

Geoprocessamento aplicado ao estudo da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas-RS

4. Avances en el uso de las tecnologías de información geográfica

Insaurregiaga Megiato, Érica 1(*); Koester, Edinei 2(*)

1 - UFRGS 2-UFPEL (*) Brazil

RESUMO

O geoprocessamento é uma importante ferramenta para os estudos dos aspectos físicos e ambientais de bacias hidrográficas. Através dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é possível obter um banco de dados georreferenciados da área de interesse a ser estudada. Os SIG's são programas de computador usados para criar, manipular e gerar dados a partir das informações espaciais armazenadas em um banco de dados geográfico, o qual permite com que os objetos armazenem informações de localização juntamente com informações alfa-numéricas. As bacias hidrográficas constituem um sistema do meio físico integrando diversos fatores, que convivem e dependem dos seus recursos naturais, assim como os processos dinâmicos da natureza. Para o conhecimento do meio físico da bacia hidrográfica o geoprocessamento se torna um aliado, pois através de informações cartográficas e de imagens de satélite pode-se obter informações referentes ao diagnóstico do meio físico de uma bacia hidrográfica, assim como é possível analisar riscos ambientais e fazer planejamentos para uso apropriado dessas áreas. Esse trabalho apresenta a elaboração de um banco de dados georreferenciados da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas (BHAP), importante manancial hídrico para o município de Pelotas, RS. Apresentando como resultado os mapas temáticos de relevo, solos, vegetação, hidrografia da BHAP, bem como, mostrando alguns conflitos em relação ao uso e ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APP's) na área de estudo.

ABSTRACT

The geoprocessing is an important tool for the studies of physical and ambient aspects of hydrographic basins. Through the Geographic Information System (GIS) it is possible to get a georeferenced data base of the interest area to be studied. The GIS are computer programs used to create, manipulate and generate data of special information stored in a geographic data base, which allows with objects to store information of localization with alphanumeric information. The hydrographic basins constitute a system of the physical environment integrating diverse factors, which coexist and depend on its natural resources, as well the dynamic processes of the nature. For the knowledge of the environment of the hydrographic basin, the geoprocessing becomes an ally, therefore through cartographic information and images of satellite it can be gotten referring information to the environment diagnosis of a hydrographic basin, as well it is possible to analyze ambient risks and to make planning for appropriate use of these areas. This work presents the elaboration of a georeferenced data base of the Hydrographic Basin of the Arroio Pelotas (HBAP), important hydric source for the city of Pelotas, RS. Presenting as resulted diverse thematic maps as relief, soils, vegetation, hydrography of the HBAP, as well showing some conflicts in relation to the use and occupation of the Areas of Permanent Preservation (APP's) in the área of study.

INTRODUÇÃO

Para a geografia, ciência que estuda a Terra e as relações que se estabelecem no decorrente uso da mesma pelo ser humano, a bacia hidrográfica é um importante objeto de estudo, pois esta se constitui em um sistema complexo, onde convivem juntamente dinâmicas e processos naturais, incluindo os processos químicos, físicos e biológicos e a ocupação do homem, que faz uso dos recursos naturais oferecidos por esse sistema (BELTRAME, 1994; CUNHA, 2007).

Desde os primórdios da ocupação humana na Terra, o homem exerceu diversas atividades de exploração e de sobrevivência, por mais simples que fossem essas atividades, acabaram por causar modificações no ambiente natural. É importante que os recursos naturais sejam utilizados de forma racional, para que não venham causar danos e impactos ao ambiente, pois esses podem, muitas vezes, ser irreversível.

Com o avanço da ciência e tecnologia no final do século XX, a ciência da computação foi se tornando cada vez mais avançada, lançando no mercado computadores mais potentes e programas capazes de gerar modelos matemáticos para serem usados em modelagens e monitoramentos ambientais.

Nos dias de hoje existe a possibilidade de reparar alguns danos causados ao meio ambiente e através de zoneamentos e planejamentos ambientais monitorar os recursos naturais de forma que a sociedade tome conhecimento a respeito das atividades e impactos ambientais que existem em determinada região com a elaboração de mapeamentos temáticos.

O geoprocessamento é importante para os estudos ambientais, pois através de computadores e programas de processamentos digitais é possível fazer mapeamentos temáticos, como mapas de uso e ocupação da terra, mapas de declividades, de tipos de solo, mapas de índices de vegetação, de relevo, de áreas urbanas, hidrografia e muitos outros.

Juntando a ciência e a tecnologia, o geoprocessamento possibilita a geração de mapas e a interpretação visual dos objetos destacados nos mesmos. Sendo a bacia hidrográfica uma unidade que integra diversos fatores naturais e sociais, esse trabalho pretende fazer um mapeamento temático, integrando aspectos físicos, biológicos e de ocupação humana utilizando como objeto de estudo a Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas (BHAP), na região sudeste do Rio Grande do Sul.

A BHAP é importante para o município de Pelotas, pois além de ser a maior bacia hidrográfica existente dentro do município, sendo um manancial de água doce, é também parte da história do município, pois o início da sua ocupação se deu às margens do Arroio Pelotas. O ciclo do charque na cidade de Pelotas se implantou ao redor do Arroio Pelotas, pois a atividade das charqueadas precisava de água e conseqüentemente do arroio para escoar a produção, sendo que este na Planície Costeira é navegável e faz ligação com o Canal São Gonçalo, saída para a Laguna dos Patos.

