodologias têm sido discutidos não apenas por geomorfólogos, mas também por autores de diversas áreas.

Essa interdisciplinaridade permite que estudos em Geomorfologia abranjam diversas áreas e, desta forma, componham diversificados trabalhos em diferentes linhas de pesquisa. Assim é possível verificar a importância da ciência e também e das atribuições dadas por ela, mesmo que as vezes em caráter prático ou puramente teórico.

2.2 Bacia hidrográfica e a qualidade da água

O relevo influi na vida da sociedade diariamente, uma vez que é indissociável a relação do homem com a superfície terrestre. Situações cotidianas como escolha para alocação de moradias, preferência dos caminhos para locomoção, onde realizar cultivos como também criar rebanhos, são condicionados pelas formas de relevo existentes (MARQUES, 1994).

A esculturação da paisagem está diretamente ligada ao trabalho executado pelo curso dos rios em conjunto com seus processos erosivos de retirada e deposição de sedimentos ao longo de suas bacias hidrográficas, também conhecidas como bacias de drenagem, definidas por Chrisfofoletti (1980, p.102) como “área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial”.

Para Coelho Netto (1994, p.97)

a bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. O limite de uma bacia de drenagem é conhecido como divisor de drenagens ou divisor de águas. [...] Bacias de diferentes tamanhos articulam-se a partir dos divisores de drenagens principais e drenam em direção a um canal, tronco ou coletor principal, constituído um sistema de drenagem hierarquicamente organizado.

Uma bacia hidrográfica age como um reservatório de água e sedimentos, que confluem para um canal fluvial. Esse curso fluvial é o canal principal da drenagem da bacia hidrográfica, ou algum de seus afluentes, quanto se trabalha com sub-bacias de drenagem, que desaguarão assim, no rio principal.

O tipo de solo é um dos principais fatores que definem o quanto de água infiltra e o que escoar superficialmente na bacia hidrográfica, além de outros fatores, tais como a declividade média das vertentes. Coelho Netto (1994, p.114) afirma que “pode-se dizer, que os solos determinam o volume do escoamento das chuvas, a sua distribuição temporal e as descargas máximas, tanto em superfície quanto em subsuperfície”.

Desta forma, o conhecimento dos solos da bacia hidrográfica é fundamental para a pesquisa, uma vez os solos respondem diferentemente aos processos de escoamento/infiltração, o que influi diretamente nos processos erosivos dos mesmos.

Segundo Guerra (1994, p.155), “várias são as propriedades que afetam a erosão dos solos. Entre elas podemos destacar: textura, densidade aparente,

porosidade, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados e o pH do solo”. Uma vez relacionados todos esses fatores, por um período de tempo é possível estimar o grau de suscetividade do solo à erosão e realizar alguma estimativa acerca de perdas de camadas superficiais.

Coelho Netto (1994, p.114), afirma que

em solos com boa infiltração, o fluxo d'água subterrâneo pode alimentar os canais abertos (ou rios) durante longos períodos de estiagem. Esses reservatórios constituem fontes de água muito importantes para atender ao abastecimento doméstico, as demandas de atividades urbanas, industriais ou agrícolas (...)

O escoamento superficial influi no número de canais que compõe a bacia hidrográfica. Moore & Larson (1980) apud Costa; *et all* (1999, p.132) afirmam que “o encrostamento, ou selamento superficial, é um processo causado principalmente pelo impacto das gotas de chuva. A crosta superficial, embora sendo de pequena espessura, reduz significativamente a infiltração aumentando, conseqüentemente, o escoamento superficial”, esse que pode se dar também pelo pisoteio de animais, pela frequência na movimentação de maquinários agrícolas diminuindo a permeabilidade do solo, aumentando assim a compactação.

Desta forma, com a compactação do solo as águas da chuva que não infiltram, escoam a partir das maiores elevações da bacia em direção aos vales, formando ou alimentando os rios.

A bacia hidrográfica é um sistema que integra as formas do relevo e a drenagem, além disso, ela é uma área que abriga inter-relações tanto naturais como sociais. Desta forma, a bacia hidrográfica não é apenas uma área onde há drenagem de água condicionada pelas formas de relevo, ela é um espaço social onde há o estabelecimento de atividades que mantêm as relações sociais e econômicas.

Essas relações, que cada vez mais alteram o meio e o degradam, modificam-no, causando, assim, impactos ambientais graves mascarados pela ideia de desenvolvimento. Bermudés (2002, p.134) afirma que

o aumento da pressão populacional sobre a terra, juntamente com a capacidade tecnológica da humanidade progressista, tem levado a uma crescente degradação da natureza, refletida na alteração dos processos naturais em deterioração dos ecossistemas e perda de biodiversidade, o

esgotamento de recursos, a perda de qualidade cênica natural, a desertificação, etc.

Sendo assim, o monitoramento de qualidade das águas se torna um importante instrumento da gestão ambiental. O acompanhamento dos aspectos qualitativos das águas, buscando a produção de informações, pode inferir sobre as consequências das atividades implantadas ao redore dos cursos d'água, bem como nas vertentes que compõem o sistema da bacia hidrográfica. Além disso, tratando-se das áreas rurais, é necessário que se estabeleça uma preocupação com a qualidade da água, por esta ser usada não apenas para o abastecimento de lavouras, mas para dessedentação de animais e para o consumo humano direto.

As atividades econômicas relacionadas com a agropecuária tendem a expor o solo através da retirada da vegetação natural para a implantação de pastagens ou culturas, intensificando desta forma os processos erosivos. As práticas agrícolas e pecuárias cada vez mais intensificadas e agressivas promovem a exploração da água e do solo, e degradam cada vez mais os recursos hídricos, causando erosão nas margens e o assoreamento dos cursos d'água (LUZ NETTO; DALENON; RODRIGUES, 2011).

Assim, principalmente através do escoamento superficial, sedimentos, detritos orgânicos e inorgânicos que interferem na qualidade da água e ainda podem assorear os cursos, passam a alterar as características naturais dos cursos de água. Desta forma, surge a necessidade de monitorar e analisar a qualidade da água, pois diversas são as formas de impacto e de respostas ao meio natural. Assim, Luz Netto; Dalenon e Rodrigues (p.67, 2011) afirmam que

a qualidade da água de um curso d'água é o resultado de todos os fenômenos naturais e antrópicos presentes em uma bacia hidrográfica, ou seja, a qualidade da água de uma determinada região depende das condições naturais e do uso e ocupação da terra. As interferências antrópica podem intensificar o escoamento superficial e ainda introduz compostos sobre o solo, refletindo sobre os cursos d'água.

Isso permite lembrar que as ações antrópicas, como atividades agrícolas e industriais, influenciam na deterioração do meio ambiente natural. Sendo assim, é necessária a busca de maneira que integrem o desenvolvimento, seja ele econômico, industrial ou agrícola com a preservação do meio ambiente, uma vez que é nestes que essas atividades são possíveis.

2.3 Qualidade ambiental nas bacias hidrográficas

O estudo das atividades humanas e suas influências sobre a qualidade da água pressupõe que os corpos hídricos têm a capacidade de refletir alterações em suas propriedades em função de atividades antrópicas sobre a superfície das vertentes que compõem a bacia hidrográfica. As causas da degradação do meio aquático podem ser avaliadas pela qualidade e disposição das atividades humanas ao longo do curso d'água e das vertentes, as quais podem influenciar diretamente na disponibilidade desta, bem como no custo para seu tratamento da água (BELLO; GUANDIQUE, 2011).

Desta forma, Luz Netto; Danelon; Rodrigues (2011, p. 66) afirmam que

o conhecimento das características referentes à qualidade da água e ao do uso da terra de uma bacia hidrográfica é de suma importância, pois toda a forma de uso implementada na mesma influencia direta e indiretamente sobre a qualidade e na disposição dos recursos hídricos.

As atividades econômicas, principalmente as voltadas ao setor primário, promovem a modificação do meio natural, muitas vezes retirando o solo, expondo sua camada subsuperficial e a tornando mais suscetível a processos erosivos, pela ação do escoamento superficial, que leva sedimentos até os cursos de água, podendo assim causar assoreamento deste.

As atividades humanas têm exercido negativa influência sobre os corpos hídricos, isso não se refere apenas à introdução de poluentes nesses, mas também a mudanças na hidrologia da bacia e alterações das fontes de energia. As mudanças de ambiente para atender às necessidades do ser humano são necessárias, essas que muitas vezes tem como alternativa aquela que despense o mínimo de gastos.

No entanto, essas decisões geralmente possuem pontos de vista conflitantes, com diferentes juízos de valores, forçando os tomadores de decisão a escolherem sem uma base técnica suficiente pelo que é de seu maior interesse. Desta forma, há, muitas vezes, a opção por decisões equivocadas e agressivas ao meio, onde apenas o interesse de uma pequena minoria é atendido (FERNANDES, VOLPI, BAUMGARTNER, 2007).

A grande questão é que certos tipos de impactos ambientais, principalmente os que envolvem uso e manejo do solo e consequente resposta às águas fluviais, tal como é o caso do setor de fertilizantes, por exemplo, possuem consumidores com perfil dos mais diferentes portes, que vão desde os pequenos produtores de agricultura familiar até grandes conglomerados exportadores. Desta forma, necessita-se de uma política que abranja os mais diversos tipos de ações que tenham como reflexo de sua atividade a agressão ao meio ambiente, uma vez que a comunidade é parte integrante de qualquer sistema que busca a qualidade de vida. (VIANA; et all, 2009).

Portanto, o entendimento do meio, bem como o controle de certas propriedades da água podem ajudar a compreender essas possíveis alterações e alertar caso elas estejam atingindo índices prejudiciais a população circundante deste meio. Sendo assim, compreender também as características limnológicas do meio aquático passa a ser fundamental em estudos de bacias hidrográficas, uma vez que é ele que vai nos permitir inferir acerca das condições deste meio, bem como fornecer subsídios para propor transformações nesses, os quais servem para melhorar as condições de vida da população que depende deste muitas vezes para sua subsistência.

2.3.1 Análise limnológicas

São muito antigos os estudos que consideram as águas continentais como objeto de pesquisa, no entanto os estudos propriamente limnológicos surgiam somente no início do século XX, tendo como marco a publicação do livro “Handbuch der Seekunde”⁴ de François Forel no ano de 1901, que tinha como subtítulo a expressão “Allgemeine Limnologie”⁵, apresentando então, pela primeira vez, a expressão *limnologia*. Neste livro o autor caracterizou essa nova linha de pesquisa como uma descrição de observações, leis e teorias que se referissem a lagos de uma forma geral, pois esse era, para o autor, o modelo manejável de estudo de uma unidade (ESTEVEVES, 1998).

⁴ Tradução: Manual da ciência dos lagos.

⁵ Tradução: Limnologia geral.

Segundo Esteves (1998, p.05)

o livro de Forel, além de caracterizar a Limnologia como ciência, marcou a mudança de abordagem de ambientes lacustres, visto que o enfoque passou da análise dos organismos aquáticos, para o estudo do lago como um todo, portanto como unidade. Assim a Limnologia estruturou-se a partir dos antigos alicerces da Hidrologia, caracterizando-se, inicialmente, por observações acuradas e pensamentos teóricos ousados.

Como os primeiros estudos limnológicos se deram quase que exclusivamente em lagos, primeiramente limnologia ficou conhecida como a ciência que estuda os lagos. No entanto, em 1922, no Congresso Internacional de Limnologia, cria-se a “Societas Internationalis Limnological Theoretical et Aplicatae”, que teve como presidente eleito August Friedrich Thienemenn⁶.

Nesse congresso também se decidiu ampliar o conceito de limnologia incluindo nos campos de atuação “todas as águas continentais”, desta forma, passa-se a definir a ciência, segundo Esteves (1998, p.05) como sendo

o estudo ecológico de todas as massas de água continentais, independente de suas origens, dimensões e concentrações salinas. Portanto, além de lagos, inúmeros outros corpos d’água são objetos de estudo da Limnologia, como por exemplo: lagoas, açudes, lagoas, represas, rios, riachos, brejos, áreas alagáveis, águas subterrâneas, coleções d’água temporárias, nascentes e fitotelmos [...]. Além desses, os estuários [...] que são objeto de estudo tanto dos limnólogos como dos oceanógrafos.

Os estudos limnológicos mais importantes atualmente referem-se sobre o conhecimento e a estrutura dos ecossistemas, permitindo desta forma inferirem sobre seu manejo e aumento de sua produtividade (ESTEVES, 1998). Esses estudos podem ser divididos em três etapas: análise, síntese e holística. Segundo Esteves (1998, p. 51 – 52)

a etapa de análise possibilita fundamentalmente o conhecimento da estrutura do ecossistema e baseiam-se em investigações sistemáticas das variáveis ambientais, tais como: pH, condutividade elétrica, concentração de nutrientes, penetração da radiação solar, precipitação, ventos, análise qualitativa e quantitativa de comunidades animais e vegetais. [...] Na etapa de síntese são pesquisadas principalmente as trocas de energia e matéria entre os diferentes compartimentos [...] assim como seus componentes. A elaboração de modelos teóricos pode ser considerada um dos objetivos principais da etapa síntese [...]. Na fase holística, as pesquisas concentram-

⁶ August Friedrich Thienemenn era alemão, limnologista, zoologista e ecologista e permanece no cargo da Sociedade até 1939.

se primordialmente nas interações entre o ecossistema aquático e o terrestre adjacente. Desta maneira, o ecossistema aquático não é visto isoladamente, mas sim como elemento de sua paisagem circundante.

Como citado, diversos são os parâmetros que podem ser verificados em estudos limnológicos. Nesta pesquisa os parâmetros em análise serão o potencial de Hidrogênio, a condutividade elétrica, o total de sólidos dissolvidos, e a temperatura da água.

2.3.1.1 Potencial de hidrogênio

O pH é um índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. Esse índice possui uma escala que varia de zero a 14, Os valores referentes à água indicam que onde os valores são menores que sete são considerados ácidos, igual a sete, considerados neutros e maiores que sete, considerados alcalinos. Segundo Souza (2001, p.90) o “pH especifica o caráter químico de uma solução em ácido, básico ou neutro, uma vez que os organismos aquáticos estão geralmente adaptados a condições de neutralidade”.

Segundo Esteves (1998, p. 190) “a grande maioria dos corpos d’água continentais tem pH variando entre seis e oito; no entanto, pode-se encontrar ambientes mais ácidos ou mais alcalinos.” No Brasil, os ecossistemas continentais que apresentam um valor de pH baixo, entre quatro e cinco e meio, são encontrados na região da Amazônia central, litoral e em regiões turfeiras, onde possuem como característica águas com cor escura. Esse valor de pH indica ausência de substâncias como bicarbonato e carbonato em solução (ESTEVES, 1998).

Já os ecossistemas com valor de pH alto são aqueles, que em diferentes graus de intensidade recebem carbonatos e bicarbonatos advindos principalmente do mar. No Brasil essas áreas são os açudes do nordeste (em época de estiagem possuem pH geralmente superiores a oito), as salinas do Mato Grosso do Sul (que podem ter valores de até 10,1) (ESTEVES, 1998). Desta forma, reconhece-se a importância do pH como fator limitante a colonização dos ecossistemas aquáticos por diferentes tipos de organismo. Assim, segundo Thienemann (1918) apud Esteves (1998, p. 192)

quanto mais as condições de vida de um biótipo se afastam das condições ótimas para a maioria dos organismos, tanto mais pobre em espécies serão as comunidades, tanto mais uniformes e mais típicas serão estas, e tanto maior será o número de organismos de cada espécie.

Tratando-se de dessedentação humana a Portaria nº 1469/2000⁷ estabelece que o padrão de potabilidade da água possua um pH que pode variar de seis a nove e meio para a água de consumo humano (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000). Strassburger (2005, p. 95,) ainda salienta que

o pH é uma variável importante para a conservação da qualidade da água, visto que as alterações nos seus valores podem acarretar alterações químicas e conseqüentemente a vida aquática e ainda problemas nas tubulações das usinas hidrelétricas ou das redes de distribuição de água.

Desta forma, é possível perceber a importância da avaliação do índice do pH nos corpos de água, uma vez que eles determinam a possibilidade desta água servir ou não para o consumo humano, bem como indicar a possibilidade de existência de vida em um ecossistema aquático. Além disso, nos meios rurais esse índice pode indicar a possibilidade de uso desta água para a criação de peixes, dessedentação animal, bem como seu uso para irrigação.

2.3.1.2 Condutividade elétrica

Segundo Pereira Filho (2000, p.31),

a condutividade elétrica corresponde à capacidade do meio em conduzir eletricidade. A capacidade de condução de eletricidade no meio aquático dependente, para valores médios de pH, da composição iônica. Os íons mais diretamente responsáveis pela condutividade elétrica são denominados macronutrientes [...]. A temperatura e o pH também modificam o valor da condutividade elétrica. A atividade iônica aumenta cerca de 2% para cada grau centígrado.

⁷ Ministério da Saúde – Fundação Nacional da Saúde.

Strassburger (2005, p.97) salienta que “a condutividade elétrica é de grande importância no metabolismo dos ecossistemas aquáticos por estar relacionada com a capacidade de propagação de energia e com os elementos dissolvidos na água”.

Desta forma, este índice fornece importantes informações sobre meio aquático, como magnitude da concentração iônica, variação diária da condutividade elétrica inferindo acerca de processo de redução ou aumento da concentração de elementos. Esse índice pode ajudar a detectar fontes poluidoras do ecossistema, bem como diferenças geoquímicas dos rios contribuintes em relação ao rio principal (ESTEVES, 1998). Essa detecção infere acerca das condições do meio em que esse rio encontra-se, bem como das condições que a vertente encontra-se submetida em relação ao seu uso.

2.3.1.3 Total de sólidos dissolvidos

O teor de sólidos dissolvidos representa a quantidade de substâncias dissolvidas na água, que alteram suas propriedades físicas e químicas. A dissolução de minerais em águas naturais causa presença de íons de sódio, cloreto, magnésio, potássio, sulfatos, etc.

Os sólidos podem ser classificados química ou fisicamente. Fisicamente eles são classificados segundo suas dimensões: sólidos dissolvidos possuem dimensões inferiores a dois micrometros, e os em suspensão dimensões superiores a esta. Já quimicamente, os sólidos são classificados em voláteis, se volatilizam a temperaturas inferiores a 600°C, e fixos, que permanecem após a completa evaporação da água (BATALHA E PARLATORE, 1977 apud SOUZA, 2001).

Segundo Colombo (2013, p.01),

a concentração de sólidos dissolvidos deve ser menor que 500 mg/L em água para abastecimento público, pois em concentrações de sólidos dissolvidos superiores a 2000 mg/L, esta apresenta efeito laxativo. [...] O excesso de sólidos dissolvidos na água pode causar alterações no sabor e problemas de corrosão. Já os sólidos em suspensão, provocam a turbidez da água gerando problemas estéticos e prejudicando a atividade fotossintética.

2.3.1.4 Temperatura da água

A temperatura é uma condição ambiental importante em diversos estudos relacionados à qualidade de águas. Sob o aspecto referente ao ecossistema aquático, uma vez que grande parte dos organismos possui faixas de temperatura específicas para a sua reprodução. Piroli (2002, p.16) cita que,

por um lado, o aumento da temperatura provoca o aumento da velocidade das reações, em particular as de natureza bioquímica de decomposição de compostos orgânicos. Por outro lado, diminuí a solubilidade de gases dissolvidos na água, em particular o oxigênio, base para a decomposição aeróbia. Estes dois fatores se superpõem, fazendo com que nos meses quentes de verão os níveis de oxigênio dissolvido nas águas poluídas sejam mínimos, frequentemente provocando mortandade de peixes e, em casos extremos, exalação de maus odores devido ao esgotamento total do oxigênio e conseqüente decomposição anaeróbia dos compostos orgânicos sulfatados, produzindo o gás sulfídrico, H₂S.

A alta temperatura da água influencia na reprodução de organismos fitoplanctônicos, que absorvem os nutrientes dissolvidos na água. Desta forma, em regiões de clima mais quente é comum os nutrientes em ecossistemas aquáticos serem mais baixos.

Esteves (1998, p. 436) salienta que “a temperatura d’água influencia diretamente processos vitais em ecossistemas lacustres como produtividade primária e decomposição de matéria orgânica”.

A reciclagem de nutrientes em águas que possuem temperatura mais elevada se dá pela alta taxa de decomposição dos detritos orgânicos, efeito da presença desses organismos no ecossistema. Sendo assim, é possível afirmar que, a baixa concentração de nutrientes é compensada pela alta taxa de reciclagem nesses ambientes.

2.3.2 Erosão

Segundo Bertoni; Lombardi Neto (1985, p. 64), erosão

é o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água ou pelo vento [...] o vento não leva as rochas, porém o seu efeito na erosão é ocasionado pela abrasão proporcionada pelos grãos de areia e partículas de solo em movimento. A água é o mais importante agente de erosão; chuvas, córregos, rios, todos carregam solo, as ondas erosionam costas dos mares e lagos – de fato, onde há água em movimentos, ela esta erodindo seus limites.

Desta forma, é possível afirmar que a água que não infiltra no solo, ou que não fica retida em sua superfície transporta partículas do solo em suspensão. Essas partículas também podem ser transportadas pelo vento. As perdas de solo causam prejuízos inestimáveis em todo o mundo, afetando principalmente os agricultores mundiais, uma vez que segundo Bertoni; Lombardi Neto (1985, s/p) “as terras erosionadas são terras que reduziram às vezes totalmente sua capacidade de produção”.

A erosão é a forma mais séria de degradação do solo, uma vez que ela poderá arruinar o mesmo de forma, até, irreversível. Cogo; et all, (2004, s/p) falam sobre conservação do solo enfatizando que

tendo em vista a diferença na escala de tempo para a formação de um novo solo e a escala de tempo dos humanos para dele tirar sustento, o solo deve, para todo e qualquer propósito prático, ser considerado um recurso natural não renovável. Assim, sua conservação é de fundamental importância, até mesmo uma questão de sobrevivência das espécies vivas na Terra.

A perda de nutrientes aliada ao desgaste do solo acentua a perda de produtividade dos solos que, cada vez mais vão ficando impróprios para cultivo, perdendo assim em produtividade. A redução dos nutrientes acarreta a perda na qualidade da cultura, uma vez que não somente a produção é diminuída, mas também sua qualidade pelo *déficit* de elementos nutritivos necessários para o seu desenvolvimento.

