

**ESTUDO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS ATRAVÉS DOS PARÂMETROS  
LIMNOLÓGICOS, FÍSICO E ANTRÓPICOS DA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA  
DO ARROIO INHAMANDÁ NO MUNICÍPIO DE  
SÃO PEDRO DO SUL/RS**

Bernardo Sayão Penna e Souza, Autor, Prof. Dr. Dep. Geociências - CCNE/UFSM,  
[bernardosp@yahoo.com.br](mailto:bernardosp@yahoo.com.br);

Mariana Xavier de Oliveira, Co-autora, Acadêmica do curso de Geografia/Licenciatura -  
CCNE/UFSM.  
[mxavieroliveira@gmail.com](mailto:mxavieroliveira@gmail.com)

São Pedro do Sul tem sua economia com bases agropecuárias. Conforme Orellana (1981) os processos econômicos sociais se relacionam com os recursos naturais, e se tornam recursos à medida que cresce a necessidade do homem sobre eles. Sendo assim, tem-se como objetivo geral estudar as condições ambientais através dos parâmetros limnológicos, físicos e antrópicos da micro bacia do arroio Inhamandá, no município de São Pedro do Sul. Como parâmetros físicos buscou-se caracterizar os aspectos geomorfológicos (declividade, hipsometria), geológicos, pedológicos, hidrografia e uso da terra, a fim de comparar esses aspectos visando obter a análise ambiental. Os materiais utilizados na confecção do trabalho foram: a carta topográfica de São Pedro do Sul (folha SH. 21-X-D-VI-2), a imagem de satélite TM Landsat 5 (09/02/2010). Os mapas foram gerados com a utilização do aplicativo SPRING 4.3.3. Os mapas hipsométrico, de declividade e de uso do solo formaram um banco de dados georreferenciados da área. A geologia da área caracteriza-se pelo predomínio da Formação Serra Geral e Formação Santa Maria, e os solos são: Neossolo, Gleissolo, Argissolos e Alissolo. Os diferentes usos de solo estão intimamente ligados à qualidade da água.

Palavras chave: Análise ambiental; Arroio Inhamandá; Bacia Hidrográfica.



## **STUDY OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS THROUGH LIMNOLOGICAL, PHYSICAL AND ANTHROPIC PARAMETERS OF ARROIO INHAMANDÁ HIDROGRAPHIC MICRO BASIN, SÃO PEDRO DO SUL/RS**

São Pedro do Sul city has its economy with agricultural bases. According to Orellana (1981) social economic processes related to natural resources, and become resources as it grows the need of man about them. It has been aimed at investigating the environmental conditions through the limnological parameters, physical and man-made micro Inhamandá stream basin, in São Pedro do Sul. How physical parameters we sought to characterize the geomorphology (slope, hypsometric), geological, soil, hydrology and land use, in order to compare these aspects to obtain the environmental analysis. The materials used in the study were: a topographic map of Sao Pedro do Sul (SH sheet. XD-21-VI-2), the image of Landsat 5 TM (09.02.2010) released by INPE. The maps were generated using the application SPRING 4.3.3. Topographic maps, slope and land use formed a georeferenced database of the area. The geology of the area is characterized by the predominance of the Serra Geral Formation and Santa Maria, and the soils are Entisols, Ultisol, and Ultisols Alissolo. The different land uses are closely linked to water quality.

Keywords: Environmental analysis; Arroyo Inhamandá;

### **1-INTRODUÇÃO**

A Geografia tem como objetivo estudar a distribuição espacial dos fenômenos, bem como as relações do homem com o meio. Um dos temas centrais da ciência geográfica é a relação do homem com a natureza, sendo o homem moldado por sua dinâmica (Naturalismo), sendo capaz de transformá-la (Possibilismo). Desse modo, a análise espacial torna-se muito importante, pois através dela compreende-se as dinâmicas físicas e sociais do meio.



A micro-bacia do Arroio Inhamandá, localiza-se no município de São Pedro do Sul, que se situa na região central do estado do Rio Grande do Sul, possuindo 874 km<sup>2</sup> (IBGE, 2009) e uma população de 16.613 (IBGE, 2007). Limita-se ao norte com os municípios de Toropi e Quevedos, ao sul com Santa Maria e Dilermando de Aguiar, a leste com São Martinho da Serra e a oeste com os municípios de São Vicente do Sul e Cacequi.

Desde que o homem passou a produzir seus alimentos começou a transformar a paisagem, adaptando-a a seu novo modo de vida. Com isso passou a reorganizar o meio, visando explorar assim o máximo de suas potencialidades.

Com o passar dos anos, e com a evolução da produção capitalista, passou a produzir excedentes visando à venda dessa produção adicional, aumentando assim sua área de produção, processo esse que remete à dependência por recursos naturais (água e solo) para sua sustentação. Desta forma, segundo Souza (1996, p.3),

considerando que a degradação do meio ambiente se dá pela forma com que o homem interfere na natureza, é necessário fazer-se um estudo que se preocupe com o tipo de uso que o homem local faz da superfície que ocupa, além de considerar os mais diversos fatores naturais que facilitem ou dificultem a ação deste homem no processo de extração desses recursos necessários à sua manutenção enquanto ser biológico e social.

A micro-bacia do Arroio Inhamandá localiza-se na área rural do município de São Pedro do Sul/RS. Possui uma área de aproximadamente 14000 ha, cujo rio que lhe dá nome é um dos afluentes do Rio Ibicuí-Mirim. Possui significativa importância para a economia do município uma vez que é um dos responsáveis pela irrigação da produção de arroz e também de outras culturas, bem como pela dessedentação de animais.

Segundo o IBGE (2007) o município de São Pedro do Sul possui 1258 estabelecimentos agropecuários, sendo as atividades agropecuárias fonte de sua economia.

Municípios que possuem sua economia voltada quase que exclusivamente para as atividades primárias, dependem das condições naturais para que sua produção atinja resultados satisfatórios. Condições como clima, e litologia não podem ser alterados pela



necessidade do ser humano. Dessa forma, são as culturas que devem se adaptar a esses condicionantes impostos. Já condições como drenagem e cobertura vegetal, esses sim, podem ser modificados, dependendo da necessidade de cada um. Por exemplo, um rio pode ser transposto para que suas águas cheguem até uma lavoura, ou a cobertura vegetal pode ser removida para dar lugar a plantações de soja, cana-de-açúcar ou arroz.

Há fatores que condicionam a alocação ou não de culturas em uma região. Um deles é sua condição topográfica. Segundo De Biasi (1992) o Código Florestal brasileiro limita em 12% de declividade o limite máximo de mecanização da agricultura, desta forma, identificar as declividades de uma área se torna fundamental para se possa implantar uma cultura que necessite ou não de máquinas para seu plantio ou colheita.

## 2-MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento de dados acerca dos aspectos geomorfológicos (declividade, hipsometria), geológicos, pedológicos, e de vegetação. O uso da terra foi detectado através da interpretação da imagem de satélite.

As cartas de declividade, hipsométrica, bem como de uso da terra foram feitas no Software SPRING 4.3.3, nos aplicativos: IMPIMA, para a alocação de bandas da carta topográfica que abrange o arroio, SPRING para o georreferenciamento da carta e confecção dos mapas, e SCARTA e COREL DRAW 12 para a edição dos mapas. Nessa etapa foram criados Planos de Informação (PI's) referentes à delimitação da área da micro bacia, às curvas de nível, à drenagem, e às estradas. Os intervalos de classe usados na Carta Hipsométrica foram: 0-100 m; 100-200 m; 200-300 m; 300-400 m e > 400 m.

Com a base cartográfica passou-se à elaboração da Carta de Declividades. Com as curvas de nível e pontos cotados da micro bacia já digitalizados, por meio do modelo de dados MNT (Modelo Numérico do Terreno), gerou-se as grades triangular e retangular para, assim, elaborar a Carta Clinográfica. Então, no fatiamento, atribuiu-se os valores das classes de declividade, de acordo com De Biasi (1992): de 0 – 5 %; 5 – 12%; entre 12 – 30%; 30 – 47%, e > 47%.