Outro fator importante a se considerar, é que nem sempre as camadas subsuperficiais do solo possuem a mesma capacidade de infiltração que a camada superficial, geralmente mais rica em matéria orgânica. Desta forma, quando a camada superior é erodida e tem-se o subsolo exposto, esse não absorve a mesma quantidade de água que a camada que antes se tinha, aumentando assim o escoamento superficial, e diminuindo assim a quantidade de água que antes ficava armazenada para ser utilizada pelas plantas (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1985).

Desta forma, Bertoni; Lombardi Neto (1985, p. 65) afirmam que,

quando a camada superior é erodida, torna-se necessário, ao arar, penetrar mais na camada do subsolo que tem uma estrutura fraca, ficando mais difícil preparar a sementeira, dando, em consequência, uma germinação baixa e uma produção reduzida. O subsolo com seu tipo de estrutura é mais difícil de preparar, exigindo maior força de tração dos equipamentos agrícolas e dando, em consequência, uma maior custo de produção pelo maior consumo de combustível. [...] todos esses fatores resultam em uma redução do potencial produtivo da terra, significando, em última análise, menor valor do solo.

Diante disso, Cogo; et all, (2004, s/p) também ressaltam que

[a conservação do solo] diz respeito à utilização do solo, dentro dos limites de praticabilidade econômica, de acordo com suas capacidades e necessidades para torná-lo permanentemente produtivo. Em outras palavras, conservação do solo refere-se à aplicação conjunta do melhor manejo possível, tanto da terra, quanto do solo, com vistas à conservação do solo e da água, integradamente, dando-se especial ênfase ao controle da erosão (objetivo primário da conservação do solo). Assim, o manejo e a conservação do solo não são áreas/temas alternativos, mas sim complementares e para serem considerados, estudados e praticados juntos, embora cada um deles servindo propósitos particulares.

Alguns solos, apesar de apresentarem as mesmas condições que outros, em termos de declividade, cobertura vegetal, manejo agrícola, possuem uma capacidade erosiva maior ou menor, devido as suas propriedades físico-químicas. As propriedades relacionadas aos processos de infiltração e escoamento superficial, bem como aquelas que resistem à dispersão, salpicamento e força de transporte pela água da chuva são as propriedades que influenciam na erodibilidade do solo pela água (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1985).

Apesar de ser prejudicial para as culturas e diretamente para o solo, a erosão do ponto de vista geomorfológico, não é de todo ruim. Segundo Souza (2001, p.68)

a erosão é um processo normal do ambiente natural. Faz parte do equilíbrio dinâmico das paisagens terrestres. É um processo contínuo e progressivo, de velocidade variável, pelo qual as forças da natureza, especificamente os agentes externos de esculturação do relevo, vêm modelando a superfície da terrestre. Sem elas não existiriam as formas que existem hoje nas superfícies continentais e também a distribuição dos solos não seria a que hoje se observa, muito embora a esculturação das formas (morfogênese) e a formação dos solos (pedogênese) sejam processos antagônicos, que agem simultaneamente, na formação do relevo.

A erosão tem seus fatores muitas vezes intensificados pela ação humana, no momento em que o homem interfere no equilíbrio das forças naturais que mantêm o relevo como ele é (SOUZA, 2001). Além disso, apesar da importância que o solo tem para a sobrevivência do homem, tem-se dado pouca atenção a esse recurso, não se pensa em seu tempo de sua recuperação, nem investe-se nele de forma adequada, que proporcione sua regeneração, acreditando-se assim, que ele durará para sempre (CUNHA; GUERRA, 1994).

Diversos são os tipos de erosão que degradam o meio ambiente causando danos que muitas vezes são irreversíveis a esses. O tipo de erosão que será analisada neste trabalho é a erosão hídrica do tipo laminar.

2.3.2.1 Erosão hídrica

A erosão hídrica é aquela causada pelas águas e podem ter diversas classificações, sendo que todas elas ocorrem no mesmo terreno (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1985). O quadro 09, conceitua os diferentes tipos de erosão hídrica.

TIPOS DE EROSÃO HÍDRICA	CONCEITOS
Erosão pelo impacto da chuva	As gotas podem ser consideradas como bombas em miniatura que golpeiam a superfície do solo, rompendo os grânulos e torrões, reduzindo-os em partículas menores e, em consequência, fazendo diminuir a capacidade de infiltração de água no solo.
Erosão laminar	Remove as camadas delgadas de solo sobre toda uma área, é a forma de erosão menos notada, e por isso a mais perigosa, pois arrasta primeiro as partículas mais leves do solo e junto com ela os seus nutrientes.
Erosão por sulcos	Resulta de pequenas irregularidades na declividade do terreno que faz que a enxurrada, concentrando-se em alguns pontos do terreno, atinja volume e velocidade suficientes para formar riscos mais ou menos profundos. Na fase inicial, os sulcos podem ser desfeitos com operações normais de preparo do solo, mas em um estágio mais avançado, podem atingir profundidades que interrompem o trabalho de máquinas agrícolas.
Deslocamentos e	O deslocamento de grandes massas de solo é ocasionado, em geral,

escorregamento de massa de solo	<p>quando, em solos arenosos, em lençol freático aflora na encosta de um morro. As águas de infiltração encontram essa camada pouco permeável, movimentam-se até a nascente, e nela o solo arenoso começa a desbarrancar por efeito dos solapamentos que a água provocou.</p> <p>Também podem se dar por cortes feitos nas bases dos morros bastante inclinados.</p>
Erosão em pedestal	<p>Quando um solo de grande suscetibilidade à erosão é protegido da ação de salpicamento, pedestais isolados encabeçados por materiais resistentes se formam, permanecendo na superfície do terreno. O principal interesse desse tipo de erosão é que possibilita deduzir, aproximadamente, a profundidade do solo que foi erodida, estudando-se a altura dos pedestais, já que os terrenos a redores sofreram processos de erosão.</p>
Erosão em pináculo	<p>Esse tipo de erosão é geralmente associada com as condições altamente erosionáveis de alguns solos. Esse tipo de erosão é sempre associado com sulcos verticais profundos nas voçorocas. As propriedades físicas ou químicas do solo que podem causar esse tipo de erosão não são claramente definidas, mas eles são encontradas onde há grande desequilíbrio, como sódio em excesso e completa desfloculação.</p>
Erosão em túnel	<p>Ocorre quando a água da superfície se movimenta dentro do solo até encontrar uma camada menos permeável, até encontrar uma saída para que escorra sobre essa camada arrastando as partículas finas da camada mais porosa. Geralmente se dá em solos de pouco valor agrícola.</p>

Quadro 09: Diferentes tipos de erosão hídrica
 Fonte: Bertoni; Lombardi Neto (1985)
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Cogo; Levien; Schwarz, (2003, p. 745) afirmam que

a cobertura do solo proporcionada pelos resíduos culturais deixados na superfície tem ação direta e efetiva na redução da erosão hídrica, em virtude da dissipação de energia cinética das gotas da chuva, a qual diminui a desagregação das partículas de solo e o selamento superficial e aumenta a infiltração de água. Ela atua ainda na redução da velocidade do escoamento superficial e, conseqüentemente, da capacidade erosiva da enxurrada. A percentagem de cobertura do solo proporcionada pelas restevras das culturas é fator fundamental na redução das perdas de solo por erosão hídrica obtendo-se boa eficácia já com 30 % de cobertura. No entanto, a persistência dessa proteção ao solo irá depender do grau de incorporação dos resíduos culturais, bem como do método de preparo e, ou, de semeadura empregado.

No estado do Rio Grande do Sul, a erosividade causada pelas chuvas concentra-se mais na época de implantação e desenvolvimento das culturas de primavera-verão, o que aumenta o potencial de erosão hídrica nesse período. Em

decorrência do uso de métodos de preparo com intensa mobilização do solo em algumas regiões, os riscos de erosão são aumentados (COGO; LEVIEN; SCHWARZ, 2003)

Cogo; Levien; Schwarz, (2003, p. 745) afirmam ainda afirmam que

a inclinação do declive do terreno é outro fator que influencia fortemente as perdas de solo e água por erosão hídrica, pois, à medida que ela aumenta, aumentam o volume e a velocidade da enxurrada e diminui a infiltração de água no solo. Com isso, aumenta a capacidade de transporte das partículas de solo pela enxurrada, assim como a própria capacidade desta de desagregar solo, por ação de cisalhamento, principalmente quando concentrada nos sulcos direcionados no sentido da pendente do terreno.

Refletindo acerca das assertivas dos autores é possível afirmar que os processos que causam erosão devem ser levados em conta quando trabalha-se com análise ambiental, pela sua importância na composição do sistema, bem como por suas características serem fundamentais na configuração da paisagem assim como nas alterações que podem ocorrer no solos por seus processos.

Entender os processos de erosão passa a ser essencial uma vez que são eles que poderão impedir a alocação de alguma cultura agrícola, bem como controlar que tipo de maquinário em uso em dado espaço, sendo assim diferenciar seus processos, bem como identificá-los com exatidão confere propriedade ao pesquisador para inferir sobre possíveis manejos que auxiliem no controle desse processo.

2.4 Legislação ambiental vigente

A questão ambiental é um tema de debate em diversas esferas da sociedade. Com o passar dos anos, em razão de um aumento populacional, juntamente com um desenvolvimento econômico e urbano desordenado, houve o desencadeamento de preocupações no que se refere à preservação do meio natural pela sociedade e pelos meios governamentais (MOREIRA, 2011). Essa preocupação se deve, entre outros motivos, ao uso desordenado dos recursos naturais que, relacionados com o uso da terra, geram impactos ambientais negativos.

Moreira (2011, p. 21) afirma que

a relação sociedade/natureza, quando de maneira intensiva e predatória, é responsável por desencadear processo de conflitos ambientais. Exemplo disso pode ser observado nos conflitos de uso da terra, que ocorrem quando agricultura ou pastagens são desenvolvidas em áreas impróprias, o que irá implicar em processos de erosões, assoreamento de rios, barragens e açudes, enchentes e efeitos de secas.

Esses processos de uso indevido do solo desobedecem ao Código Florestal Brasileiro que, desde 1965, estipula normas rígidas sobre o uso do solo brasileiro, essas que expõem situações e limitações quando a exploração vegetal em território nacional.

Em 18 de outubro de 2012, a então presidenta do Brasil, Dilma Vana Rousseff, decreta e sanciona o novo Código Florestal Brasileiro que passa a vigorar a partir da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Desta forma, a partir da nova legislação vigente no país, faz-se necessária a adequação à nova legislação de todos os estudos que levam em conta o uso da terra.

2.4.1 Disposições do Código Florestal de 1965 e de 2012

O código florestal brasileiro (Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 e Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) visa regulamentar espaços de reserva legal, florestas e outras formas de vegetação natural permanente bem como suas áreas. Estabelece-se nessas leis:

Art. 1º - A Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

Parágrafo único. Tendo como objetivo o desenvolvimento sustentável, esta Lei atenderá aos seguintes princípios:

I - afirmação do compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para o bem estar das gerações presentes e futuras;

II - reafirmação da importância da função estratégica da atividade agropecuária e do papel das florestas e demais formas de vegetação nativa na sustentabilidade, no crescimento econômico, na melhoria da qualidade

de vida da população brasileira e na presença do país nos mercados nacional e internacional de alimentos e bioenergia;

III - ação governamental de proteção e uso sustentável de florestas, consagrando o compromisso do país com a compatibilização e harmonização entre o uso produtivo da terra e a preservação da água, do solo e da vegetação;

IV - responsabilidade comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, em colaboração com a sociedade civil, na criação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais nas áreas urbanas e rurais;

V - fomento à pesquisa científica e tecnológica na busca da inovação para o uso sustentável do solo e da água, a recuperação e a preservação das florestas e demais formas de vegetação nativa;

VI - criação e mobilização de incentivos econômicos para fomentar a preservação e a recuperação da vegetação nativa e para promover o desenvolvimento de atividades produtivas sustentáveis.

Uma vez que esta pesquisa procura identificar principalmente as áreas de que estão em desacordo com a legislação vigente, entende-se como áreas de preservação permanente, o que está descrito no novo Código Florestal Brasileiro, em seu artigo terceiro: “área(s) protegida(s), coberta(s) ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

O capítulo dois da Lei de 2012 considera área de preservação permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta, o que dispõe no artigo quarto:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado;

Art. 6º Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades:

I - conter a erosão do solo e mitigar riscos de enchentes e deslizamentos de terra e de rocha;

II - proteger as restingas ou veredas;

III - proteger várzeas;

IV - abrigar exemplares da fauna ou da flora ameaçados de extinção;

V - proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico, cultural ou histórico;

VI - formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;

VII - assegurar condições de bem-estar público;

VIII - auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares.

IX - proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional.

Sendo assim, esse conjunto de normas, definem situações e limites que permitem/condicionam ou não a exploração vegetal no território nacional. Essa lei normativa do uso da terra no território nacional, permitindo assim a regulamentação de obras de engenharia, bem como uso da terra que visem à questão econômica por pequenos, médios e grandes proprietários. Além disso, segundo Moreira (2011, p. 24 – 25)

de acordo com o Artigo 24º da Constituição Brasileira, no que se refere ao meio ambiente, diz que União, Estados e Distrito Federal devem legislar sobre o tema. Em seu parágrafo 2º, a lei atribui à União a responsabilidade de legislar sobre normas gerais, não excluindo a competência suplementar dos Estados. Desta forma, cada Unidade Federativa, e o Distrito Federal, devem desenvolver seus próprios mecanismos para preservar e utilizar os recursos naturais sem deixar de considerar a resolução estabelecida nacionalmente.

Logo, se a normativa estadual for mais restritiva ao uso da terra que o federal, esse passa a vigorar sobre sua unidade territorial, uma vez que não desregulamenta a legislação nacional e condiciona uma maior representação do meio.

2.4.2 Disposições da Política Nacional de Recursos Hídricos

A Lei 9.433, de oito de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, que cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamentado pelo inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal. Essa altera o artigo primeiro da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, esse que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, que tratam sobre gestão de recursos naturais.

Essa Lei traz como fundamentos, objetivos e disposições gerais:

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Art. 3º Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;

II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do país;

III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;

IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;

V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;

VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Art. 4º A União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.

Bem mais que garantir o direito do acesso à água pela população, essa lei busca assegurar sua qualidade bem como o compromisso dos agentes responsáveis por sua gestão e gerenciamento. Também ressalta os preceitos de sustentabilidade, a preocupação com futuras gerações, e reconhece as interferências antrópicas em prol à proteção dos recursos naturais (TÁPIA, 2006).

Desta forma, a Lei dispõe a respeito do gerenciamento dos recursos hídricos, estabelecendo em seus artigos, como objetivos:

Art. 32. Fica criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com os seguintes objetivos:

I - coordenar a gestão integrada das águas;

II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;

III - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;

IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;

V - promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Esses instrumentos de gestão e gerenciamento dos recursos hídricos, juntamente com a Agência Nacional das Águas (ANA) possuem como objetivo disciplinar a utilização dos rios, bem como controlar a poluição e garantir a disponibilidade de água para a população. Também visa elaborar estudos técnicos a fim de auxiliar o Conselho Nacional de Recursos Hídricos juntamente com os Comitês de Bacias Hidrográficas.

A ANA é estabelecida no artigo 41 da Lei 9.433/97 e deve exercer a função de secretaria executiva os Comitês de Bacia. Além disso, sua área de atuação e competências estão dispostas nos artigos 42, 43 e 44 desta lei

Art. 42. As Agências de Água terão a mesma área de atuação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica.

Parágrafo único. A criação das Agências de Água será autorizada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos mediante solicitação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica.

Art. 43. A criação de uma Agência de Água é condicionada ao atendimento dos seguintes requisitos:

I - prévia existência do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica;

II - viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso dos recursos hídricos em sua área de atuação.

Art. 44. Compete às Agências de Água, no âmbito de sua área de atuação:

I - manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação;

II - manter o cadastro de usuários de recursos hídricos;

III - efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

IV - analisar e emitir pareceres sobre os projetos e obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança pelo uso de Recursos Hídricos e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos;

V - acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos em sua área de atuação;

VI - gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação;

VII - celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas competências;

VIII - elaborar a sua proposta orçamentária e submetê-la à apreciação do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica;

IX - promover os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação;

X - elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica;

XI - propor ao respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica:

a) o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio destes;

b) os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos;

c) o plano de aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

d) o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Já os Comitês de Bacia Hidrográfica, têm no artigo 37 as disposições sobre sua área de atuação: "I - a totalidade de uma bacia hidrográfica; II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas". Suas funcionalidades estão alocadas no artigo 38 da Lei de 1997

Art. 38. Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação:

I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;

II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;

IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;

VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;

IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Parágrafo único. Das decisões dos Comitês de Bacia Hidrográfica caberá recurso ao Conselho Nacional ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com sua esfera de competência.

Os representantes os Comitês são os estabelecidos no artigo 39, dessa mesma Lei

Art. 39. Os Comitês de Bacia Hidrográfica são compostos por representantes:

I - da União;

II - dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação;

III - dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação;

IV - dos usuários das águas de sua área de atuação;

V - das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia.

§ 1º O número de representantes de cada setor mencionado neste artigo, bem como os critérios para sua indicação, serão estabelecidos nos regimentos dos comitês, limitada a representação dos poderes executivos da União, Estados, Distrito Federal e Municípios à metade do total de membros.

§ 2º Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias de rios fronteiriços e transfronteiriços de gestão compartilhada, a representação da União deverá incluir um representante do Ministério das Relações Exteriores.

§ 3º Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias cujos territórios abrangem terras indígenas devem ser incluídos representantes:

I - da Fundação Nacional do Índio - FUNAI, como parte da representação da União;

II - das comunidades indígenas ali residentes ou com interesses na bacia.

§ 4º A participação da União nos Comitês de Bacia Hidrográfica com área de atuação restrita a bacias de rios sob domínio estadual, dar-se-á na forma estabelecida nos respectivos regimentos.

Art. 40. Os Comitês de Bacia Hidrográfica serão dirigidos por um Presidente e um Secretário, eleitos dentre seus membros.

O município de São Pedro do Sul possui a Secretaria do Meio Ambiente conjuntamente a Secretaria da Agricultura, que procuram trabalhar o meio ambiente visando além o bem estar natural, a busca da exploração do meio em função do caráter rural do município. A parte ambiental da secretaria possui como atribuições:

atuar nas áreas de proteção ambiental no município, atuando nas áreas de preservação e conservação do ambiente natural, combate à poluição ambiental e manutenção e conservação de espaços verdes; fiscalizar e reprimir as alterações e agressões ao meio ambiente, pesquisando, baixando normas e instruindo a população sobre o equilíbrio ambiental; compete ainda ao órgão ambiental municipal no âmbito de sua competência quando couber o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo estado por instrumento legal ou convênio. Firmar convênios e contratos com pessoas jurídicas de direito público ou privado, visando à consecução dos objetivos e finalidades indicados na presente Lei; exercer outras tarefas

correlatas que lhe forem cometidas pelo prefeito municipal (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO DO SUL, 2013).

Essas disposições da secretaria trabalham com o que diz respeito na Lei Orgânica Municipal de 1990 que trata em sua sessão V a respeito da política do meio ambiente, onde (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO DO SUL, 2013)

Art. 162 – O Município devesa atuar no sentido de assegurar a todos os cidadãos o direito ao meio ambiente ecologicamente saudável equilibrado, bem de usa comum do povo e essencial a qualidade de vida.

Parágrafo Único - Para assegurar efetividade a esse direito, o Município devesa articular-se com os órgãos estaduais, regionais e federais competentes e ainda, quando for o caso, com outros municípios, objetivando a solução de problemas comuns relativos à proteção ambiental.

Art. 163 – O Município devesa atuar mediante planejamento, controle e fiscalização das atividades, públicas ou privadas, causadoras efetivas ou potenciais de alterações significativas no meio ambiente.

§ 1º - O Município devesa exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo previa de impacto ambiental, a que se dará publicidade.

§ 2º - Aquele que explorar recursos naturais, notadamente os minerais, fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão publico competente, na forma da lei.

§ 3º - As empresa concessionárias ou permissionárias de serviços públicos devesa atender rigorosamente aos dispositivos de proteção ambiental em vigor, sob pena de não ser renovada a concessão ou permissão pelo Município.

Art. 164 – O Município, ao promover a ordenação de seu território, definira zoneamento e diretrizes gerais de ocupação que assegurem a proteção dos recursos naturais, em consonância com o disposto na legislação pertinente.

§. 1º - A política urbana do Município e o seu plano diretor devesam contribuir para a proteção do meio ambiente, através da adoção de diretrizes adequadas de uso e ocupação do solo urbano.

§ 2º - Nas licenças de parcelamento, loteamento e localização o Município exigira o cumprimento da legislação de proteção ambiental.

Art. 165 - o Município estimulara a educação nos estabelecimentos de ensino e a conscientização política sobre a importância da preservação do meio ambiente.

Art. 166 - o Município assegura a participação das entidades representativas da comunidade no planejamento e fiscalização da proteção ambiental, garantindo o amplo acesso dos interesses as informações sobre as fontes de poluição e degradação ambiental ao seu dispor.

Art. 167 - Fica proibido a instalação, no Município, de depósitos de resíduos químicos, radioativos ou similares, oriundos de outros locais, que possam trazer risco ao meio ambiente e a saúde pública.

Verifica-se que nenhum dos artigos acima trata diretamente da proteção dos recursos hídricos do município, bem como não há referências sobre uma maior restrição sobre APP's. Desta forma, o que fica válido sobre o município é o que dispõem a legislação federal.

3 METODOLOGIA

3.1 Fundamentação metodológica

3.1.1 O Método

Os procedimentos metodológicos que podem ser utilizados na análise dos fenômenos devem ser relacionados com a natureza do objeto que se estuda e a visão do pesquisador (CHRISTOFOLETTI, 1999). Todas as ciências caracterizam-se pela utilização de métodos científicos, mesmo que essa não seja restrita apenas a estudos deste cunho. Para Marconi; Lakatos (2010, p.65)

[...] a utilização de métodos científicos não é da alçada exclusiva da ciência, mas não há ciência sem o emprego de métodos científicos. Assim, o método é o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.

A busca da explicação dos fenômenos naturais vem desde os primórdios da humanidade, onde a causalidade desses era atribuída a entidades divinas de caráter sobrenatural. Com o fortalecimento do conhecimento religioso, essa concepção se fortalece e o caráter sagrado das leis da natureza passa a ser designado aos deuses, adquirindo assim caráter dogmático. Apenas no século XVI, com o avançar do conhecimento filosófico, cresce a procura das causas dos fenômenos buscando não apenas a explicação religiosa, mas a investigação racional na procura por garantia das causas dos acontecimentos desses. Sendo assim, através da observação científica aliada ao raciocínio há a busca da essência real desses fenômenos (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Com o passar do tempo, os métodos foram sendo modificados e aperfeiçoados, bem como foram surgindo novos que explicam como os fenômenos se dão e como eles surgem. Marconi; Lakatos, (2010, p.66) afirmam que “o método

científico é a teoria da investigação.” e que para alcançar os objetivos (da pesquisa), de forma científica é necessário cumprir as algumas etapas.

Primeiramente é necessário encontrar e definir um problema de pesquisa ou uma lacuna na ciência que se deva ser estudada. Esse problema deve ser relevante à ciência, uma vez que os métodos que se utilizarão para seu estudo são condizentes a pesquisa científica acadêmica e devem sempre contribuir para o avanço desta.

Esse problema, depois de identificado, deve ser analisado, a fim de se verificar se ele contém ou não uma explicação já definida. No caso de conter, finaliza-se a pesquisa, uma vez que suas lacunas já foram anteriormente identificadas e possivelmente analisadas e resolvidas. No caso de não conter uma explicação, torna-se uma pesquisa a ser desenvolvida. Dessa forma, inicia-se a procura por conhecimentos já adquiridos ou por instrumentos que possam ajudar a solucionar o problema identificado, esses que relevantes a essa pesquisa, auxiliarão na tentativa de solução desta lacuna científica.

Essa procura por conhecimentos e instrumentos direciona-se a busca à tentativa de solução do problema identificado. No caso dessa tentativa ser inútil, começa-se a procura de novas ideias e instrumentos que possa vir a ser pontuais nesta pesquisa para a solução de suas incógnitas. Essas soluções identificadas, bem como o encontro e geração de novas ideias que solucionem os problemas, são postas a prova, se satisfatórias concluem a pesquisa, se não satisfatórias, iniciam-se um novo ciclo de pesquisa com a busca de novos problemas de pesquisa.

Caso a tentativa seja útil para a pesquisa desenvolvida, esta ainda é colocada à prova, a fim de prever se os conhecimentos realmente condizem com o que se busca solucionar. Se sim, conclui-se a pesquisa, caso contrário, começa-se um novo ciclo, onde há necessidade da busca de novos problemas que necessitem de solução na pesquisa científica.

Para cumprir os objetivos da pesquisa, é necessário procurar um método que se adeque a essa, uma vez que existem diversos métodos que embasam diferentes tipos de pesquisa de cunho científico. Esses se diferenciam pelos seus graus de abstração e finalidade explicativa, e também pelos seus modos de explicação e momento que a pesquisa se situa. Marconi; Lakatos (2010, p. 88) afirmam que

o método se caracteriza por uma abordagem mais ampla, em nível de abstração mais elevado, dos fenômenos da natureza e da sociedade. Assim teríamos em primeiro lugar, o *método de abordagem* assim discriminado:

- a) método indutivo: cuja aproximação dos fenômenos caminha geralmente para planos cada vez mais abrangentes, indo das constatações mais particulares às leis e teorias (conexão ascendente);
- b) método dedutivo: que partindo das teorias e leis, na maioria das vezes prediz a ocorrência dos fenômenos particulares (conexão descendente);
- c) método hipotético-dedutivo: que se inicia pela percepção de uma lacuna nos conhecimentos, acerca da qual formula hipóteses e, pelo processo de inferência dedutiva, testa a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela hipótese;
- d) método dialético – que penetra o mundo dos fenômenos através de sua ação recíproca, da contradição inerente ao fenômeno e da mudança dialética que ocorre na natureza e na sociedade.

Sendo assim, a presente pesquisa será embasada pelo método dedutivo. Marconi e Lakatos (2010, p.74) afirmam que “os argumentos dedutivos sacrificam a ampliação do conteúdo para atingir a “certeza.””. Esse método considera o conhecimento científico como sendo espécie de especulação controlada, e que não obriga o pesquisador a começar a trabalhar pelas hipóteses e observação dos fatos, mas sim pela teoria ou modelos (CHRISTOFOLETTI, 1999).

A construção de modelos de sistemas ambientais representa a expressão de uma hipótese científica. Assim, considera-se a modelagem como um instrumento entre os procedimentos metodológicos que compõem a pesquisa com enfoque no método dedutivo, onde suas construções podem e devem ser acompanhadas pelos critérios e normas da metodologia científica. Christofolletti (1999, p. 19) afirma que

a modelagem ambiental possui a função de representar os fenômenos da natureza e a de estabelecer delineamentos para a elaboração de novas hipóteses no contexto das teorias ou leis físicas, favorecendo com que os enunciados sejam formulados de modo adequado para os testes visando ratificação ou refutação.

As características e funções dos modelos devem ser consideradas, pois elas permitem identificar e avaliar a quantidade dessas que serão oferecidas bem como as exigências que serão necessárias para serem aplicadas (CHRISTOFOLETTI, 1999). As características dos modelos podem são apresentados no quadro a seguir (QUADRO 04):

TIPOS	CARACTERÍSTICAS
Seletividade	Os ruídos e os sinais menos importantes são eliminados para permitir que se veja algo do âmago das coisas. A fim de eliminar os detalhes acidentais, surge como fundamental o contexto da relevância significativa das variáveis discernidas e a ordenação da prioridade em função dos valores concebidos para integrá-las.
Estruturação	Salienta que os aspectos selecionados da realidade são explorados em termos de suas conexões. O modelo procura representar as relações propiciadas na dinâmica dos processos, ou na correlação das variáveis.
Enunciativo	O delineamento da estrutura mostra a existência de determinado padrão, no qual os fenômenos são considerados em termos de relação sistêmica. Os modelos bem sucedidos contêm sugestões para a ampliação e generalização.
Simplicidade	O modelo deve ser suficientemente simples de manipular e de se compreender pelos seus usuários, mas sem detrimento de ser representativo do espectro total das implicações que possa ter a da complexidade necessária para representar com precisão o sistema em estudo.
Analógicos	Os modelos são analogias, porque são diferentes do mundo real e mostrando uma maneira aproximada de se compreendê-lo.
Reaplicabilidade	É o pré-requisito dos modelos nas ciências empíricas. Isso significa que o modelo não apresenta apenas como descritivo de um caso, mas possibilita que seja usado para outros casos da mesma categoria.

Quadro 04: Características dos modelos metodológicos

Fonte: Christofolletti (1999)

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Essas características determinam ou orientam como devem ser os modelos, designando traços que o farão representativos e cumprir com suas funções dentro da concepção metodológica. Além disso, esses modelos possuem funções definidas que apresentam como objetivos. Segundo Christofolletti (1999, p.22) “a comunicação de conceitos e a previsão em curto prazo, permitindo responder ou prever ou comparar previsões de alternativas como sendo um instrumento de planejamento”.

Suas construções consistem em uma sequência de normas, que vão do estabelecimento de uma linguagem formal ao estabelecimento de inferências que serão conseqüências do modelo. Suas etapas estão representadas a seguir (QUADRO 05):

ETAPAS	CARACTERÍSTICAS
Objetivos	É a fase que demonstra o conhecimento do problema;
Hipóteses	Consiste em transladar os objetivos e o conhecimento disponível do sistema em enunciados de hipóteses;
Formulações matemáticas	As hipóteses qualitativas devem ser convertidas em relações mais específicas, matematizadas. Representa a etapa de estabelecer um plano para solucionar o problema. Para as hipóteses formuladas, nesta etapa deve-se usar das informações disponíveis para a construção do modelo e avaliar a correção dos enunciados e das equações matemáticas que descrevem o comportamento dinâmico dos elementos e processos do sistema;
Verificação	Corresponde o conjunto de atividades necessárias para verificar a precisão dos enunciados e das equações propostas;
Calibragem	Consiste em estabelecer parâmetros para as entradas e condições internas do sistema, a fim de se verificar a adequação das respostas.
Análise e avaliação do modelo	Essa fase corresponde a execução do projeto. Para os modelos qualitativos, a análise deve ser feita em relação aos pressupostos teóricos e ao conhecimento disponível sobre a estrutura e processos do sistema. Para os modelos numéricos e qualitativos, as respostas devem ser avaliadas em sua qualidade de acordo com os objetivos especificados. É a fase da checagem.

Quadro 05: Etapas para a construção de modelos metodológicos

Fonte: Christofolletti (1999)

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Deve-se lembrar de que existe uma semelhança entre o método dedutivo e a criação de modelos, assim pode-se usar da modelagem para os processos de refutação. Desta forma, com a aplicação do modelo definido, verificam-se quais os parâmetros em que a adequação não é aceita e também em que condições a hipótese não é aplicada (CHRISTOFOLETTI, 1999).

3.1.2 A pesquisa em Geografia

Libault (1971, p.2) afirma que “conforme metodologia desenvolvida, pode-se confirmar uma sistemática que seria considerada como universal”. Desta forma, o

autor aconselha que os trabalhos de Geografia sejam desenvolvidos em quatro níveis de pesquisa: Os níveis compilatório, correlatório, semântico e normativo.

LIBAULT (1971) descreve-os desta forma:

O *nível compilatório* consiste da coleta e compilação de dados, pois nenhuma ciência pode se apoiar sobre bases imaginárias, e necessita de uma fase inicial de constatação e pesquisa.

Com o conjunto de dados completos para a pesquisa avança-se para o *nível correlatório*, onde há necessidade de considerar todas as correlações possíveis entre os dados obtidos. Essas correlações permitem indagar sobre o que é necessário ser feito na pesquisa, uma vez que já se tem conhecimento daquilo que já foi realizado na área em análise.

Já no *nível semântico* há uma simplificação ou agrupamento dos dados. É o ponto mais delicado da pesquisa, uma vez que se constrói o cruzamento dos caminhos, da análise e da síntese da pesquisa.

Para finalizar tem-se o *nível normativo*, onde há tradução dos resultados fatoriais em normas aproveitáveis.

Desta forma, esta investigação ao realizar as pesquisas em gabinete, buscou bases teóricas que orientaram tanto a ordem conceitual como as metodologias utilizadas nos trabalhos de campo, bem como o próprio trabalho de campo que foi a busca pelos dados que foram analisados cumpriram o que LIBAULT (1971) chamou de nível compilatório.

Com os dados do nível compilatório, foi possível estabelecer o maior número de relações e correlações possíveis com as informações coletadas. Essas que muitas vezes analisadas, dados de gabinete e de campo, propuseram uma gama de possíveis interpretações que preencheram a lacuna do que LIBAULT (1971) nomeia como nível correlatório.

Na apresentação dos resultados considera-se o que de mais significativo foi conquistado nesta pesquisa. Os resultados construíram-se com os cruzamentos dos dados, bem como sendo a síntese do que foi proposto nos objetivos. Considerada a parte mais delicada da pesquisa, pois é a consequência efetiva deste trabalho, os resultados são tidos segundo LIBAULT (1971) como o nível semântico.

As conclusões desta pesquisa então constituem o nível normativo LIBAULT (1971) onde há a tradução dos resultados fatoriais em normas aproveitáveis. Neste capítulo, há a demonstração da construção dos resultados da pesquisa em

premissas finais e verdadeiras que normatizam esta análise e concluem esse relatório.

3.2 Material de apoio

Foram utilizados os seguintes materiais de apoio para as etapas de gabinete e campo: Aplicativo Corel Draw X5; Aplicativo SPRING 4.3.3; Aplicativo Adobe Photoshop CS5; Câmera Fotográfica digital Sony Cyber-shot W 610; Condutivímetro ORION: COND CELL 011510 (modelo 115 A+); peagâmetro HANNA hi 8424; Folha Topográfica do Exército 1:50 000: Mata SH-21-X-D-VI-1 e São Pedro do Sul SH-21-X-D-VI-2; *Global Position System* (GPS) Garmin e Trexe; Penetrômetro de Impacto Modelo IAA/Planalsucar – Stolf e Termômetro INCOTERM L-006/06.

3.3 Procedimentos metodológicos

A presente pesquisa foi dividida em duas etapas: etapa de gabinete e etapa de campo. Na busca de organizar os procedimentos que vieram a compor a pesquisa em gabinete elaborou-se a revisão bibliográfica sobre os assuntos que dizem respeito a: qualidade ambiental, qualidade da água, Geomorfologia e legislação ambiental. Além disso, foram levantados dados secundários de geologia, pedologia, unidades de vegetação e rede hidrográfica do município de São Pedro do Sul/RS, através de pesquisas nos sítios eletrônicos de órgãos oficiais responsáveis por esses dados⁸, bem como em documentos, mapas e pesquisas científicas.

3.3.1 As cartas

⁸ CPRM, IBGE, SGB e FZB.

Em gabinete foi realizada a compilação dos mapas geológico, de unidades de vegetação, de redes de drenagem e pedológico, bem como a confecção das cartas clinográfica, hipsométrica e uso da terra, que caracterizaram a área de estudo e nortearam os testes e análises propostas.

As cartas foram feitas através do *Software* SPRING 4.3.3, nos aplicativos IMPIMA, para a alocação de bandas da imagem do arroio Ribeirão, SPRING para o georreferenciamento da carta topográfica e confecção dos mapas e SCARTA, COREL X5 e ADOBE PHOTOSHOP CS5 para as suas edições. As imagens que foram utilizadas para a carta de uso da terra foram retiradas do banco de dados do INPE da data de 16 de novembro de 2011.

3.3.1.1 Carta de uso da terra

O termo “terra”, segunda a FAO (1976) apud Moreira (2009, p.48) “compreende o ambiente físico, clima, relevo, solo, vegetação e hidrologia, na medida em que estes influenciam no potencial de uso da terra, incluindo-se a isso, os resultados da atividade humana do passado e do presente, o que caracteriza o modo de utilização da terra”.

O conhecimento sobre o uso da terra ganha importância na necessidade de garantir credibilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas. Uma vez que entender o uso da terra garante ao pesquisador a compreensão das vocações desse espaço, bem como da alocação nele de produtos adequados ao seu uso. Segundo IBGE (p. 22, 2006)

o conhecimento da distribuição espacial dos tipos de uso e da cobertura da terra é fundamental para orientar a utilização racional do espaço. [...] Os dados de imagens orbitais são importantes fontes básicas para o mapeamento do tema uso da terra, embora por si mesmos sejam insuficientes para dar conta da realidade, requerendo a agregação de dados exógenos de naturezas diversas durante a interpretação dos padrões homogêneos de uso da terra.

No levantamento de dados de uso da terra, diversas são as informações que podem ser usadas para a confecção dos mapas. Essa escolha vai depender dos dados do sensor, bem como os objetivos da pesquisa, o custo e o equipamento que

se tem acesso uma vez que a qualidade e a quantidade de informações sobre a cobertura e o uso da terra, obtidas dos sensores remotos, dependem das características técnicas desses.

Tratando-se das nomenclaturas que são utilizadas nas cartas de uso da terra (FIGURA 09), essas utilizam terminologias dirigidas para compilação das atividades humanas. A construção de uma nomenclatura do uso e cobertura da terra precisa estar adequada para mapear a diversidade do território e deve ser compatível com a sua escala, com a fonte básica de dados e com as necessidades dos usuários. A terminologia necessita ser clara e precisa evitando sentidos vagos e ambiguidades a fim de construir um documento de fácil entendimento que possa ser difundido e bem interpretado (IBGE, 2006).

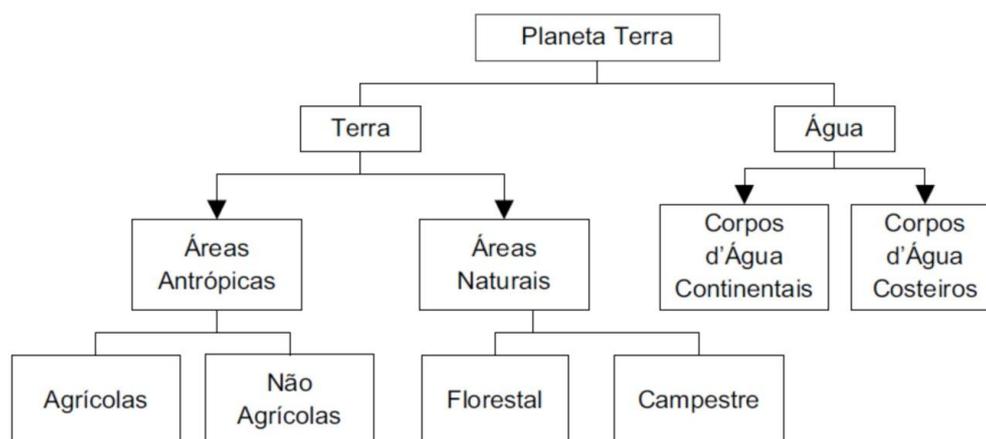


Figura 09: Esquema teórico de construção de uma nomenclatura da cobertura terrestre
Fonte: IBGE (2006)

Analisando a figura 09, afirma-se que as áreas antrópicas não agrícolas estão associadas a todos os tipos de uso da terra de natureza urbanística, tais como: áreas urbanizadas, industriais, comerciais, redes de comunicação, entre outras.

Já as áreas antrópicas agrícolas, agregam o conceito de terra agrícola que pode ser definida como terra utilizada para a produção de alimentos, fibras e outras *commodities* do agronegócio. Incluem-se aqui todas as terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento de áreas cultivadas ou em descanso, podendo também compreender áreas alagadas. Podem se constituir em zonas agrícolas

heterogêneas ou representar extensas áreas de "plantations". Encontram-se inseridas nesta categoria as lavouras temporárias, lavouras permanentes, pastagens plantadas e silvicultura.

Além disso, há as áreas de vegetação natural que compreendem um conjunto de estruturas florestais e campestres, abrangendo desde florestas e campos originais (primários) alterados até formações florestais espontâneas secundárias, arbustivas, herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas, em diversos estágios de desenvolvimento, distribuídos por diferentes ambientes e situações geográficas. E também as águas, nas classes de águas interior e costeira, como cursos d'água e canais (rios, riachos, canais e outros corpos d'água lineares), corpos d'água naturalmente fechados, sem movimento (lagos naturais regulados) e reservatórios artificiais (represamentos artificiais d'água construídos para irrigação, controle de enchentes, fornecimento de água e geração de energia elétrica), além das lagoas costeiras ou lagoas, estuários e baías (IBGE, 2006).

Para o levantamento de dados a fim da elaboração do produto cartográfico, o IBGE (2006) estabelece uma rotina para a confecção dessas cartas: levantamento das bibliografias específicas e gerais; seleção e consulta de outros mapas de cobertura e uso da terra, geomorfologia, geologia, vegetação, solos e cartas topográficas; seleção e compatibilização de dados da carta topográfica com a escala de trabalho; seleção de dados de satélites; e coleção de documentação auxiliar como informações estatísticas de utilização da terra, inventário de fotos aéreas e imagens de satélite complementares.

Desta forma, pode-se afirmar que diversas metodologias são 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 arroio Ribeirão, utilizou-se o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 21 Sul, datum SIRGAS 2000⁹. A imagem obtida do banco de dados do INPE é uma Landsat 5 Thematic

⁹ Foi oficializado como novo referencial geodésico para o SGB em fevereiro de 2005, conforme publicação da resolução 01/2005 do IBGE (BONATTO, s/d).

Mapper, Orbita 223/80 de 16 de março de 2011 (calendário gregoriano). A classificação foi realizada pelo método supervisionado MAXVER, essa 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 está disposta no capítulo de resultados.

3.3.1.2 Carta clinográfica

Segundo De Biasi (1992, p. 45)

a carta clinográfica tem sido utilizada de maneira quase que obrigatória nessas últimas décadas, em trabalhos ligados as Ciências da Terra, Planejamento Regional, Urbano e Agrário, juntamente com outras representações gráficas de variáveis tais como: orientação de vertentes, insolação direta, direção e velocidade dos ventos, entre outras, permitindo assim, com suas correlações uma melhor compreensão e um melhor equacionamento dos problemas que ocorrem no espaço analisado.

Essas cartas podem ser utilizadas de maneira bastante ampla, em trabalhos ligados às Ciências da Terra, Planejamento Regional, Urbano e Agrário, entre outros (DE BIASI, 1992). Os mapas de declividade são reconhecidamente, documentos cartográficos de grande aplicabilidade nas pesquisas que envolvem questões

ambientais, tanto em nível urbano como rural, se tornando assim de grande importância para estudos ligados ao planejamento ambiental (MOREIRA, 2009).

O correto mapeamento das classes de declividade do relevo de determinada área, possibilita a identificação de áreas propícias à expansão agrícola e urbana, de forma controlada e menos danosa ao meio físico. Sendo assim, este documento passa a ser fundamental em estudos de qualidade do meio ambiente (MOREIRA, 2009).

As cartas clinográficas são documentos básicos para planejamentos regionais possuindo inúmeras funções. Esse documento auxilia em estudos de estrutura agrária até aquelas com fins geomorfológicos. O entendimento sobre a declividade dos terrenos contribui para medidas de velocidade da água, bem como a informações de escoamento superficial e infiltração de água no solo inferindo assim acerca da possibilidade e graus de processos erosivos (NASCIMENTO, 2009).

A morfometria do terreno, especialmente sua declividade é o principal condicionador da capacidade de uso da terra. Desta forma, a definição de classes na carta clinográfica deve acolher os mais variados usos do solo, sejam eles urbanos ou agrícolas. No entanto é necessário atender o que estabelece a lei para os diferentes usos da ocupação territorial a fim de que este se estabeleça como um produto eficaz, não apenas no que diz respeito ao sentido técnico, mas normativo de seu uso (DE BIASI, 1992). De Biasi (1992, p. 47) afirma que

a definição das classes de declividades poderá ter um caráter eminentemente particular, ou seja, o autor escolhe as classes que ele necessita para seu trabalho, mas, é recomendável que utilizemos o que já está estabelecido por lei para os diferentes usos e ocupação territorial. No que se refere à legislação vigente e o uso consagrado de certos limites de classes definidos através de trabalhos acadêmicos, é que tentaremos estabelecer uma chave que permitirá ao pesquisador apoiar-se para elaborar um documento cartográfico eficaz, não só no sentido técnico de sua confecção, mas também no aspecto normativo de seu uso. A definição das classes de declividades para serem utilizadas na confecção da carta clinográfica, atende a um espectro bem amplo no que diz respeito à sua utilização na representação cartográfica, para os mais variados usos e ocupação do espaço, seja ele urbano ou agrícola.