Para a elaboração da carta de Uso da Terra, foi feito o *download* das imagens do satélite LANDSAT 5, bandas 1, 2, 3, 4 e 5. Após a importação da imagem para o banco de dados do aplicativo SPRING, na categoria Imagem, foi feita uma classificação supervisionada do tipo MAXVER, para a qual foram atribuídas as categorias, floresta, campo, agricultura, água, e sombra, para as amostras coletadas, além de uma classe denominada de área não classificada.

A coleta de amostras de água se deu no dia 26 de março de 2010, no período da tarde. Neste foram coletadas quatro amostras de água do Arroio Inhamandá. Com o termômetro INCOTERM L-006/06 foi coletada a temperatura da água na hora da coleta da amostra deixando-o mergulhado por cerca de dois minutos para se obter precisão. Com o pHmetro D-55 (HORIBA/NAVI@Ph) foram obtidos os índices do pH (Potencial de Hidrogênio) e do OD (Oxigênio dissolvido), com o Condutivímetro ORION: COND CELL 011510 (modelo 115 A+) foi obtido o índice de CE (Condutividade Elétrica). A temperatura e o pH foram obtidos *in loco*, diferentemente da CE que foi obtida em laboratório. Para a obtenção dos dados de pedologia e geologia usou-se o Mapa Semi detalhado de São Pedro do Sul Klant et AL (2001) e Huber (2008), respectivamente.

### 3-RESULTADOS E DISCUSSÕES

A caracterização ambiental da micro bacia constituiu-se da representação dos diferentes aspectos físicos, tais como: vegetação, hidrografia, distribuição de litologias e de solos, além das declividades, da hipsometria, além das informações sobre o uso da terra.

A micro bacia do Arroio Inhamandá tem o predomínio da vegetação de campos caracterizada pelo domínio de gramíneas. Há na área norte a presença de florestas, sendo essas localizadas nas maiores altitudes e declividades mais acentuadas da micro bacia e nas margens do rio principal.

A rede de drenagem é constituída pelo Arroio Inhamandá, como rio principal (de ordem 3, segundo a classificação de Strahler) e seus afluentes. Há predominância de canais de maior ordem (ordem 2) na porção oeste da bacia, ou seja, na margem direita do rio principal, onde há predomínio de solos mais argilosos, evidenciando uma menor infiltração e um maior



escoamento superficial da água das chuvas. Já na porção leste (margem esquerda do arroio Inhamandá) predominam os rios de primeira ordem, onde as texturas arenosas dos solos favorecem a infiltração da água.

O padrão de drenagem, que apresenta o traçado do conjunto dos talwegues da bacia hidrográfica em questão, está intimamente relacionado às características geológicas da área, sendo, portanto, importante elemento interpretativo. Na micro bacia do Inhamandá tem-se o predomínio do padrão dendrítico. Na porção oeste predomina este padrão, contudo, na parte leste nota-se um certo paralelismo entre os canais associado a um aspecto retangular dos canais (Figura 1).

A geologia da área apresenta morros residuais de predominância de rochas efusivas básicas e ácidas, Formação Serra Geral (basaltos e riolitos). No rebordo do Planalto há predominância do basalto (da Formação Serra Geral), considerando que na porção inferior da encosta podem-se encontrar materiais sedimentares da erosão do basalto e do arenito. Na depressão periférica há presença de siltitos e argilitos do Membro Alemoa da Formação Santa Maria, e também materiais coluviais resultados de movimentos de massa bastante pedregosos (Huber, 2008).

Em relação à pedologia da área, tem-se associação Neossolo Quartzênico Órtico + Gleissolo Melânico Eutrofico (ambos tipo A moderado; fase relevo plano). Parte oeste da bacia Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Abruptico (A moderado, textura arenosa/ argilosa; fase relevo suave ondulado) e também Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Arenico (A moderado, textura arenosa/ média; fase relevo suave ondulado). Na parte Noroeste Alissolo Crômico Húmico Câmbico (A proeminente, textura arenosa/ média; fase relevo suave ondulado). Porção leste Alissolo Hipocrômico Argilúvico Abrúptico (A proeminente, textura arenosa media; fase relevo suave ondulado) (Klant et AL, 2001).