Desta forma, Herz; De Biasi (1989) apud De Biasi (1992) definem como intervalos chaves os seguintes limites de declividade tendo em vista a legislação vigente no país (QUADRO 06).

LIMITE	CARACTERÍSTICA
< 5%	Limite urbano industrial, utilizado internacionalmente, bem como em trabalhos de planejamento urbano.
5 – 12%	Este limite possui algumas variações quanto ao máximo a ser estabelecido (12%), variando entre 10 – 13%, mas todos definem como limite máximo de emprego de mecanização agrícola.
12 – 30%	O limite de 30% é definido pela legislação federal (Lei – 6766/79), sendo o limite máximo para urbanização sem restrições, a partir da qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas.
30- 47%	O código florestal fixa o limite de 25º, como limite máximo de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas (lei 4771/65 de 15.09.65)
> 47%	O artigo 10 do Código Florestal prevê que na faixa entre 25º e 45º não é permitida a derrubada de florestas, [...] só sendo tolerada a extração de toras, quando em regime de utilização nacional, que vise a rendimentos permanentes.

Quadro 06: Definição de classes das cartas clinográficas segundo Mário De Biasi (1992)

Fonte: De Biasi (1992)

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Alguns autores complementam/alteram esses intervalos de declividade, estabelecendo limites mais precisos. Um exemplo é Granell-Perez (2001, p. 78) que apresenta o seguinte tipo de classificação para cartas de declividade (QUADRO 07)

DECLIVIDADES	MORFOLOGIA	PROCESSOS DE EROÇÃO	ATIVIDADES
0º - 2º, 0% A 3,5%, Terreno plano ou quase plano.	Planície aluvial (várzea), terraço fluvial, superfície de erosão.	Sem perda de solos e escorregamentos	Agricultura mecanizada, urbanização, infraestruturas viárias.
2º - 5º, 3,5% a 8,7%, Declividade fraca.	Ondas suaves, fundos de vale, superfícies tabulares.	Início de solifluxão, escoamento difuso e laminar. Sulcos.	Agricultura com conservação ligeira. Aceitável para urbanização.
5º - 15º, 8,7% a 26,8%, Declividade média a forte.	Encostas de morros, relevos estruturais monoclinais do tipo cuesta.	Movimentos de massa, escoamento laminar, creep, escorregamentos. SUCOS, ravinhas.	Agricultura com conservação moderada a intensiva. Mecanização impossível >7º. Pouco apto para urbanização e infraestruturas.
15º - 25º, 26,8% a 46,6%,	Encostas serranas, escarpas de falha e de	Erosão linear muito forte, destruição dos	Pecuária, florestamento. Não apto para

Declividade forte a muito forte.	terraços.	solos, escorregamentos, queda de blocos.	urbanização e infraestruturas.
25° - 35°, 46,6% a 70%, Terreno íngreme ou abrupto.	Relevos estruturais tipo hogback, alcantilados costeiros, cristas.	Erosão linear muito forte, escorregamentos, queda de blocos, avalanches.	Uso florestal.
>35°, > 70%, Terreno muito íngreme ou escarpado.	Paredões e escarpas em canhões ou vales muito encaixados, cornijas.	Quedas em massa, escorregamentos, colapsos.	Limite para uso florestal.

Quadro 07: Relação entre declividades, morfologias, processos de erosão e atividades em diferentes intervalos de declividade

Fonte: Granell-Péres (2001)

A elevada declividade das vertentes associadas a grande quantidade de chuvas, forte inclinação topográfica e falta de cobertura vegetal confere uma maior suscetibilidade à erosão e conseqüente instabilidade das vertentes. Diante disso, Granell-Pérez (2001, p. 77) afirma que

a efeito de análise territorial, a declividade constitui-se num indicador de riscos e de instabilidades de encostas, portanto de usos de aproveitamento do solo, sempre sem esquecer que a declividade combina-se com outros fatores do meio físico e biótico para limitar ou para fornecer o uso que pode ser feito do território.

Esta pesquisa utilizou-se da classificação proposta por De Biasi (1992), uma vez que as características propostas em sua classificação condizem mais com os objetivos dessa pesquisa, por levar em conta a potencialidade do relevo, bem como a legislação vigente no país. A carta clinográfica do arroio Ribeirão possui cinco classes de declividade, sendo a ela atribuídas as cores verde, amarelo, laranja, vermelho e marrom para sua representação. Sua análise está disposta no capítulo de resultados.

3.3.1.3 Carta hipsométrica

Os mapas hipsométricos permitem uma melhor identificação dos setores de maiores e menores altitudes de uma determinada área, uma vez que é uma representação gráfica do relevo, analisado pela variação de altitudes entre o terreno e o nível do mar (DE BIASI, 1992). Para Nascimento, (2009, p.114) “esta representação é feita a partir das curvas de nível da área a ser mapeada, ou seja, linhas que em intervalos iguais ligam pontos de igual altitude ou cota”.

O mapa hipsométrico é indispensável para os estudos sócio-ambientais, pois fornece informações sobre o relevo influenciando, tanto no aspecto natural, como no aspecto cultural de uma região. Este produto cartográfico relacionado a outras informações naturais do meio possibilitam um uso mais adequado do ambiente, auxiliando na organização do espaço (NASCIMENTO, 2009).

Segundo Nascimento (2009, p. 87)

os estudos hipsométricos fornecem uma noção do relevo e são importantes para estudos dos processos erosivos, principalmente através do escoamento superficial da água. A configuração topográfica de uma área de drenagem está estritamente relacionada com os fenômenos de erosão que se processam em sua superfície.

A carta hipsométrica é uma representação gráfica do relevo que é analisada por sua variação altimétrica em relação ao nível médio do mar, esta que é confeccionada a partir das curvas de nível, por intervalos iguais que ligam pontos de igual altitude. Segundo COQUE apud SOUZA (2001, p. 117) “[a carta hipsométrica] visa representar em faixas altitudinais diferentes o aspecto elevação da superfície da paisagem a fim de auxiliar a análise da energia do relevo, ou a “energia média relativa””.

Neste trabalho foram utilizados os três intervalos de classes: de 100 a 200 metros, representados na cor amarela, de 201 a 300 metros, representados na cor laranja e de 301 a 400 metros representados na cor vermelha.

3.3.2 As análises de água do arroio Ribeirão

Em campo se efetuou a segunda etapa da pesquisa, com a coleta de seis amostras de água do arroio Ribeirão. As amostras foram coletas ao longo do arroio,

em lugares com usos da terra diferenciados, de sua nascente a sua foz. Dessas amostras foram identificados os parâmetros analisados nessa pesquisa (FIGURA 10).

Os parâmetros analisados foram: potencial de hidrogênio, condutividade elétrica, total de sólidos dissolvidos e temperatura da água. Os índices de pH, CE e temperatura da água foram escolhidos por serem índices indicados manual da CPRM – medições *in loco* (2007). A escolha pela medição do TSD foi por esse ser um dos principais índices que indicam se a água é própria ou não para o consumo, uma vez que essa água é usada diretamente para irrigação de lavouras e dessedentação de animais.

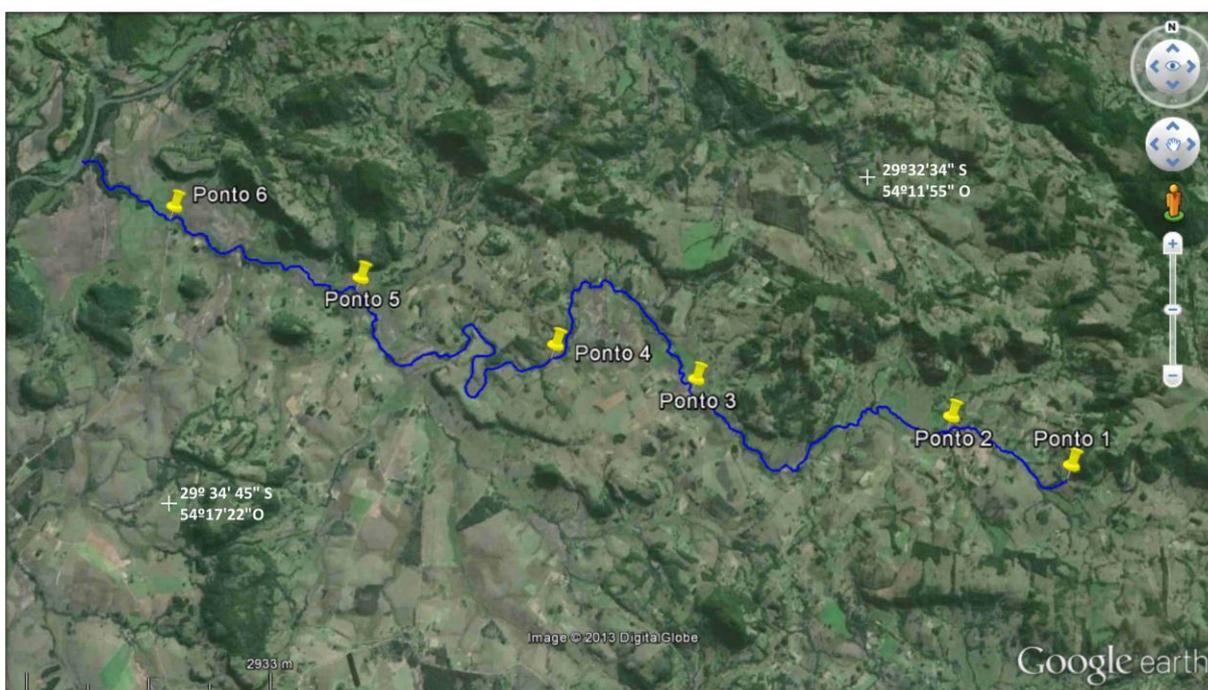


Figura 10: Locais dos pontos de coleta de água do arroio Ribeirão
Fonte: Google Earth
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de, (2014)

Tais coletas foram realizadas sazonalmente nos seis pontos, mais especificamente no outono (20 de junho) e primavera (06 de outubro) do ano de 2013, para que houvesse a comparação dos dados levando em conta a diferença das culturas alocadas no redor do arroio nas diferentes estações do ano.

Para a análise dos parâmetros limnológicos foram utilizados: o termômetro INCOTERM L-006/06 que forneceu a temperatura da água na hora do experimento;

o peagâmetro HANNA hi 8424 que forneceu os índices do pH; com o Condutímetro ORION: COND CELL 011510 (modelo 115 A+), foi obtido o índice de CE e de total de sólidos dissolvidos através da equação $CE \times 0,67$.

3.3.2.1 Medição de temperatura da água

Segunda a CPRM (2007, p. 01) a “temperatura é a medida da intensidade de calor expresso em uma determinada escala. Uma das escalas mais usadas é *grau centígrado* ou *grau Celsius* ($^{\circ}C$).” A temperatura pode ser medida por diferentes instrumentos, como, por exemplo, termômetro ou sensor. O termômetro, método mais comum, consiste de um tubo fino de vidro graduado preenchido com mercúrio ou álcool (FIGURA 11).

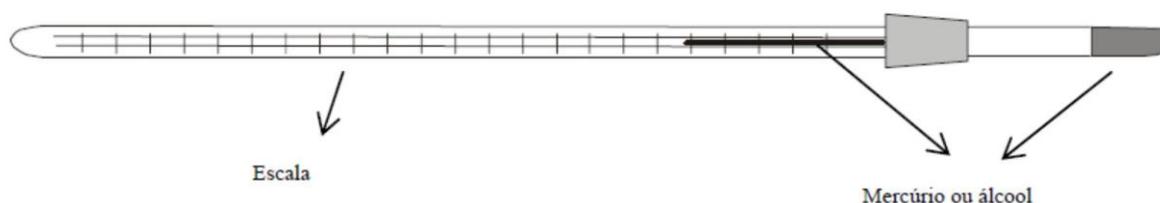


Figura 11: Modelo de termômetro
Fonte: CPRM (2007)

A medição de temperatura é significativamente simples, realizada seguindo apenas três passos: (1) colocar a ponta (bulbo) do termômetro no curso d'água;(2) manter o bulbo do termômetro por alguns minutos no curso d'água, nesta pesquisa foram dois minutos; (3) realizar a leitura da temperatura no nível dos olhos.

3.3.2.2 Medição de CE da água

A CPRM (2007, p. 01) considera a CE como

uma medida da habilidade de uma solução aquosa de conduzir uma corrente elétrica devido à presença de íons. Essa propriedade varia com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, com a temperatura, com a mobilidade dos íons, com a valência dos íons e com as concentrações real e relativa de cada íon.

A medida de CE foi realizada seguindo os seguintes passos: (1) ligar o equipamento; (2) mergulhar o sensor do equipamento no curso de água e esperar o índice estabilizar, cerca de cinco minutos; (3) leitura do dado e retirada do sensor do curso d'água; (4) lavagem do sensor em água destilada.

3.3.2.3 Medição de pH da água

Segundo a CPRM (2007, p.03) o índice de pH

é uma medida da intensidade do caráter ácido de uma solução. É dado pela atividade do íon hidrogênio (H^+), sendo medido potenciometricamente e apresentado em uma escala anti-logarítmica. A escala de pH, compreendida entre 0 e 14, indica se o meio é ácido, básico ou neutro, quando o pH for menor, maior ou igual a 7, respectivamente (FIGURA 12). O pH é uma propriedade expressa unidimensionalmente, ou seja, sem unidade.

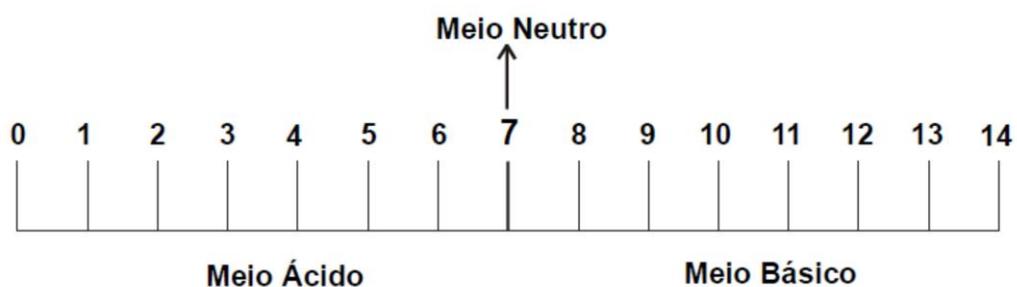
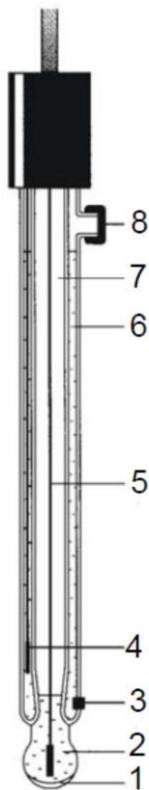


Figura 12: Escala de pH
Fonte: CPRM (2007)

A medida do pH utiliza um aparelho chamado peagômetro (ou medidor de pH) constituído basicamente de um potenciômetro e um eletrodo de hidrogênio (ou, mais comumente, eletrodo de pH) (FIGURA 13).



O eletrodo combinado de pH consiste de duas partes confeccionadas de vidro: um eletrodo de pH, que corresponde a parte interna (7), e outro eletrodo de referência, que corresponde a parte externa (6).

Em ambos os eletrodos, há um fio (4 e 5) de prata coberto de cloreto de prata (Ag/AgCl) e uma solução eletrolítica de cloreto de potássio (KCl) 3 M (ou 3 mol/L).

Alguns modelos de eletrodos permitem a troca da solução eletrolítica por meio de um orifício na parte superior (8).

A parte inferior do eletrodo de pH consiste de um bulbo (2) revestido por um material (1) de vidro especial onde ocorre a medição de pH.

Figura 13: Esquema de um eletrodo combinado de pH

Fonte: CPRM (2007)

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

O aparelho foi calibrado em laboratório antes do processamento dos dados em soluções padrão de pH (1). Com a amostra de água, mergulhou-se o bulbo do aparelho na água do arroio Ribeirão (2); aguardou-se a leitura do equipamento (3); fez-se a leitura desse (3); lavou-se em enxagua-se o eletrodo em cada uma das leituras das seis amostras (4).

3.3.2.4 Equação para inferência do TSD na água

Segundo Souza (2001, p. 96) “concentrações maiores do que 4000 mg/l de sais tornam as águas impróprias para o consumo humano, embora em climas tropicais possam ser toleradas concentrações maiores que em climas temperados.”

Além disso, Batalha e Parlatore (1977, p.140) salientam que “para que a água tenha um sabor agradável, sua concentração de sais não deve exceder a 500 mg/l”

A medida do TSD pode ser determinada pelo efeito dos íons na condutividade da solução, uma vez que essa equação é conceituada por Batalha e Parlatore (1977) apud SOUZA (2001) quando afirmam que

devido à larga faixa de mineralização da água natural, não é possível estabelecer um único valor limite [de sólidos totais dissolvidos]. Entretanto, a medida da condutividade específica proporciona uma indicação segura da quantidade de sólidos totais dissolvidos na água... De forma muito geral, uma condutividade de 1500 micro-ohms equivale a 1000 mg/l de sólidos totais dissolvidos.

Sendo assim, 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ é igual a 0,67 mg/l de TSD. Desta forma, determinada a equação a ser seguida e com as medições de CE em mãos, foi possível calcular os índices de TSD em laboratório.

3.3.3 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”.

Segundo Ross e Fierz (2005), os testes com o penetrômetro de percussão (FIGURA 14) 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).

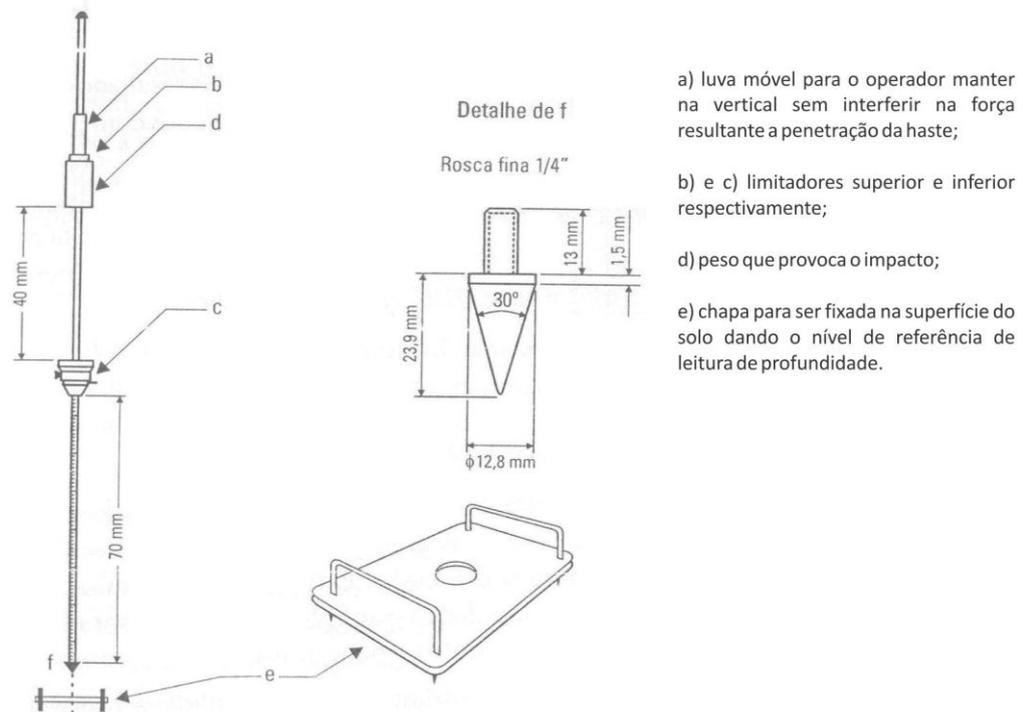


Figura 14: Penetrômetro de impacto
 Fonte: Ross e Fierz (2005)
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de Oliveira (2014)

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.

No segundo trabalho de campo, foram realizados testes de resistência à penetração, nas margens dos pontos três, quatro, cinco e seis, por serem pontos de coleta de amostras de água, onde o solo é do tipo Gleissolo. A metodologia seguida para a realização desses testes foi a de Ross e Fierz (2005) a fim de inferir sobre a fragilidade de vertentes e possíveis processos de erosão superficial.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 Apresentação dos produtos cartográficos

4.1.1 Carta clinográfica

A carta clinográfica (FIGURA 15) demonstra a distribuição das declividades presentes na Bacia Hidrográfica do Arroio Ribeirão – São Pedro do Sul/RS.

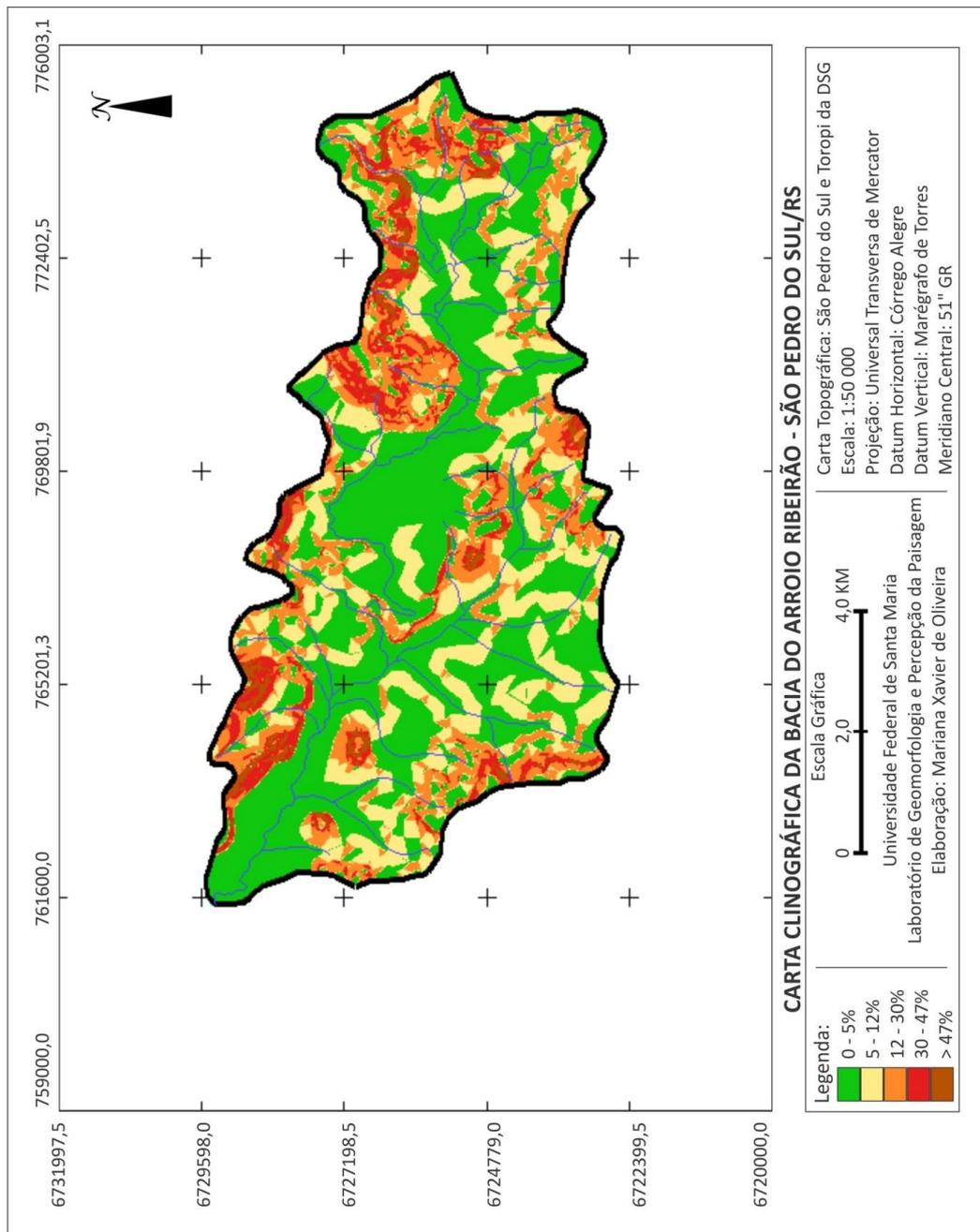


Figura 15: Carta clinográfica da Bacia do Arroio Ribeirão – São Pedro do Sul/RS
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

A carta clinográfica (ou de declividades) foi gerada no aplicativo SPRING 4.3.3, seguindo as classes propostas por De Biasi (1992), de 0-5%, 5-12%, 12-30%, de 30-47% e mais de 47% de declividade. Essas classes limitam principalmente o uso da terra em relação à maquinização na prática agrícola. O quadro 10 quantifica a percentagem da área em relação à declividade do Arroio Ribeirão.

Classes de declividade (%)	Áreas (km ²)	Área (%)
0 – 5	29.3	47.4
5 – 12	14.7	23.8
12 – 30	12.0	19.4
30 – 47	4.3	6.9
47 - 100	1.6	2.5
Total	61.9	100

Quadro 10: Medidas de classes de declividade do Arroio Ribeirão-São Pedro do Sul/RS
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Desta forma, analisando o quadro 10 pode-se afirmar que mais de 70% da bacia hidrografia, possui declividades inferiores a 12% propiciando assim a implantação de lavouras mecanizadas (FIGURA 16), bem como criação de animais de grande porte. Os quase 30% de área que possuem declividade superior a 12%, são espaços quase que totalmente florestados, respeitando o código florestal que determina que topos de morros e declividades acima de 47% que não podem ser desmatadas (FIGURA 17).



Figura 16: [Em primeiro plano] Área de declividade inferior a 12% com atividade agrícola mecanizada
Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

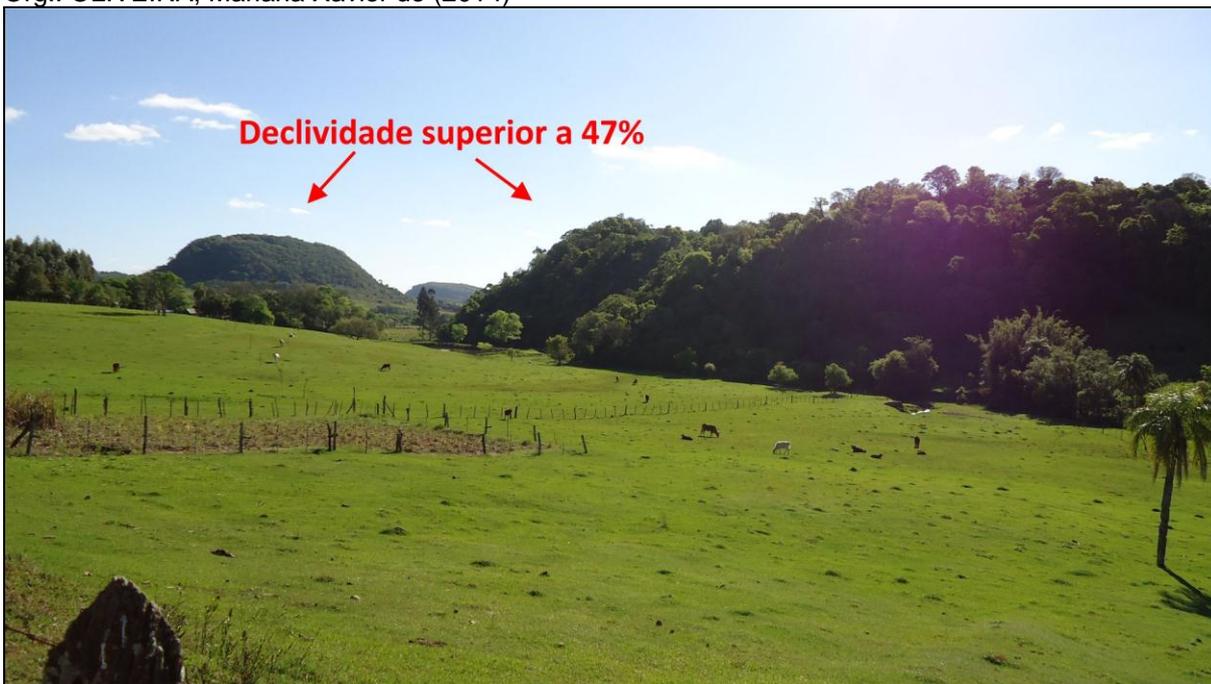


Figura 17. Área de declividade superior a 47% florestada
Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014).

4.1.2 Carta hipométrica

A carta hipométrica (FIGURA 18) demonstra as diferenças de altitude presentes na Bacia Hidrográfica do Arroio Ribeirão – São Pedro do Sul/RS, bem como a sua distribuição espacial.

A respeito dos estudos hipsométricos, Nascimento (2009, p.114) afirma que

os estudos hipsométricos fornecem uma noção do relevo e são importantes para os estudos dos processos erosivos, principalmente através do escoamento superficial da água. A configuração topográfica de uma área de drenagem está estritamente relacionada com os fenômenos de erosão que se processam em sua superfície.

A carta hipsométrica do Arroio Ribeirão revela que a bacia possui uma amplitude altimétrica de 300 metros de altitude. As maiores altitudes estão nos resquícios do rebordo do planalto, na parte ao nordeste da bacia hidrográfica, e as inferiores a 200 metros são aquelas que vem a formar a várzea do rio Toropi (QUADRO 11).

Classes (m)	Áreas (km ²)	Área (%)
100 – 200	43.4	70.2
200 – 300	14.0	22.6
300 – 400	4.5	7.2
Total	61.9	100

Quadro 11. Medidas de classes de hipsometria do Arroio Ribeirão-São Pedro do Sul/RS
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

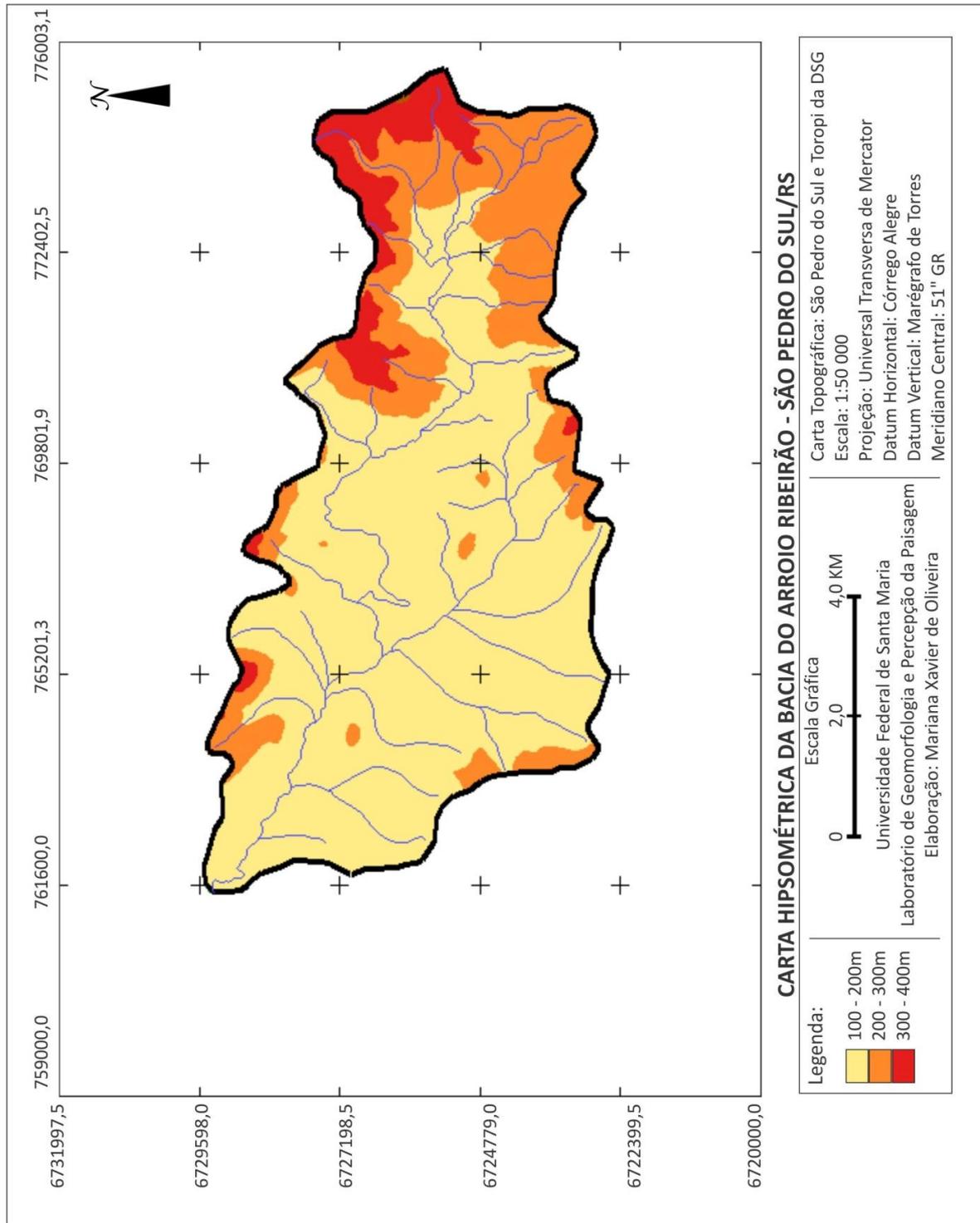


Figura 18: Carta hipsométrica da Bacia do Arroio Ribeirão – São Pedro do Sul/RS
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Mais de 70% da área da bacia está em cotas de 100 a 200 metros, sendo essas áreas mais planas destinadas ao desenvolvimento de campos e a implantação de lavouras. Os 22,6% que estão em altitudes de 200 – 300 metros são áreas mais declivosas, quase que totalmente tomadas por florestas (FIGURA 19)

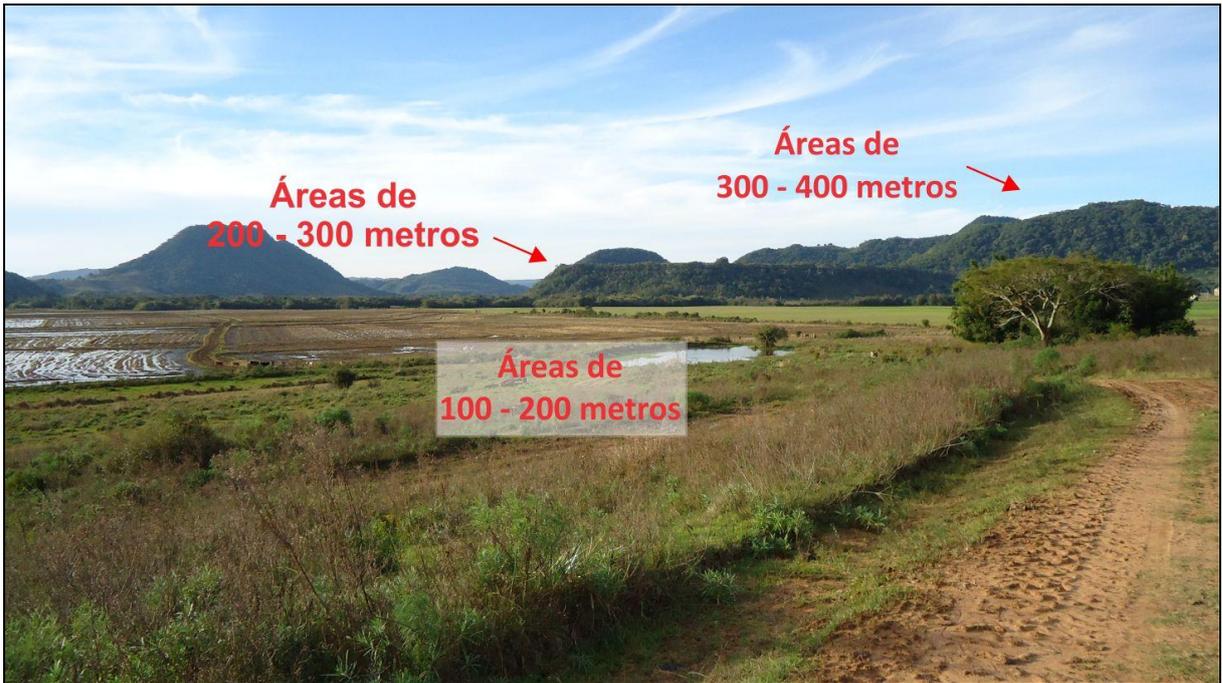


Figura 19: Diferenças de altitudes da bacia hidrográfica do Arroio Ribeirão – São Pedro do Sul/RS
 Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

As áreas mais elevadas são quase que totalmente florestadas, uma vez que elas tendem a não serem planas, apresentando-se com a implantação de campo e ocasionalmente de lavouras. A presença de animais de grande porte nas áreas de 200 a 300 metros também ocorre, uma vez que eles usufruem das pastagens e dos campos para sua alimentação.

Sendo assim, pode-se concluir que as áreas mais baixas e, conseqüentemente, melhor drenadas são as mais utilizadas para a implantação de lavouras e a manutenção de campos para criação de animais de pequeno e médio porte nesta bacia, restando para as áreas mais elevadas o florestamento.

4.1.3 Carta de solos

Os solos encontrados na bacia hidrográfica do arroio Ribeirão, de acordo com classificação de solos do Sistema Brasileiro de Solos da Embrapa Solos (2005) e delimitados por Klant, *et al* (2008), na escala 1:50.000, são os constantes no quadro 12 e representados na figura 20.

Solo	Redução	Nomenclatura até o quarto nível (semidetalhe)
Alissolos	Apt so	Alissolo Hipocrômico Argilúvico A proeminente
Argissolos	PVAd2	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico arênico A moderado
	PVAd3	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico abrupto A moderado
	PVD2	Argissolo Vermelho Distrófico típico A moderado
Cambissolos	Cxveform	Cambissolo Háptico Ta Eutrófico léptico A moderado (relevo ondulado e montanhoso)
	Cxve o	Cambissolo Háptico Ta Eutrófico léptico A moderado (relevo forte ondulado e ondulado)
Gleissolos	Gme	Gleissolo Melânico Eutrófico chenossólico
Neossolos	Rle 1	Neossolo Litólico Eutrófico típico A moderado (relevo suave ondulado e ondulado)
	Rle 2	Neossolo Litólico Eutrófico típico A moderado (relevo forte ondulado e montanhoso)
Nitossolos	Nvd	Nitossolo Vermelho Distrófico argiloso A proeminente

Quadro 12: Solos presentes na bacia hidrográfica do arroio Ribeirão
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014).

Os solos CXVEform e Cxve o (Cambissolos) e Apt so (Alissolos) são usados exclusivamente para floresta, já o solo PVAd2 tem seu uso exclusivo para campo. Já os solos Gme (Gleissolos), PVd2 e PVAd3 (Argissolos), RLE1 e RLE 2 (Neossolos) e o Nvd (Nitossolos), possuem usos mistos, mesclando entre lavoura, campos e florestas dentro da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão.

As declividades, em sua maioria, condicionam o uso do solo, mas em algumas porções da bacia as pequenas manchas de solo existentes tornam a amostragem de uso exclusiva dentro dela, fazendo com que os Alissolos, por

exemplo, tenham uso exclusivo de floresta, apesar de ser um solo rico em argila e próprio para a implantação de culturas.

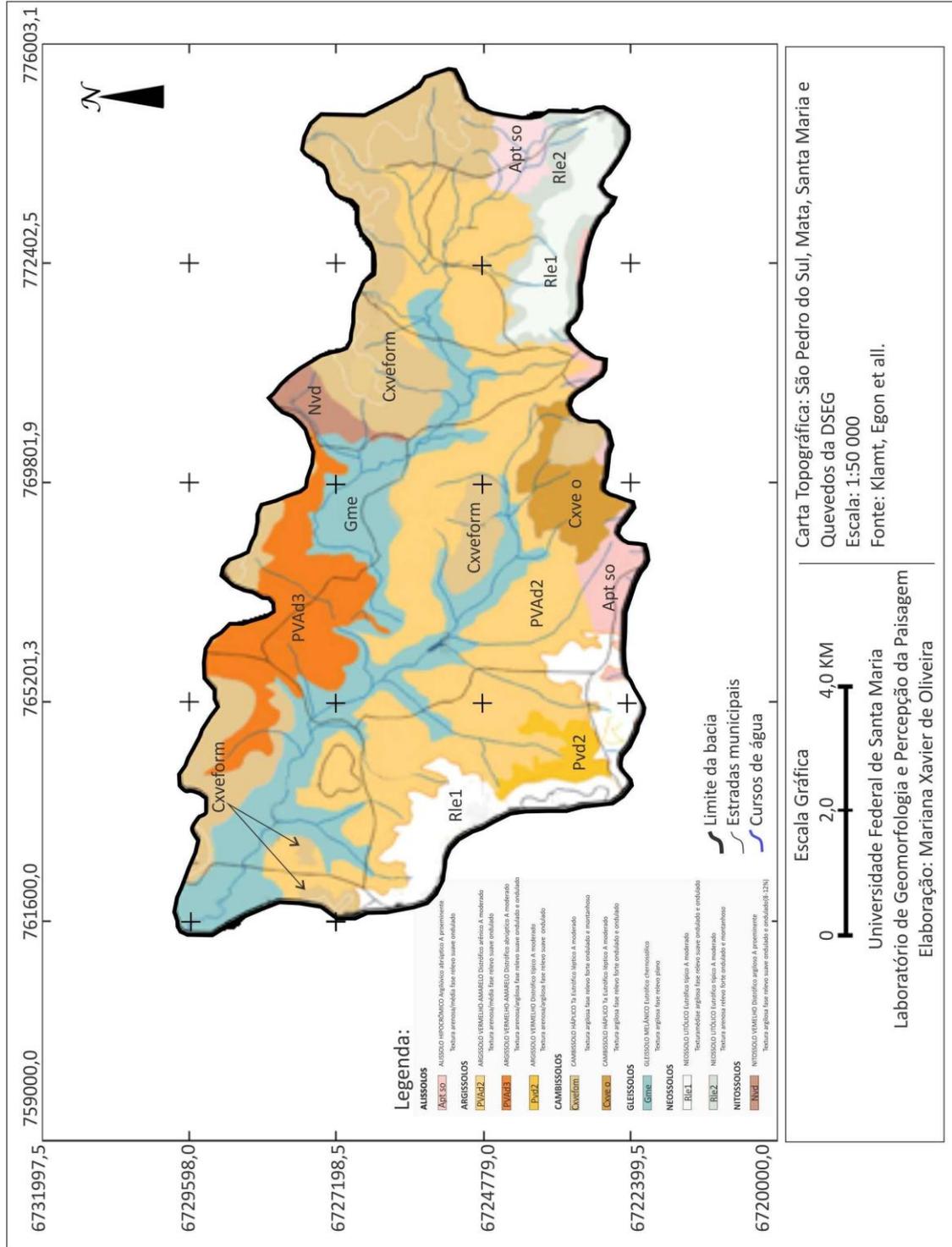


Figura 20: Solos da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão – São Pedro do Sul/RS
 Fonte: KLANT, Egon. Et al
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

4.1.4 Carta de uso da terra

A carta de uso da terra (FIGURA 21) demonstra quais as áreas destinadas a uso do Arroio Ribeirão e quais são esses usos.