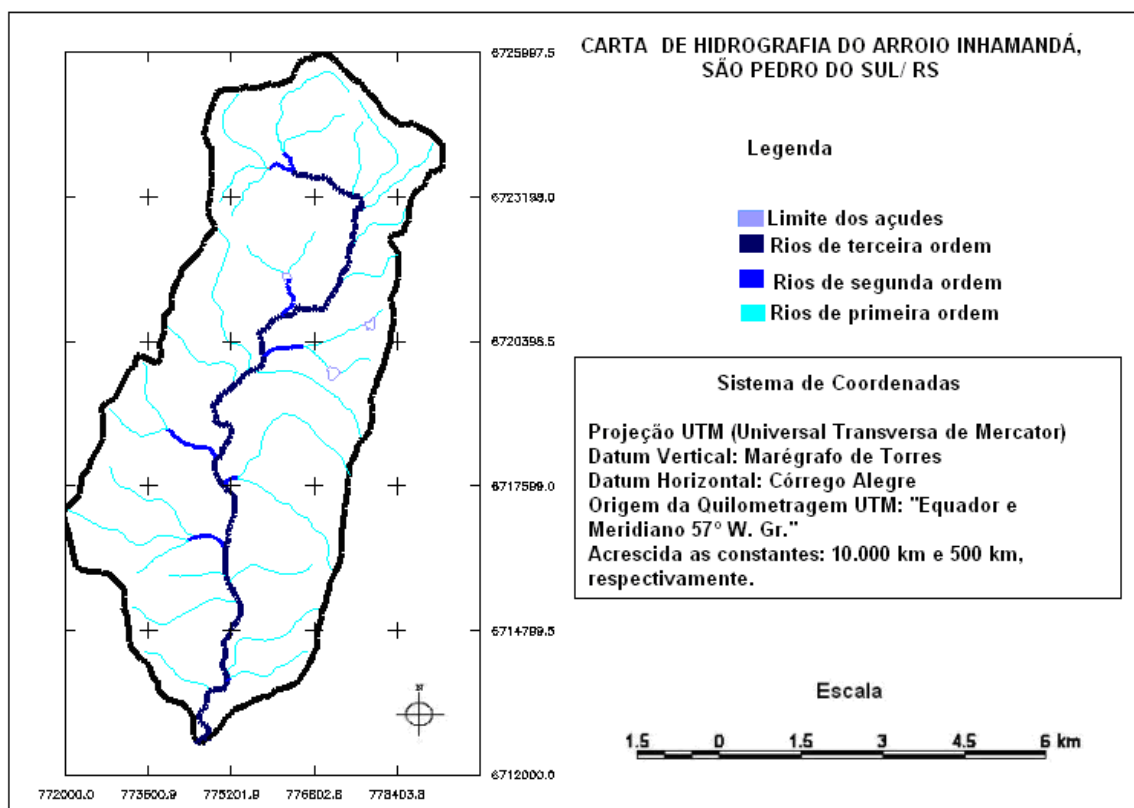


Figura 1. Carta da hidrografia.

que se refere às inclinações das vertentes. analisar morfologia do relevo no

Percebe-se que no setor mais a norte da bacia hidrográfica, as declividades são mais acentuadas apresentando áreas com vertentes maiores de 47%, devido a resquícios do rebordo do planalto que se estende até a região. Segundo De Biasi (1991), declividades acima de 12% já não suporta o processo de mecanização da agricultura, logo não há presença de culturas na região. De 30% a 47% fixa-se o limite de corte raso, e a partir de 47% o código florestal não permite a derrubada de árvores. A maior parte da bacia possui área de até 5% de declividade.

Desta forma há uma maior suscetibilidade à erosão na parte norte da bacia, tipo desestabilização de vertentes.