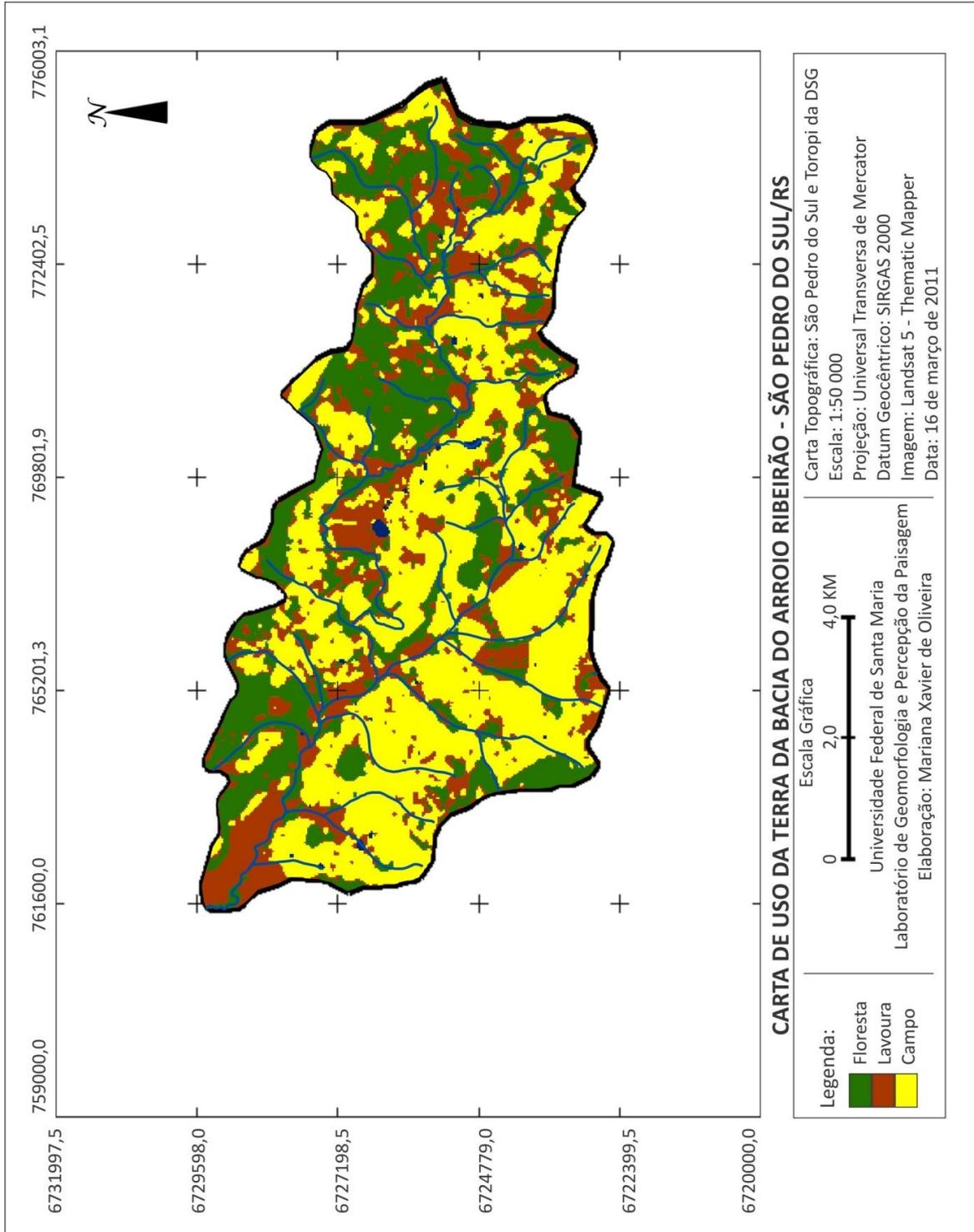


Figura 21: Carta de uso da terra da Bacia do Arroio Ribeirão – São Pedro do Sul/RS
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Analisando o quadro 13 pode-se inferir que são três os principais usos da terra do Arroio Ribeirão: florestas, campo e lavouras, 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.

Classes (%)	Áreas (km ²)	Área (%)
Floresta	18.4	29.7
Campo	29.4	47.4
Lavoura	14.1	22.9
Total	61.9	100

Quadro 13: Medidas de classes de uso da terra do Arroio Ribeirão - São Pedro do Sul/RS
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Desta forma é possível inferir que aproximadamente 30% da área são de floresta (FIGURA 22), principalmente nos topos de morros, e áreas com declividades acima de 12%. 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 verifica-se que essa se dá (FIGURA 23), em uma dimensão, muitas vezes menor que a imposta pelo Código Florestal que é de 30 metros.

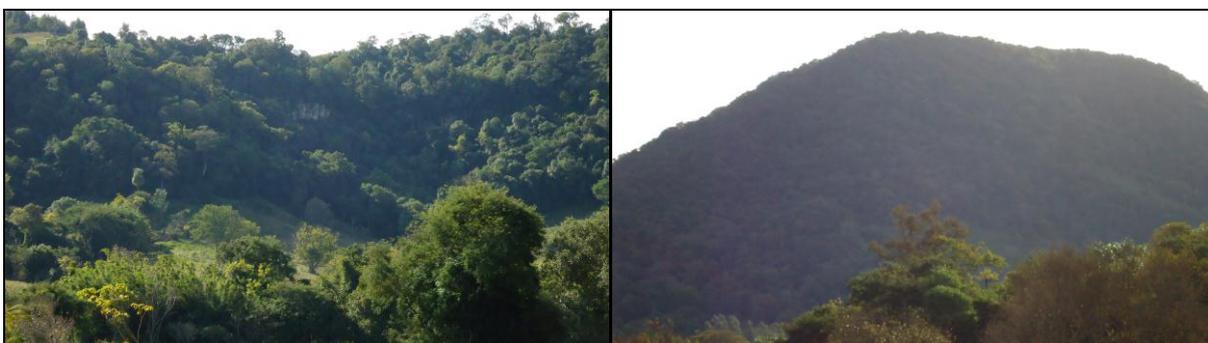


Figura 22: Área de floresta da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão
Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho de 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)



Figura 23: Rio principal da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão, com vegetação galeria em desacordo com a Legislação Brasileira vigente
 Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho de 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Mais de 47% da área da bacia hidrográfica do Arroio Ribeirão é ocupada por campo (FIGURA 24). 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 24. Área de campo da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão
 Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Sendo assim, quase 23% da área da bacia é classificada como lavoura (FIGURA 25). 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 26), apresentando assim solo exposto, no período do segundo trabalho de campo.

Desta forma, o registra-se paisagens onde há a presença dos três principais tipos de usos da terra (FIGURA 27).



Figura 25: Área de lavoura (azevém e milho) da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão
 Fonte: Trabalho de campo - 20 de junho de 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)



Figura 26: Área de solo exposto da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão
 Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

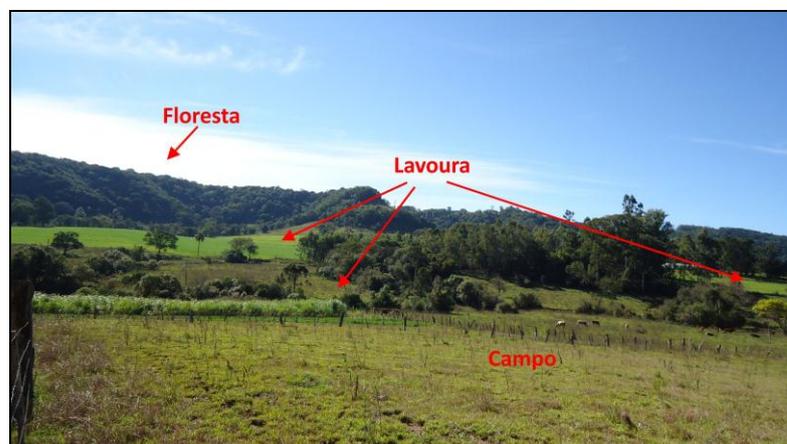


Figura 27: Paisagem com os três principais usos da terra da bacia hidrográfica do arroio Ribeirão
 Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho de 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

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.

As declividades são os principais condicionantes para o uso, uma vez que em diversas áreas é esse o fator determinante para a alocação de atividades, bem mais que a legislação vigente. Em nenhum dos trabalhos de campo verificou-se 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.

4.2 Apresentação dos dados referentes à qualidade ambiental

4.2.1 Qualidade da água

4.2.1.1 – Temperatura

Tratando-se da temperatura da água verifica-se que as águas estavam mais frias no primeiro trabalho de campo que ocorreu no dia 20 de junho de 2013, mantendo-se como temperatura máxima o primeiro ponto, uso floresta, com 15°C e mínima o terceiro ponto, uso lavoura e floresta, de 12,5°C (FIGURA 28). Já as temperaturas da água do segundo trabalho de campo mantiveram-se mais altas, com temperatura máxima de 17°C nos pontos três, quatro, ambos com uso lavoura e floresta e seis, com uso lavoura, e mínima de 15°C no ponto um, uso floresta (FIGURA 29).

Desta forma pode-se afirmar que nos períodos mais quentes, primavera e verão, pode existir a proliferação de organismos fitoplantônicos que absorvem os nutrientes da água, diminuindo as concentrações desses disponíveis. No entanto,

na ocorrência desse fato, há o aumento da decomposição dos detritos orgânicos, uma vez que a presença destes organismos acelera esse processo.

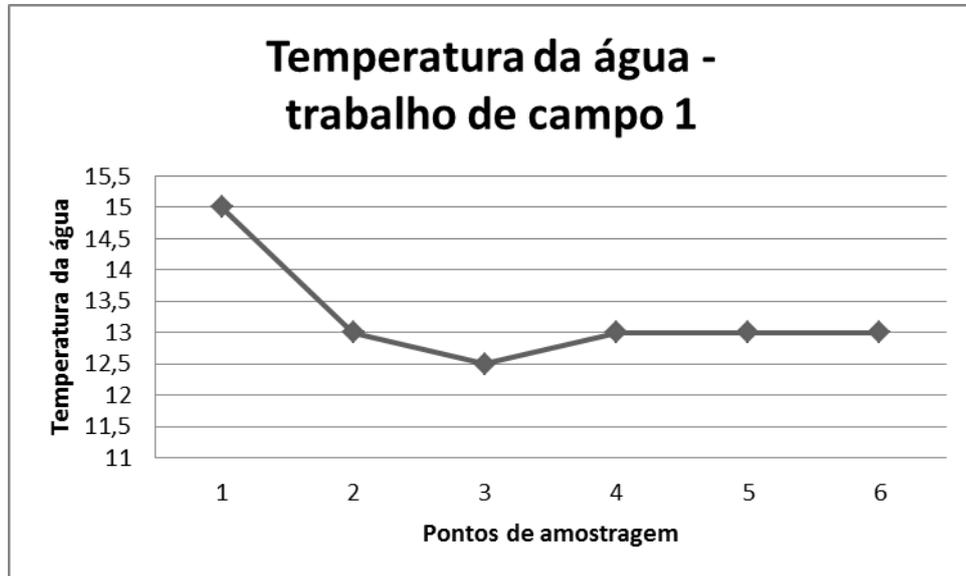


Figura 28: Temperatura da água no trabalho de campo um
 Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho de 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

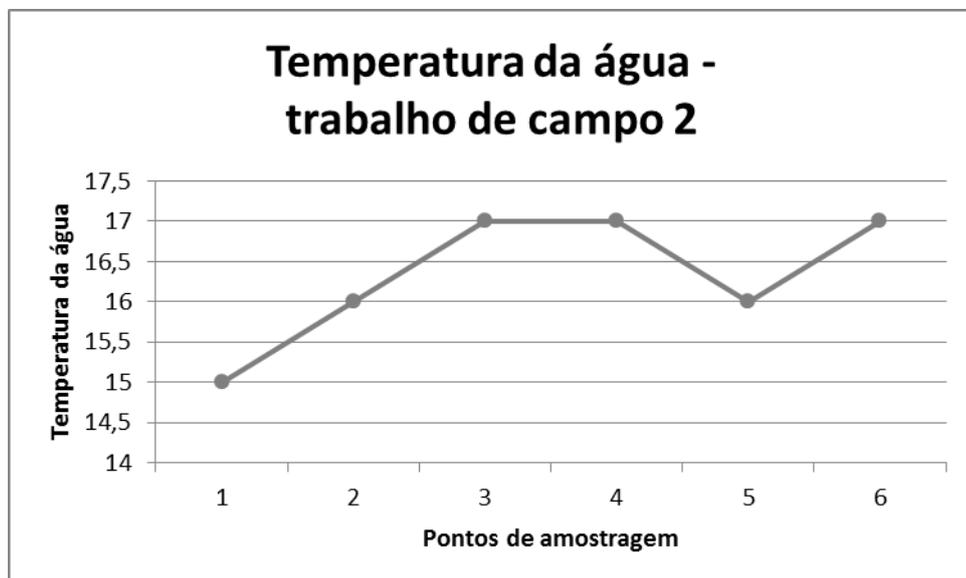


Figura 29: Temperatura da água no trabalho de campo um
 Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

A comparação dos dois trabalhos de campo está disposta na figura 30, onde pode-se concluir que no no outono a temperatura da água é menor que na

primavera, fato esse explicado tanto pela menor insolação como pela maior disponibilidade de água no arroio.

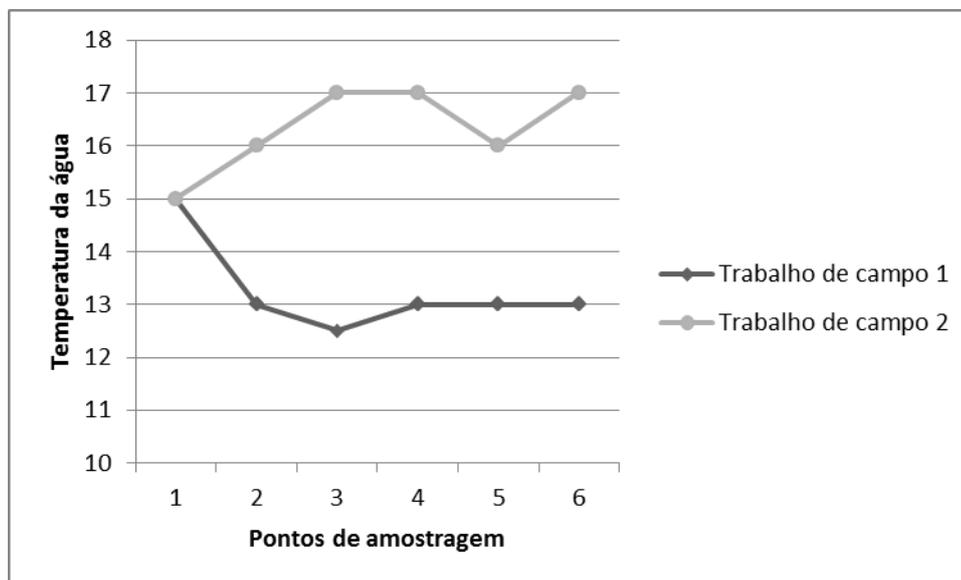


Figura 30: Temperatura da água no trabalho de campo um e dois
 Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho e 06 de outubro 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

4.2.1.2 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica na água está diretamente relacionada com os elementos nela dissolvidos. No entanto, na bibliografia consultada não foi encontrada nenhuma recomendação de limites máximos e mínimos aconselhados desse índice referentes à potabilidade da água.

Os resultados referentes à primeira amostragem feita em 20 de junho de 2013 (FIGURA 31) revela que os maiores índices de CE encontram-se nos pontos três e quatro onde ambos os usos são combinados de lavoura e floresta. Já o menor índice encontra-se no ponto dois, onde o uso é de campo e floresta (FIGURA 32).

O ponto um, onde o uso é floresta, apresenta o índice de CE mediano, da mesma forma que os pontos cinco e seis onde o uso é exclusivo de lavoura. Desta forma, pode-se concluir através desse teste que os usos da terra combinados de floresta de lavoura nas estações frias aumentam a liberação de elementos na água, aumentando os índices de CE.

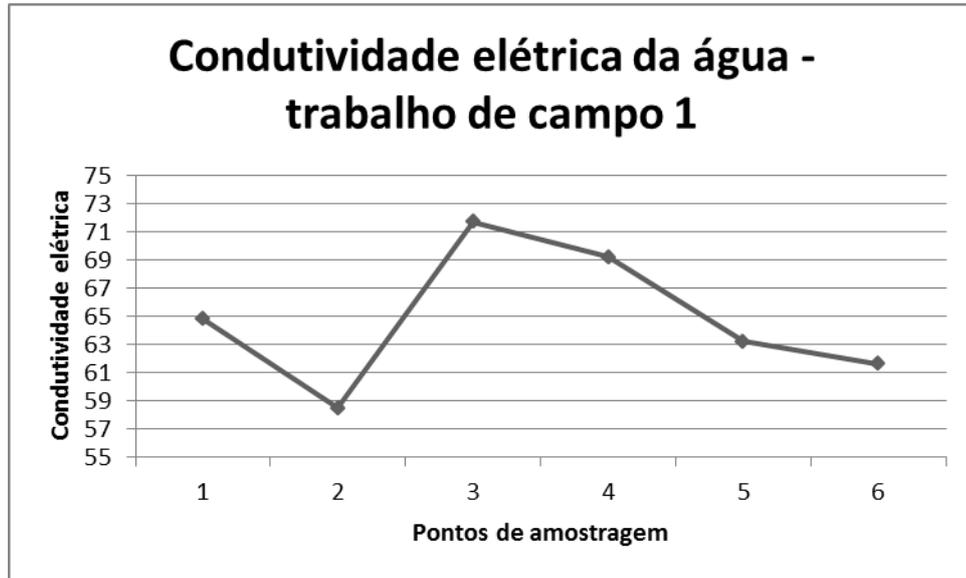


Figura 31: CE da água no trabalho de campo um
 Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho de 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)



Figura 32: Ponto dois de coleta de outono
 Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho de 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

Já os resultados referentes à segunda amostragem feita em 06 de outubro de 2013 (FIGURA 33) revela que o maior índice encontra-se no ponto um onde o uso é de floresta (FIGURA 34). Os menores índices encontram-se nos pontos quatro e cinco onde o uso é de lavoura e floresta e apenas lavoura respectivamente. Acredita-se que essa grande disparidade do ponto um, em relação aos demais pontos, deu-se por esse encontrar-se com pouquíssima água no ponto de amostragem, diminuindo assim seu fluxo e aumentando a concentração de elementos nessa água, fato que pode ser analisado nos dados de TSD. Desta

forma, resolveu-se por isolar essa amostra e considerar as demais que apresentaram condições semelhantes nas duas oportunidades de amostragem.

Assim, pode-se perceber que o segundo maior ponto de CE, continua sendo o ponto três, confirmando então que o uso combinado de floresta e lavoura tende a aumentar os elementos disponíveis na água também nas altas temperaturas.

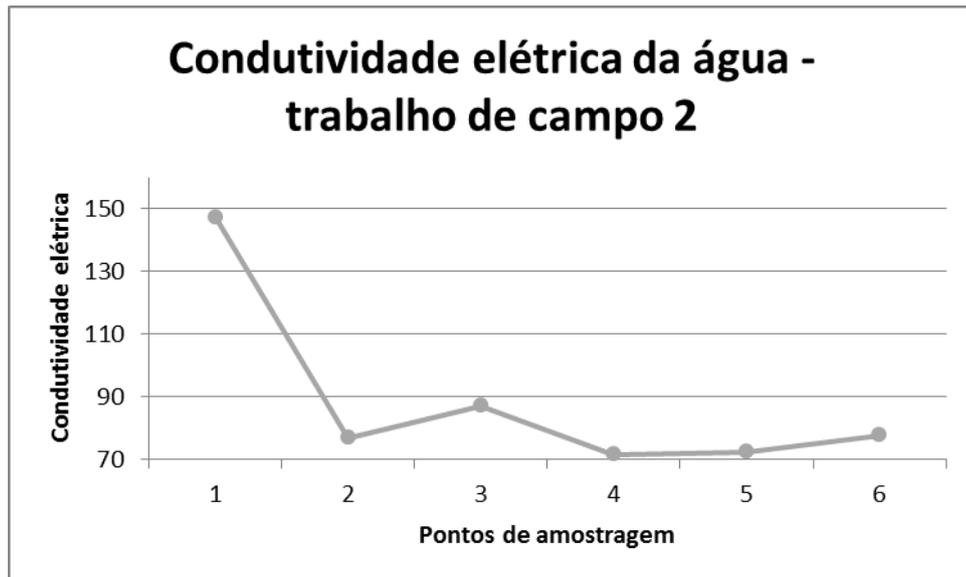


Figura 33: Condutividade elétrica da água no trabalho de campo dois
Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

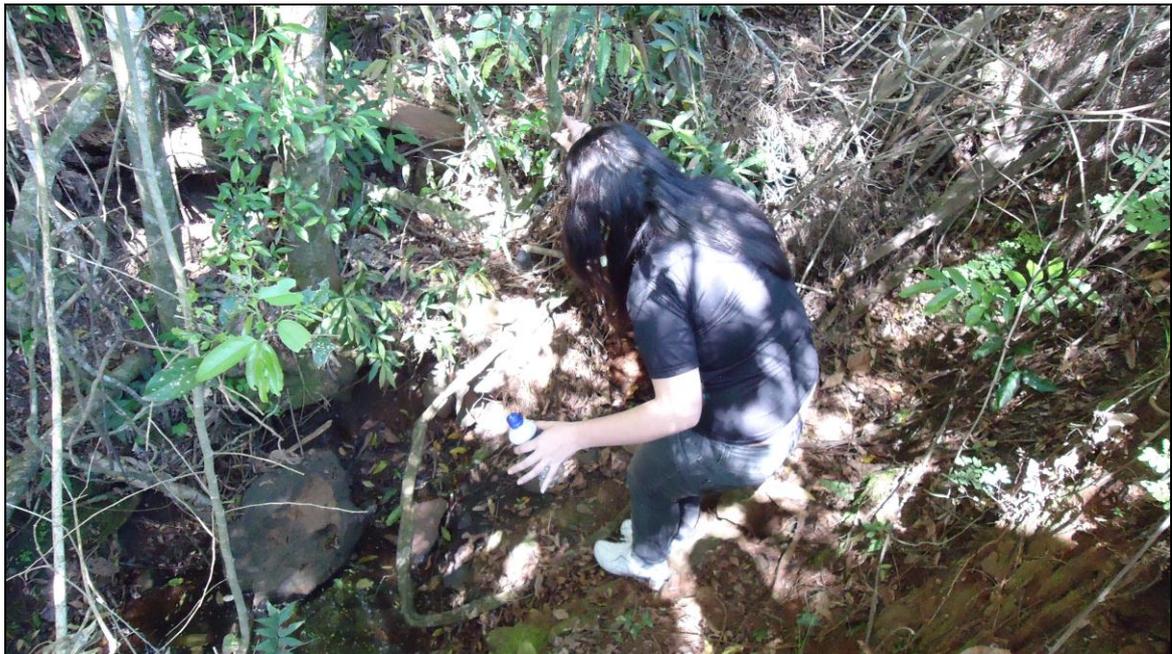


Figura 34: Ponto um de coleta de primavera
Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

Desta forma, pode-se concluir que apesar de no segundo trabalho de campo que ocorreu dia 06 de outubro de 2013, o ponto um, de uso floresta, ter aumentado consideravelmente seu índice pela diminuição de água no ponto de amostragem, os demais índices tiveram pequenas variações em seus valores (FIGURA 35). O ponto de amostra três continuou sendo o mais significativo em relação aos usos da terra. No entanto, o ponto quatro, que na primeira amostragem confirmava que o uso combinado lavoura e floresta aumentavam os índices de CE, passou a ser o menos significativo, indicando que nas condições mais quentes, não é apenas o uso da terra que pode determinar essa condição.