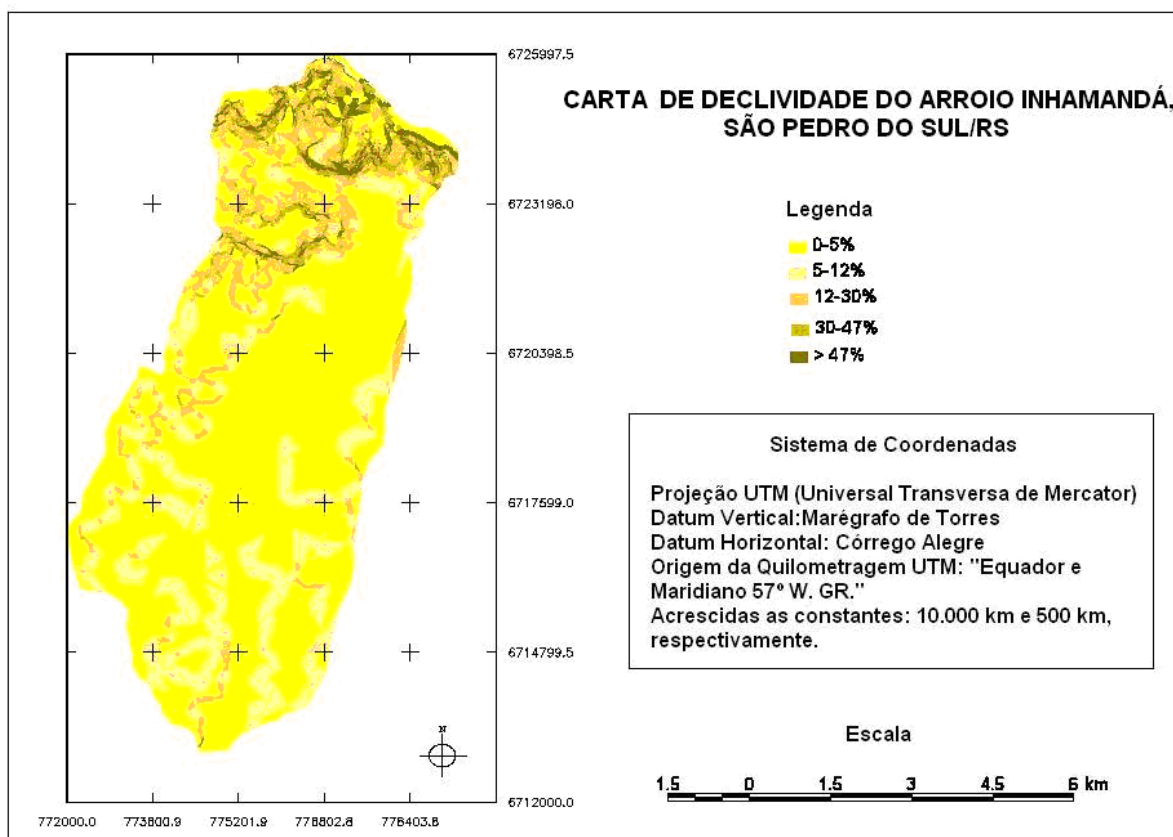


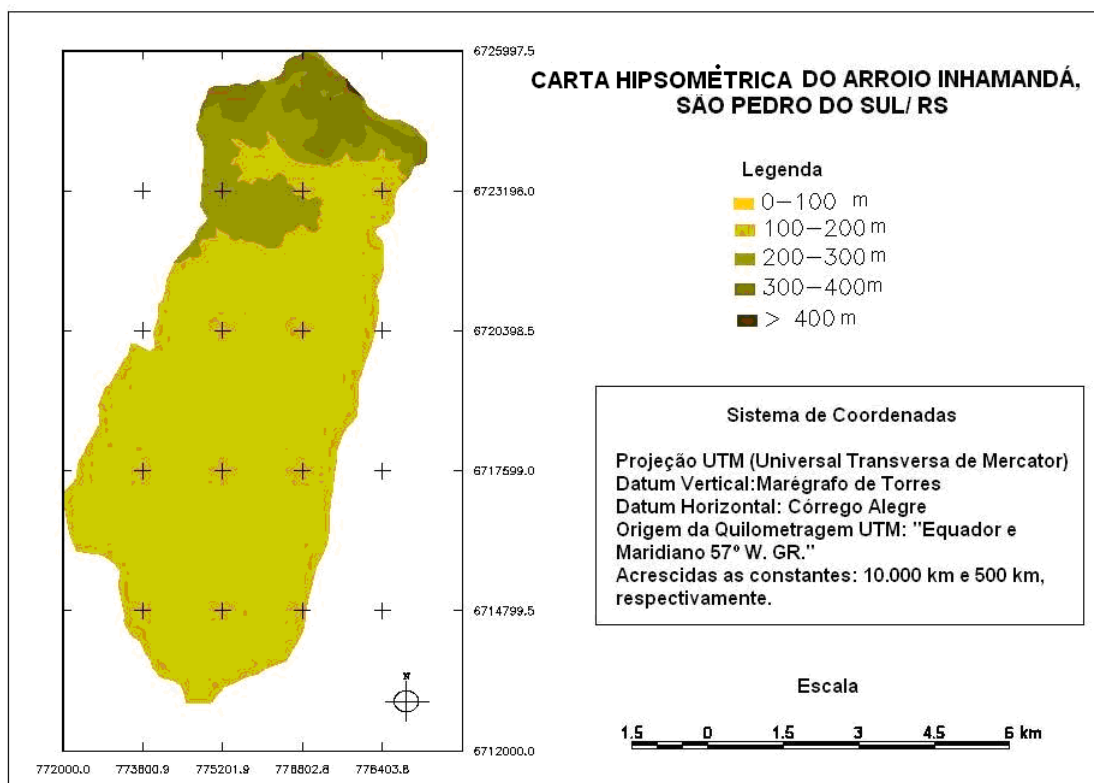
Figura 2. Carta Clinográfica.

Org: Oliveira, M. V. (2010)

A carta hipsométrica (Figura 3) apresenta o relevo em faixas de altitudes, permitindo melhor visualização dos mesmos, uma vez que discretiza a energia do relevo (Souza, 2001), permitindo uma visualização da distribuição na representação cartográfica desta superfície, mostra as variações altimétricas do terreno, representando então a orientação do escoamento.

A distribuição da amplitude está representada em faixas discretas de 100m em 100m de altitude, podendo-se perceber que apresenta variações mais significativas na parte norte da bacia.





Mapa 3. Mapa hipsométrico.

A Carta de uso da Terra (Figura 4) mostra quais são os atuais usos da terra na micro bacia do Arroio Inhamandá. Tem-se 20,97% de áreas de florestas principalmente ao norte (onde há resquícios do rebordo do planalto e inclinações maiores que 47%), e ao redor do leito do rio principal, como mata galeria. 39,69% de campos, onde há presença de atividades agropecuárias. 1,29% de água, incluindo açudes para irrigação da agricultura. Tem-se 36,95% de agricultura onde se predomina a plantação de arroz, cultura típica da região, aproveitando-se que a área é propícia a isso.

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos na análise físico-química das 4 amostras coletadas no trabalho de campo no final do verão de 2010.

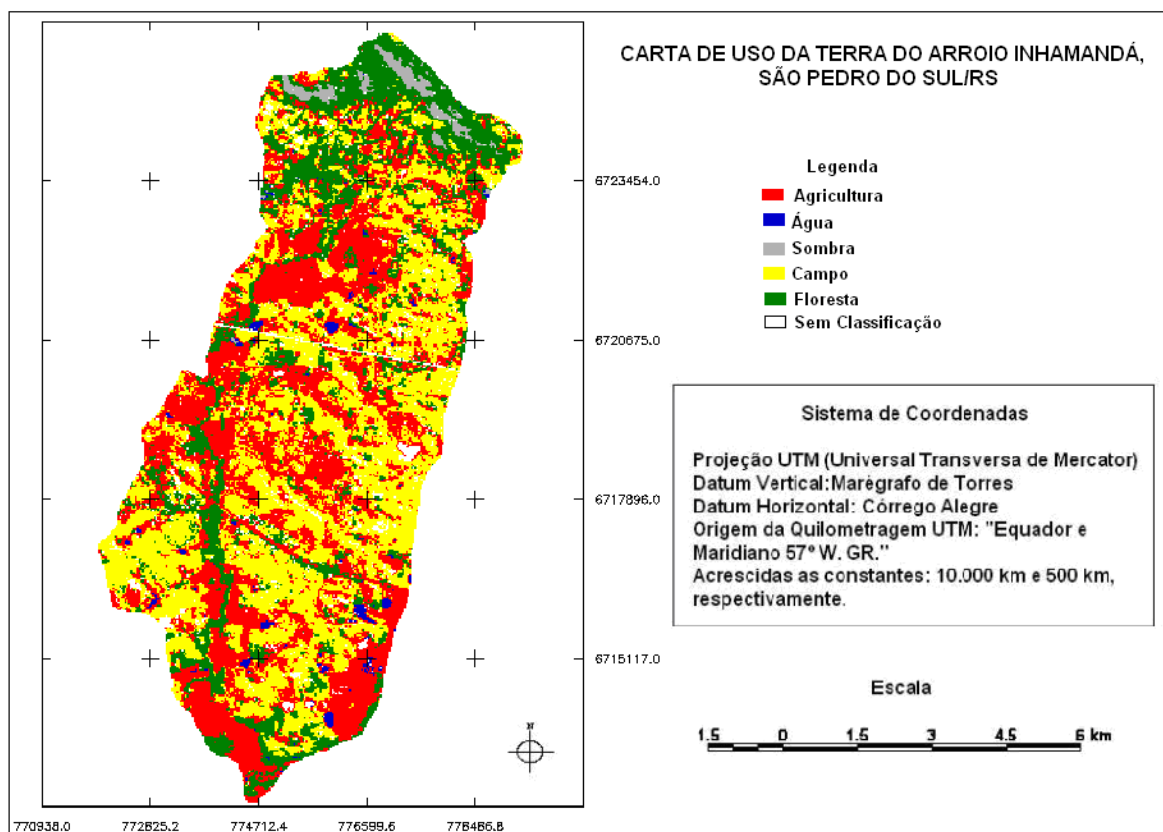


Figura 4. Carta de uso da terra.

Aspectos físico-químicos da micro bacia do Arroio Inhamanda

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
<b>Temp. ar (°C)</b>	26	24,5	25	24
<b>Temp. água (°C)</b>	22	22	23	22
<b>pH</b>	5,82	4,94	6,14	4,90
<b>OD</b>	5,21	6,38	4,99	6,29
<b>Cond. Elétrica (µS/cm)</b>	70,3	85,6	69,1	77,3
<b>TSD<sup>1</sup> (mg/l)</b>	15,27	15,21	15,08	15,01

<sup>1</sup> Dado obtido pela equação “condutividade X 0,65”.



<b>Coordenadas</b>	29° 36' 35,3" S	29° 37' 38,3" S	29° 39' 52,4" S	29° 40' 08,1" S
	54° 09' 42,4" W	54° 09' 42,8" W	54° 06' 21,6" W	54° 09' 32,6" W

Tabela 1. Dados referentes ao trabalho de campo (26/03/2010).

Obtidos por: Oliveira, M. V.; Souza, B. S. D.

### Parâmetro físico-químicos

Como parâmetro físico foi analisado o índice de potencial Hidrogeniônico.

O pH da micro bacia do Inhamandá encontra-se fora dos limites considerados pela OMS como máximo e mínimo desejáveis, que é de 7 a 8,5. Em todas as amostras os níveis são inferiores a esses índices, sendo essa considerada ácida. Na amostra 3, em que o pH demonstrou um índice mais elevado a temperatura do ar estava mais elevada.

Foram analisados os parâmetros químicos condutividade elétrica, total de sólidos dissolvidos e oxigênio dissolvido.

A condutividade elétrica mede a capacidade da água em conduzir eletricidade e esta relacionada com os elementos nela dissolvidos, não há nenhuma recomendação entre máximo e mínimo desejáveis (Souza, 2001).