Pode-se concluir então que o uso da terra que mais influencia neste índice que o uso misto de lavoura e floresta que manteve os valores mais significativos tanto na estação fria como na estação quente. A questão da lavoura não permanecer com vegetação durante todo o tempo pode induzir o deslocamento de partículas para o leito do rio, aumentando assim, esse índice. Além disso, percebe-se que o índice de CE não apresenta grandes disparidades nos pontos cinco (FIGURA 36) e seis (FIGURA 37) por serem áreas mais planas, várzea do rio Toropi, e ser onde não há deslocamento expressivo de partículas de solo.

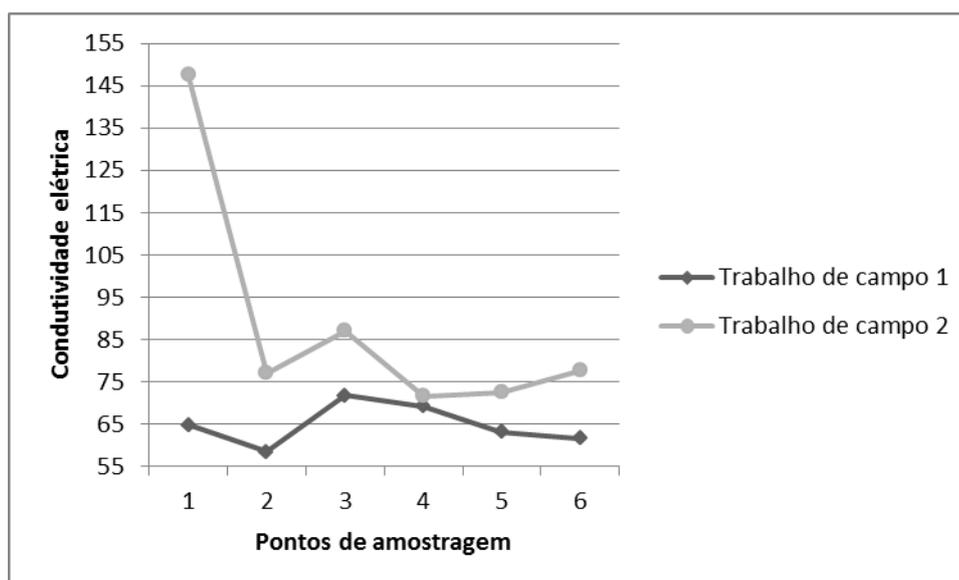


Figura 35: CE da água no trabalho de campo um e dois
 Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho e 06 de outubro 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)



Figura 36: Ponto cinco de coleta de outono
Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho de 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)



Figura 37. Ponto seis de coleta de primavera
Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

4.2.1.3 Potencial de hidrogênio

Tratando-se de dessedentação humana a portaria nº 1469/2000 estabelece que o padrão de potabilidade da água possua um pH que pode variar de seis a nove e meio (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000). No primeiro trabalho de campo, os pontos um (FIGURA 38), dois e três encontram-se fora desses índices (FIGURA 39), já os pontos quatro, cinco e seis (FIGURA 40) encontram-se dentro desses limites desejáveis.



Figura 38: Ponto um de coleta de outono
 Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho de 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

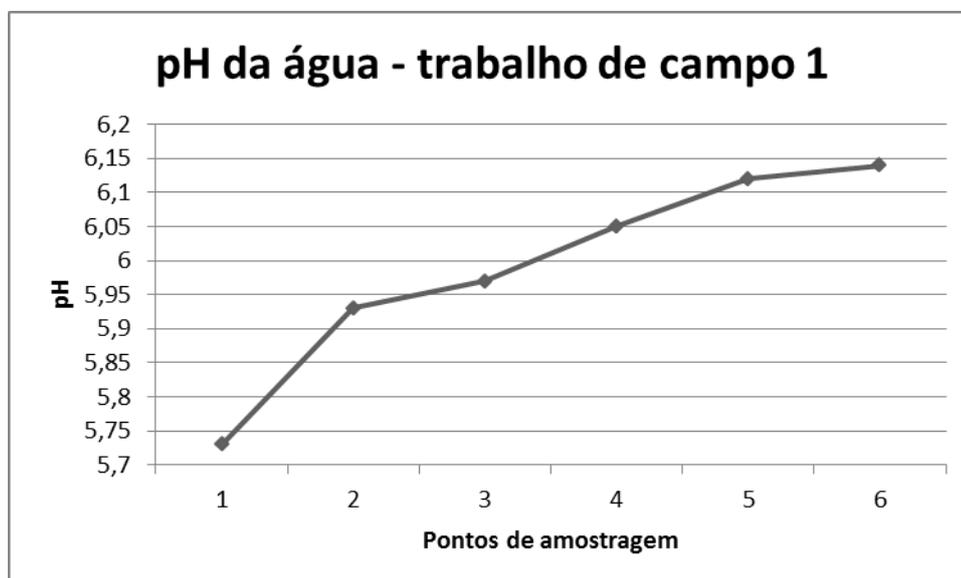


Figura 39: pH da água no trabalho de campo um
 Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho de 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)



Figura 40: Ponto seis de coleta de outono
 Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho de 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

Já os índices de pH do segundo trabalho de campo encontram-se todos dentro dos limites indicados pela Ministério da Saúde a respeito da qualidade da água própria para consumo humano (FIGURA 41). Os dados apresentam o pH como ácido, com índices inferiores a sete.

O ponto de coleta com pH mais alto é o ponto cinco (FIGURA 42) com índice de 6,59, já o mais baixo é o índice do ponto um (6,2) seguido pelo ponto dois (6,39) (FIGURA 43), crescendo assim sucessivamente, havendo queda dos índices apenas no ponto seis.

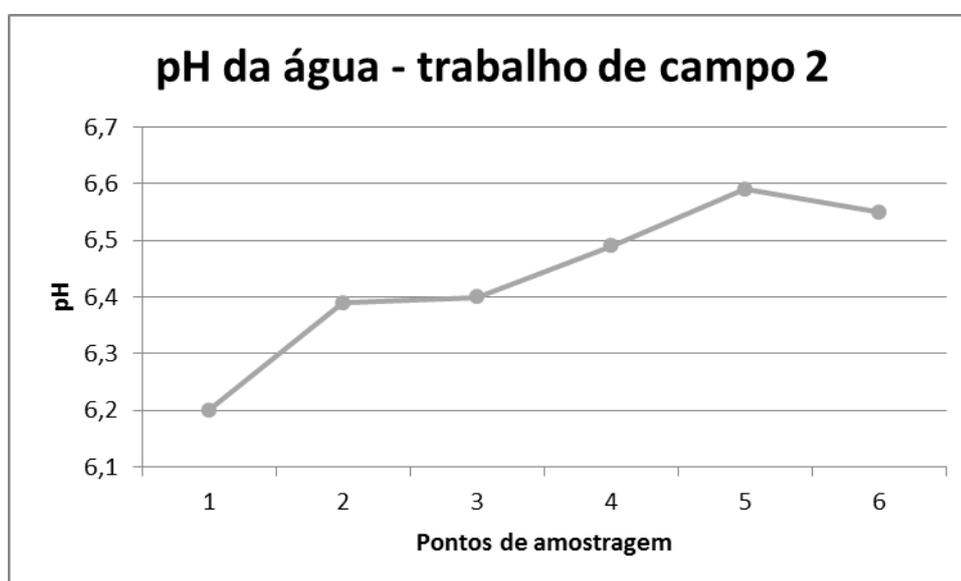


Figura 41: pH da água no trabalho de campo dois
Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)



Figura 42: Ponto cinco de coleta de primavera
Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)



Figura 43: Ponto dois de coleta de primavera
Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

Desta forma, pode-se concluir que nas estações quentes, menos chuvosas, primavera e verão, os índices de pH em todos os pontos amostrados encontram-se em condições próprias para a dessedentação humana, mas nas estações frias, nem todos os pontos são indicados para esse fim, uma vez que os três primeiros pontos possuem índices de pH inferiores a seis, limite mínimo recomendado (FIGURA 44). Além disso, os índices de pH são superiores, em todos os pontos de coleta, nas estações quentes em relação as frias, sendo que o ponto de maior índice da estação fria, ainda é inferior que o menor índice da estação quente.

O pH não é o único índice que define a potabilidade da água, mas esses compõem uma série de parâmetros que condicionam a esse fim. Existem parâmetros físico-químicos que também devem ser analisados a fim de definir a presença de minerais nas águas destinadas ao consumo humano como ferro, manganês, carbonatos e sulfatos, cloro, alumínio, cromo, cádmio, fenóis, etc.

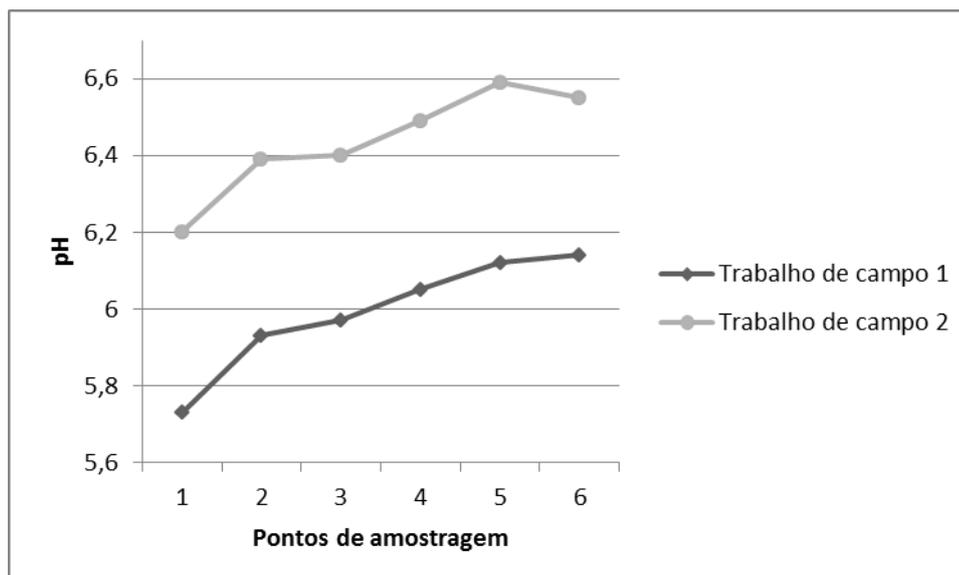


Figura 44. pH da água no trabalho de campo um e dois
 Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho e 06 de outubro 2013 e
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

4.2.1.4 Total de sólidos dissolvidos

O índice de TSD possui na bibliografia consultada, o limite de 500mg/l como máximo recomendado para a dessedentação humana. Neste caso, nem os testes realizados no outono (FIGURA 45), nem mesmo os realizados na primavera (FIGURA 46) chegam próximo a esse limite, indicando assim, que tratando-se que TSD, a condição para a consumo de água é favorável.

O limite mais elevado na amostragem de outono se dá no ponto três (FIGURA 47) e quatro (FIGURA 48) ambos com usos mistos de floresta e lavoura, já o menor se dá no ponto dois com uso misto de floresta e campo.

Já nas amostragens de primavera, existe a condição do ponto um, esse particular que a CE e o TSD são excepcionais, dado pela baixa quantidade de água no ponto da amostragem. Isolando-se esse caso, os pontos de maior índice de TSD se dá no ponto três (FIGURA 49) e o menor no ponto quatro (FIGURA 50), apesar de apresentarem os mesmos usos, indicando assim como nas amostragens de CE que não é apenas o uso da terra que determina esse índice.

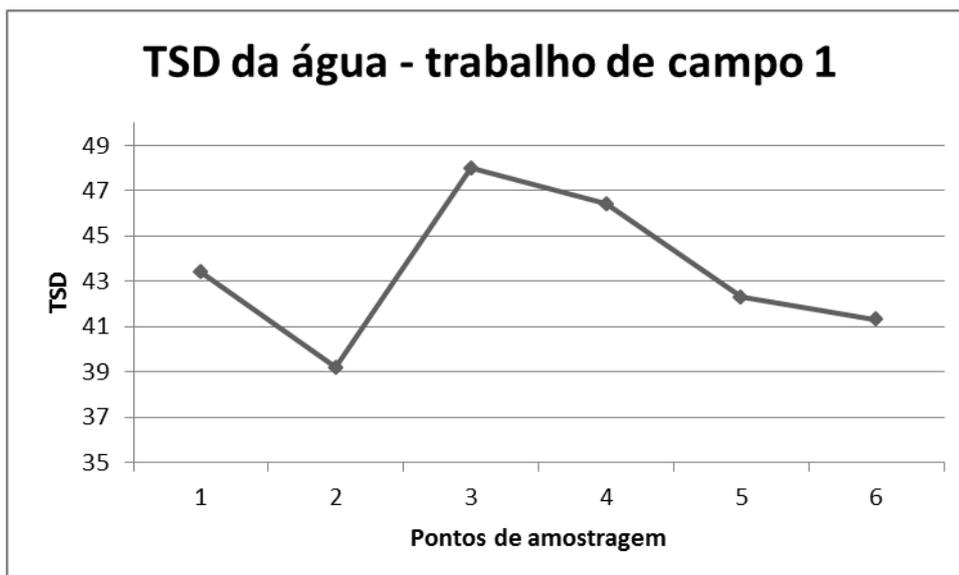


Figura 45: TSD da água no trabalho de campo um
Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho de 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

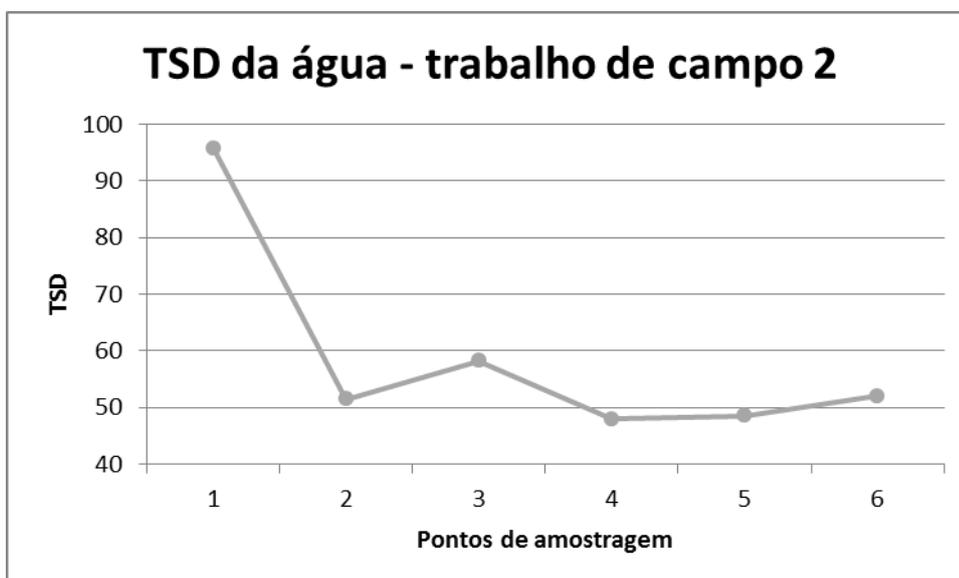


Figura 46: TSD da água no trabalho de campo dois
Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)



Figura 47: Ponto três de coleta de outono
Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho de 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)



Figura 48: Ponto quatro de coleta de outono
Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho de 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)



Figura 49: Ponto três de coleta de primavera
Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)



Figura 50: Ponto quatro de coleta de primavera
 Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

Desta forma, pode-se concluir que apesar de haver um ponto extremo na amostragem da estação menos chuvosa, ela ainda é muito inferior ao limite proposto ao consumo humano. Desta forma, pode-se afirmar que tanto nas análises realizadas no outono quanto na primavera (FIGURA 51), esse índice indica condições de potabilidade da água, sugerindo que animais e pessoas podem consumir as águas do arroio.

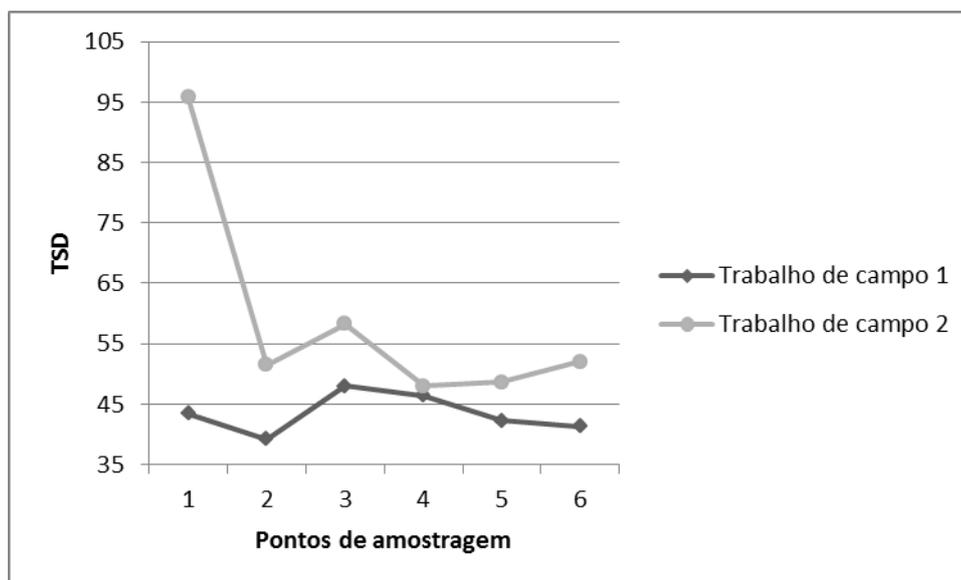


Figura 51: TSD da água no trabalho de campo um e dois
 Fonte: Trabalho de campo – 20 de junho e 06 de outubro 2013 e
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de. (2014)

4.2.2 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 solo. 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 dos 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 três, quatro, uso da terra combinado lavoura e floresta, cinco e seis, uso da terra lavoura, de coleta. 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.

4.2.2.1 Teste um

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 52). 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 indicam 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 .

Além disso, nesse local de teste havia caminhos indicando a presença frequente de animais e pessoas (FIGURA 53), 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 52: Teste de resistência à penetração no ponto três de coleta e;

Figura 53: Indicação de caminhos no local próximo ao teste

Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

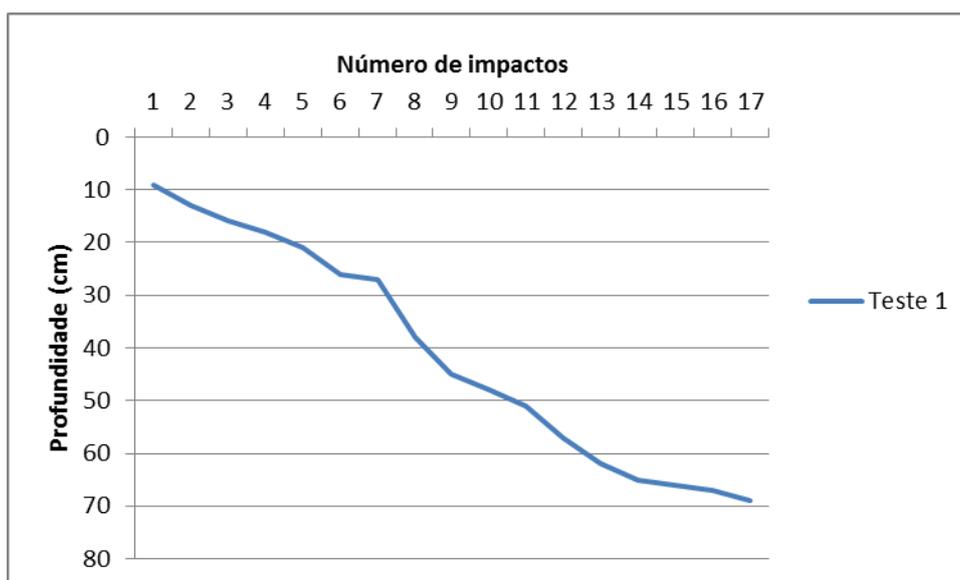


Figura 54: Teste de resistência à penetração no ponto três de coleta

Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Esse teste, juntamente com o teste três, foram os quais mais apresentaram resistência à penetração. Indicando desta forma que esse ponto a montante da foz do Arroio Ribeirão é um dos pontos que necessitam de intervenção a fim de garantir uma melhor qualidade da água deste arroio.

4.2.2.2 Teste dois

O segundo teste deu-se nas coordenadas 29° 34' 20,7" S e 54° 11' 24,1" O e 175 metros de altitude (FIGURA 55). 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 56).

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 55: Teste de resistência à penetração no ponto quatro de coleta
Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

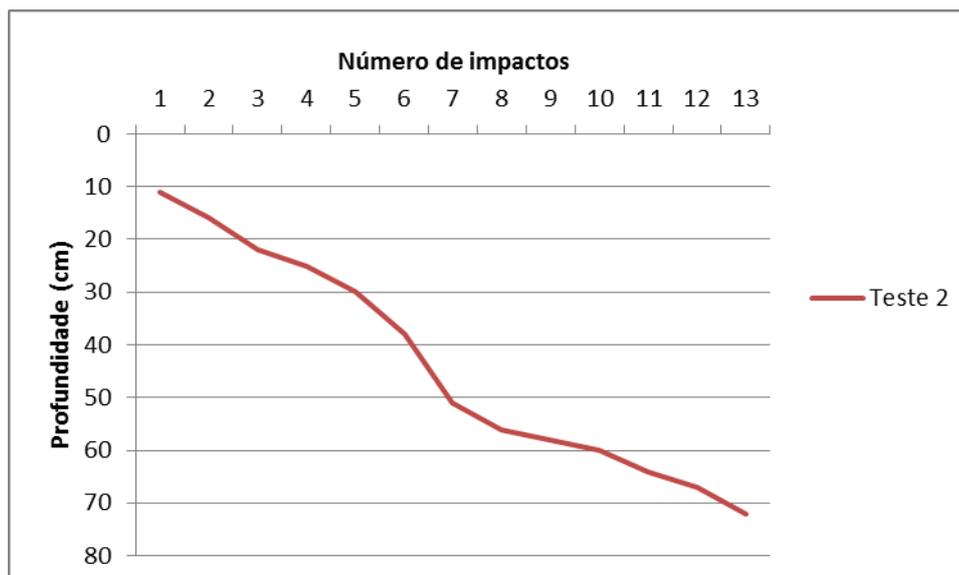


Figura 56: Teste de resistência à penetração no ponto quatro de coleta
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

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.