Nas amostras percebe-se que os mais elevados índices estão na amostra retirada onde o arroio está mais próximo da área urbana. O segundo maior índice está na amostra retirada junto às margens onde a agricultura é predominante. O terceiro maior índice está em sua cabeceira e o menor índice na parte do arroio em que sua vazão é maior e não há ação antrópica aos arredores.

Dessa forma pode-se concluir que no arroio Inhamandá não há uma distribuição uniforme de índices de condutividade elétrica, devido, principalmente, à heterogeneidade de ocupação de suas margens.

No que se refere ao índice de total de sólidos dissolvidos, todas as amostragens revelam um número muito menor que o máximo permitido para o consumo humano. Percebe-se que há uma sequência decrescente do ponto próximo da nascente até sua foz. Ou seja, o ponto de maiores índices são próximos da nascente e os menores próximos a foz.



O oxigênio dissolvido, assim como a condutividade elétrica não segue uma sequência de índices crescentes ou decrescentes, da nascente até a foz, mas a mesma lógica é seguida. O maior índice está no ponto mais próximo das áreas com ação antrópica aos arredores, o segundo índice junto a áreas com culturas próximas, o terceiro próximo à nascente e o quarto onde não há ação antropizada aos arredores.

#### **4-CONCLUSÃO**

Diante dos resultados obtidos na presente pesquisa que teve como objetivo estudar as condições ambientais através dos parâmetros limnológicos, físico e antrópicos da micro bacia do Inhamandá e buscar propor soluções para possíveis problemas, pode-se considerar que:

- os diferentes usos da terra estão intimamente ligados às condições de qualidade da água;
- a ação da sociedade sobre o relevo se reflete nas características físicas e químicas das águas de superfície, sendo assim os diferentes usos da terra influenciam diferentemente nas características das águas;

Com relação à Legislação Ambiental, a micro bacia do Inhamandá não apresenta preocupações no que se refere ao seu uso em relação à declividade, mas nas margens dos seus afluentes nem sempre se percebe a presença de mata galeria;

A cultura predominante na região está ligada à geomorfologia da micro bacia, especialmente nas partes menos declivosas, cujo predomínio das lavouras de arroz coincide com a planície de inundação do rio principal.



#### 4-REFERÊNCIAS

ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji. **Sistema de informações geográficas: aplicação na agricultura**. Brasília: Embrapa, 1998.

COSTA, Joaquim Botelho da. **A água no solo**. Lisboa: Livraria Sá da Costa, 1952.

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

DE BIASI, Mario. A Carta Clinográfica. Os Métodos de Representação e sua Confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 45-60. 1992.

FOGIATO, Sonia Mari. **Geotecnologias aplicadas à área ambiental: estudo de caso nas micro bacias hidrográficas da Sanga Funda e do Arroio Inhamandá no município de São Pedro do Sul-RS**. 59f. dissertação (Pós-Graduação em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades @**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 5 jun. 2009.

HUBER, Renata. **Estudo da fragilidade das vertentes através da resistência à penetração – São Pedro do Sul, RS**. 64p. Monografia. (Graduação em Geografia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

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

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das agriculturas no mundo**. Tradução: José Luís Godinho. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

PENTEADO, Margarida Maria. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

RAFFAELLI, Jair Antonio. **Análise das feições de dissecação do relevo na folha topográfica de São Pedro do Sul – RS**. 73 f. dissertação (Especialização em interpretação de imagens orbitais e suborbitais) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

ROCHA, Cezar Henrique Barra. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000.

SILVA, José Graziano. **Tecnologia e agricultura familiar**. Porto Alegre: Ed.da UFRGS, 1999.

SOUZA, Bernardo Sayão Penna e. **Análise ambiental e cartografia do uso efetivo e preferencial da terra em fevereiro de 1992, através do sensoriamento remoto**. 174f.



dissertação (Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

\_\_\_\_\_. **A qualidade da água de Santa Maria/RS: uma análise ambiental das sub bacias hidrográficas dos rios Ibicuí Mirim e Vacacaí Mirim.** 234f. tese (Doutorado de Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, letras e ciências humanas, São Paulo, 2001.