4.2.2.3 Teste três

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 57). 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 onde foram necessários três impactos para o instrumento atingir seis centímetros de solo (FIGURA 58).

O uso desse solo, 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 a 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 57: Teste de resistência à penetração no ponto cinco de coleta
 Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

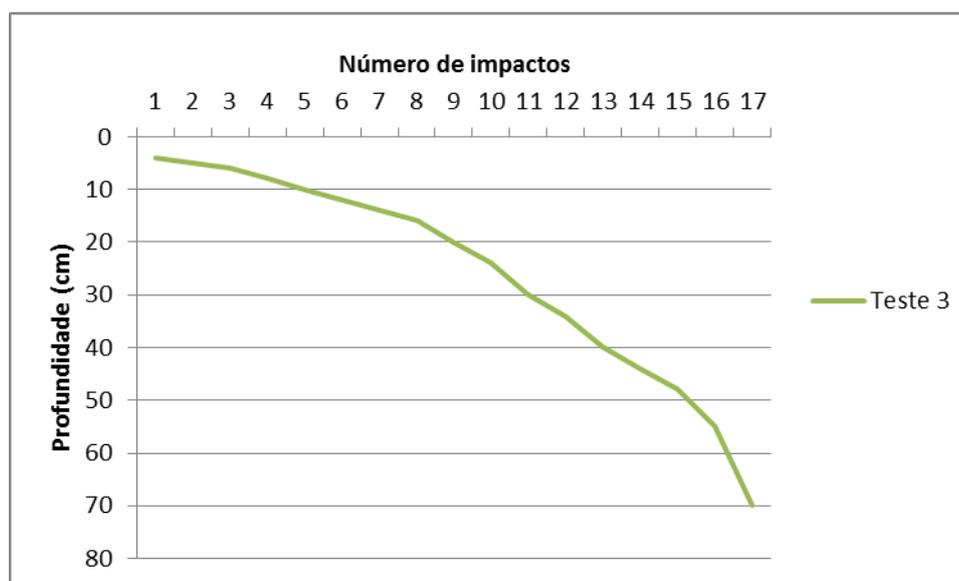


Figura 58: Teste de resistência à penetração no ponto cinco de coleta
 Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

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 é 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, é necessária a intervenção também neste ponto a fim de evitar um maior degradação dessa superfície em possíveis processos de erosão.

4.2.2.4 Teste quatro

O quarto teste deu-se nas coordenadas $29^{\circ} 32' 43,6''$ S e $54^{\circ} 17' 09,9''$ O e a altitude de 97 metros (FIGURA 59). 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 60). O uso do solo 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 59: Teste de resistência a penetração no ponto seis de coleta
Fonte: Trabalho de campo – 06 de outubro 2013
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

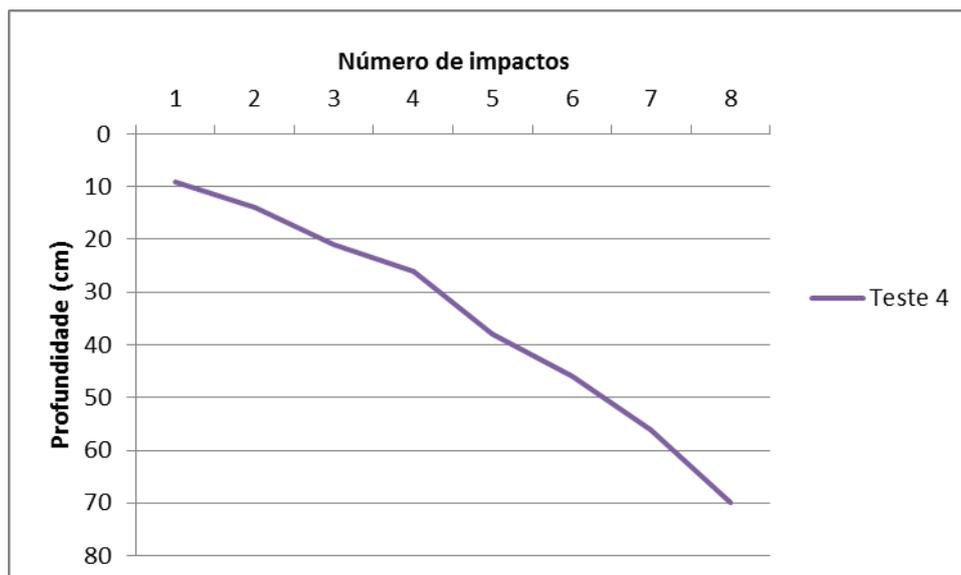


Figura 60: Teste de resistência a penetração no ponto seis de coleta
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

Assim, pode-se afirmar que esse ponto é um dos menos propensos a 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 61 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.

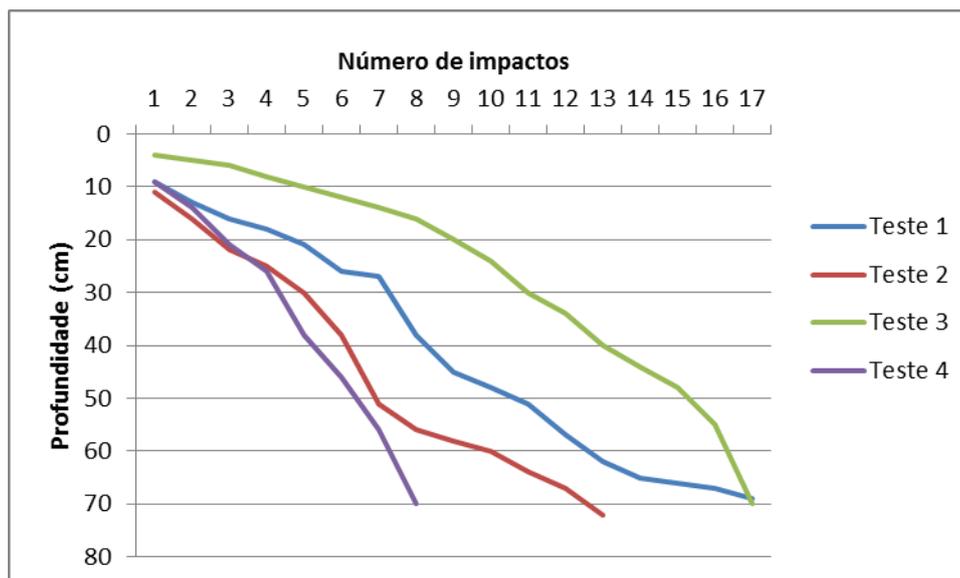


Figura 61: Síntese dos testes de resistência a penetração
Org.: OLIVEIRA, Mariana Xavier de (2014)

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 removendo a camada fértil do solo. Sendo assim, seja para legalização das margens desse arroio, ou para a manutenção da camada fértil dos solos, todos os pontos necessitam de intervenção 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 dessedentação de animais e para a irrigação de cultivos.

5 CONCLUSÃO

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, desta forma perceber em que escala agir, bem como que elementos estruturar para essas ações pode vir a salvar o meio desestruturado.

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

O resultado desta dissertação que aqui se apresenta constitui-se em um exercício intelectual embasado em um posicionamento pessoal específico, e por isso passível de diferentes interpretações. Desta forma, considera-se que:

As declividades são, nessa área, as principais condicionantes em relação ao uso da terra, mais que a legislação vigente;

A hipsometria da área, combinada com a declividade influi no uso da terra, uma vez que as áreas mais altas são também as mais declivosas;

Os principais usos da terra 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;

Tratando-se ainda do uso da terra pouco ele se relaciona com a legislação vigente, uma vez que áreas que deveriam ser de preservação permanente, principalmente ao que se refere às matas ciliares são inexistentes;

A insolação e a quantidade de água disponível são os principais condicionantes ao fator temperatura da água, como já se previa;

Nas estações frias o uso da terra combinado em floresta e lavoura aumentam os índices de CE, o que não ocorre nas estações quentes;

Nas estações frias os índices de pH diminuem, chegando a ficar abaixo no índice mínimo recomendado para a dessedentação humana, o que não ocorre nas estações quentes onde os índices se elevam;

Tanto nas estações quentes como frias, os índices de TSD no arroio Ribeirão ficam dentro dos limites recomendados para consumo humano;

As margens do rio principal encontram-se fora da legislação vigente, não possuindo vegetação ciliar a 30 metros dessas das margens;

Há possibilidade de ocasiões 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.

É evidente que esta pesquisa não deve ser usada 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 essa 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.

REFERÊNCIAS

ANDREIS, Renato Rodolfo; LAVINA, Ernesto Luiz; MINTARDO, Dóris Ketzer; TEIXEIRA, Ana Maria Sá. Considerações sobre os troncos fósseis da formação Caturrita (Triássico Superior) no município de Mata, RS – Brasil. In: XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 4., 1982, Salvador. **Anais eletrônicos...** Disponível em: < http://sbgeo.org.br/pub_sbg/cbg/1982-SALVADOR/CBG.1982.vol.4.pdf >. Acesso em: 08 abr. 2013. P. 1284 a 1292.

BATALHA, Ben-Hur Luttembarck; PARLATORE, Antonio Carlos. **Controle da qualidade da água para consumo humano. Bases conceituais e operacionais.** São Paulo: CETESP, 1977.

BELLO, Fábio Henrique, GUANDIQUE, Manuel Enrique Gamero. Diagnóstico ambiental do meio aquático do Rio Ipanema, Sorocaba/SP. **HOLOS Environment.** v.11, n.2, p. 94 – 105. 2011. Disponível em: < <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/holos/article/view/5617> >. Acesso em 24 abr. 2013.

BERMÚDEZ, Francisco Lopes. Geografía física y conservación de la naturaleza. Murcia. **Papeles de Geografía**, n. 36, p. 133 – 146, 2002. Disponível em: < <http://revistas.um.es/geografia/article/view/46511/44551> >. Acesso em: 01 jun. 2012.

BERTONI, José; LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do solo.** Piracicaba: Livroceres, 1985.

BONATTO, Silvia Maria Paoletto. **Sirgas 2000, quando começar sua utilização?**. 2008. Disponível em: < <http://www.esteio.com.br/downloads/2008/sirgas2000.pdf> >. Acesso em: 21 maio 2013.

BRASIL. Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965. **Presidência da República: casa civil**, Brasília, DF, 15 set. 1965. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm >. Acesso em: 11 nov. 2013.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. **Presidência da República: casa civil**, Brasília, DF, 08 jan. 1997. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9433.htm >. Acesso em: 11 nov. 2013.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Presidência da República: casa civil**, Brasília, DF, 25 maio 2012. Disponível em: <

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm
>. Acesso em: 11 nov. 2013.

COELHO NETTO, Ana L. Hidrologia de encostas na interface com a Geomorfologia. In: Antônio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 93 – 148.

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 >. Acesso em 24 de maio 2013.

COMPANHIA DE PESQUISAS E RECURSOS MINERAIS; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Manual Medição *in loco*: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido**. Disponível em: < http://www.cprm.gov.br/pgagem/manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf >. Acesso em: 20 set. 2012

COSTA. Édio Luiz da; SILVA. Antônio Marciano da; COLOMBO. Alberto; ABREU. Agostinho R. de. Infiltração de água em solo, determinada por simulador de chuvas e pelo método de anéis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campinha Grande, v.3, n.2, p. 131-134. 1999.

CRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2ªed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CHISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem dos sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COGO, Neroli Pedro; DENARDIN, José Eloir; BERTOL, Ildgardis; KOCHHANN, Rainoldo Alberto. Retomada, redefinição e intensificação da pesquisa em erosão do solo no Brasil. In: XV REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

COGO, Neroli Pedro; LEVIEN, Renato; SCHWARZ, Ricardo. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 04, p. 743 – 753, 2003. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832003000400019&script=sci_arttext >. Acesso em: 30 abr. 2013.

COLOMBO, Jose Carlos. **Análise de contaminantes ambientais: sólidos**. 2013. Disponível em: < [http://pessoal.utfpr.edu.br/colombo/arquivos/Solidos\(1\).pdf](http://pessoal.utfpr.edu.br/colombo/arquivos/Solidos(1).pdf) >. Acesso em 23 abr. 2013.

CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia Fluvial. In: Antônio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 211 – 252.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Geomorfologia: Exercício, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

DE BIASI, Mario. **A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção**. Revista do Departamento de Geografia. V.6. São Paulo: USP, 1992.

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.

DUTRA, Denecir de almeida; OSÓRIO, Quelem da Silva; CASSOL, Roberto. Plano de proteção de aquíferos a partir de variáveis ambientais. **RA'E GA - O espaço geográfico em análise**. v. 16, n. 2, p. 129 - 148, 2008. Disponível em: < <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/viewArticle/9108> >. Acesso em : 09 abr. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2005.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

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.

GRANELL-PÉRES, Maria Del Carmen. **Trabalhando geografia com as cartas topográficas**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2001.

GUERRA, Antonio José Teixeira. O início do processo erosivo. In: Antonio José Teixeira Guerra, Antonio Soares da Silva e Rosangela Garrido Machado Botelho (Org.). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 17 – 55.

GUERRA, Antonio Jose Teixeira. Processos erosivos nas encostas. In: Antonio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 149 – 209.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de geomorfologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/geomorfologia/manual_geomorfologia.shtm >. Acesso em: 04 abr. 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 >. Acesso em: 04 abr. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Notas metodológicas**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme/pmemet2.shtm> >. Acesso em 11 nov. 2013

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil dos municípios brasileiros**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: < <http://loja.ibge.gov.br/perfil-dos-municipios-brasileiros-2011.html> >. Acesso em: 04 abr. 2013.

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

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

LEAL, J.C.R. **São Pedro do sul, antigo (registro histórico): 1926-1965**. Santa Maria: Boca do Monte, 1996.

LIBAULT, André. **Os quatro níveis da pesquisa geográfica**. Métodos em questão. n.1. São Paulo, 1971.

LINDMAN, C. A. M; FERRI, M. G. **A vegetação no Rio Grande do Sul**. Belo Horizonte: Editora da Universidade de São Paulo, 1974.

LUZ NETTO, Fausto Miguel da; DANELON, Jean Roger Bombonato; RODRIGUES, Silvio Carlos. Avaliação da qualidade da água e do uso da terra a Bacia Hidrográfica do Córrego Terra Branca – Uberlândia – MG. **Revista Geografia Acadêmica**. v.5, n.2, p. 66 – 75. 2011. Disponível em: < <http://www.rga.ggf.br/index.php?journal=rga&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=163> >. Acesso em: 24 abr. 2013.

MACIEL FILHO, Carlos Leite. **Carta de unidades geotécnicas de Santa Maria – RS**, Carta dos condicionantes a ocupação de Santa Maria – RS. Santa Maria, s. n., 1990. 1 mapa.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 2010.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

MARQUES, José Soares. Ciência Geomorfológica. In: Antônio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 23 – 50.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000**. Disponível em: < http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_1469-00.pdf >. Acesso em 22 abr. 2013.

MOREIRA, Andreise. **Código florestal brasileiro X código estadual do meio ambiente: análise comparativa das normas para definição de áreas de preservação permanente (APPs) no município de Barra Bonita, SC**. 67f.

Monografia. (Especialização em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

MOREIRA, Andreise. **Planejamento ambiental do município de Barra Bonita, SC, na perspectiva das tecnologias de informação geográfica**. 217f. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia e Geociências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

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.

PEREIRA FILHO, Waterloo. **Influência dos diferentes tipos de uso da terra em bacias hidrográficas sobre sistemas aquáticos da margem esquerda do reservatório de Tucuruí – Pará**. 138f. Tese. (Doutorado em Geografia Humana). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PIROLI, Edson Luís; BECKER, Elsbeth Léia Spode; BOLFE, Edson Luis; PEREIRA, Rudiney Soares. Análise do uso da terra na microbacia do Arroio do Meio - Santa Maria – RS, por sistema de informação geográfica e imagem de satélite. **Ciência Rural**, v. 32, n. 3, p. 407 – 413, 2002. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cr/v32n3/a07v32n3.pdf> >. Acesso em: 22 maio 2012.

PORTAL BRASIL. **Geografia**. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/sobre/meio-ambiente/geografia> >. Acesso em: 10 abr. 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO DO SUL. **Leis municipais**: Lei orgânica do municipal. Disponível em:< <http://www.saopedrodosul.org/leis-municipais-36/file/462-lei-orgnica> >. Acesso em: 10 nov. 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO DO SUL. **Secretarias**: secretaria da agricultura e meio ambiente. Disponível em: < <http://www.saopedrodosul.org/secretarias/agricultura-e-meio-ambiente> >. Acesso em 25 nov. 2013.

RADAMBRASIL; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Geomorfologia do Estado do Rio Grande do Sul.** Disponível em: < http://www.fzb.rs.gov.br/novidades/imagens/02_geomorfologia_total_150.pdf >. Acesso em: 12 set. 2013.

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

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches; FRIERZ, 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.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade RS: vegetação.** Disponível em: < http://www.biodiversidade.rs.gov.br/portal/index.php?acao=secoes_portal&id=26&submenu=14 >. Acesso em: 11 nov. 2013.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GESTÃO E PARTICIPAÇÃO CIDADÃ. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul.** Disponível em: < <http://www1.seplag.rs.gov.br/atlas/default.asp> >. Acesso em: 05 abr. 2013.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Formação Botucatu.** Disponível em: < http://www.cprm.gov.br/Aparados/ap_geol_pag04.htm >. Acesso em: 09 abr. 2013.

SHIBA, Marcelo Hiroshi; SANTOS, Rosangela Leal; QUINTANILHA, José Alberto; KIM, Hae Yong. 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.

SOUZA, Bernardo Sayão Penna e. **Qualidade da água em Santa Maria-RS: Uma análise ambiental das sub bacias hidrográficas dos rios Ibicuí Mirim e Vacacaí Mirim.** 2001. 234f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

STRASSBURGER, Luciane. **Uso da terra em bacias hidrográficas do Rio do Peixe (SC) e do Rio Pelotas (RS/SC) e sua influência na limnologia do reservatório da UHE – ITÁ (RS/SC)**. 138f. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia e Geociências). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

TÁPIA, Brasínicia Tereza. **As condições ambientais da Microbacia Hidrográfica do Lajeado da Represa, município de Marcelino Ramos/RS**. 100f. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia e Geociências). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

VIANNA, William Barbosa; GIFFHORN, Edilson; FERREIRA, Nubia Alves de Carvalho; PALADINI, Edson Pacheco. Identificação de indicadores para a avaliação estratégica de qualidade ambiental- Caso Fosfertil. **Revista Sistema e Gestão**. v. 4, n. 2, p. 108 – 121, 2009. Disponível em: <<http://www.uff.br/sg/index.php/sg/search/authors/view?firstName=William&middleName=Barbosa&lastName=Vianna&affiliation=UFSC&country=BR>>. Acesso em 24 abr. 2013.

WERLANG, Mauro Kumpfer. **Configuração da rede de drenagem e modelado do relevo: Conformação da paisagem na zona de transição da Bacia do Paraná na Depressão Central do Rio Grande do Sul**. 207f. Tese (Pós-Graduação em Ciência do Solo), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

ANEXOS

Anexo A. Ficha de campo.

FICHA DE CAMPO

PONTO 1

COORDENADAS:	29° 34' 22,6" S	54° 10' 27,35" O
TEMPERATURA:	15° C	
CONDUTIVIDADE:	64,8	
ALTITUDE:	225 M	
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO	5,73	
TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDO	43,4	

COORDENADAS:	29° 34' 22,6" S	54° 10' 27,35" O
TEMPERATURA:	15° C	
CONDUTIVIDADE:	147,5	
ALTITUDE:	225 M	
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO	6,20	
TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDO	95,8	

PONTO 2

COORDENADAS:	29° 34' 20,7" S	54° 11' 24,1" O
TEMPERATURA:	13° C	
CONDUTIVIDADE:	58,5	
ALTITUDE:	184 M	
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO	5,93	
TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDO	39,2	

COORDENADAS:	29° 34' 20,7" S	54° 11' 24,1" O
TEMPERATURA:	16° C	
CONDUTIVIDADE:	77,0	
ALTITUDE:	184 M	
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO	6,39	
TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDO	51,5	

PONTO 3

COORDENADAS:	29° 34' 02,6" S	54° 13' 20,9" O
TEMPERATURA:	12,5° C	
CONDUTIVIDADE:	71,7	
ALTITUDE:	175 m	
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO	5,97	
TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDO	48,0	

COORDENADAS:	29° 34' 02,6" S	54° 13' 20,9" O
TEMPERATURA:	17°C	
CONDUTIVIDADE:	87,1	
ALTITUDE:	175 m	
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO	6,40	

TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDO	58,3
-----------------------------	------

PONTO 4

COORDENADAS:	29° 33' 46,1" S	54° 14' 27,6" O
TEMPERATURA:	13° C	
CONDUTIVIDADE:	69,2	
ALTITUDE:	155 m	
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO	6,05	
TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDO	46,4	

COORDENADAS:	29° 33' 46,1" S	54° 14' 27,6" O
TEMPERATURA:	17° C	
CONDUTIVIDADE:	71,6	
ALTITUDE:	155 m	
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO	6,49	
TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDO	48,0	

PONTO 5

COORDENADAS:	29° 33' 16,7" S	54° 15' 58,5" O
TEMPERATURA:	13,° C	
CONDUTIVIDADE:	63,2	
ALTITUDE:	107 m	
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO	6,12	
TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDO	42,3	

COORDENADAS:	29° 33' 16,7" S	54° 15' 58,5" O
TEMPERATURA:	16,° C	
CONDUTIVIDADE:	72,5	
ALTITUDE:	107 m	
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO	6,59	
TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDO	48,6	

PONTO 6

COORDENADAS:	29° 32' 43,6" S	54° 17' 09,9" O
TEMPERATURA:	13° C	
CONDUTIVIDADE:	61,6	
ALTITUDE:	97 m	
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO	6,14	
TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDO	41,3	

COORDENADAS:	29° 32' 43,6" S	54° 17' 09,9" O
TEMPERATURA:	17° C	
CONDUTIVIDADE:	77,7	
ALTITUDE:	97 m	
POTENCIAL DE HIDROGÊNIO	6,55	
TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDO	52,0	