Por ter sido reconhecida sua importância na história da ocupação e economia do município, o Arroio Pelotas foi declarado Patrimônio Cultural do estado do RS pela Lei nº 11.895 de março de 2003 (SISTEMA LEGIS, 2007).

O Arroio Pelotas é responsável dentro do município, por fornecimento de água bruta para o SANEP. De acordo com o SANEP (2007) O local de tomada de água situa-se junto à jusante do Arroio Pilão, sendo que a capacidade de recalque é de 36.000.000 litros por dia. As águas do Arroio Pelotas e de seu afluente Arroio Quilombo vão para a Estação de Tratamento de Água Sinnott, a qual abastece os bairros da cidade de Pelotas: Pestano, Sanga Funda, Areal, Jardim Europa, COHAB Tablada, COHAB Lindóia, Santa Rita de Cássia, Getúlio Vargas e Balneário Santo Antônio.

Esse artigo trata-se de parte dos resultados do trabalho de conclusão da graduação em Geografia pela Universidade Federal de Pelotas – RS concluído em 2008. O trabalho completo apresenta alguns resultados que não serão discutidos aqui como a geologia e geomorfologia da área de estudo.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas se localiza (Fig. 1) na região sudeste do Estado Rio Grande do Sul, onde abrange quatro municípios: Canguçu, Morro Redondo, Arroio do Padre e Pelotas. Possui uma área total de aproximadamente 91000 ha. A BHAP está situada entre 31° e 32° sul e entre 52° e 53° oeste. As nascentes do principal afluente da BHAP, o Arroio Pelotas, encontram-se grande parte no município de Canguçu. O Arroio Pelotas possui uma extensão de aproximadamente 99 km e deságua no Canal São Gonçalo no município de Pelotas. A área de estudo localiza-se em duas províncias geomorfológicas do Rio Grande do Sul, a parte noroeste da BHAP situa-se sobre o Escudo Sul-riograndense e a parte sudeste da bacia hidrográfica está inserida na Planície Costeira.

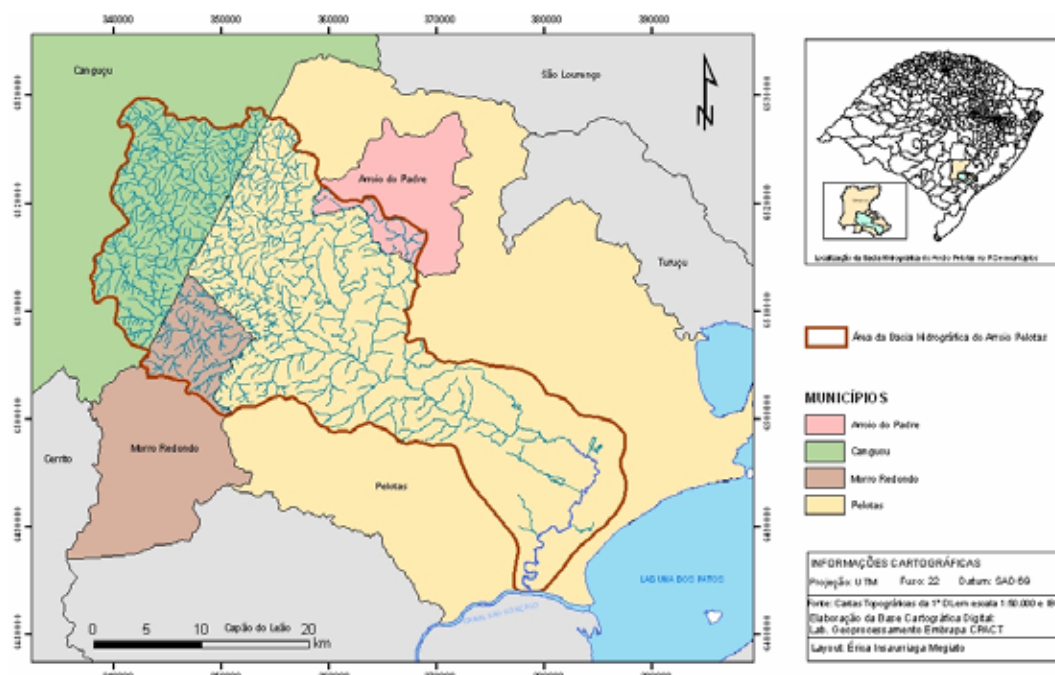


Figura 1 – Mapa de localização e hidrografia da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada nesse trabalho constitui-se em três etapas, a primeira visou em um levantamento bibliográfico com relação ao referencial teórico necessário para a pesquisa. A revisão bibliográfica foi feita em livros, artigos e na internet.

A segunda fase do trabalho foi a pesquisa de campo. Foram realizados dois trabalhos de campo com o auxílio de um veículo, onde foram percorridas estradas e caminhos com o intuito de descrever e amostrar alguns aspectos da BHAP e obter um acervo fotográfico. A terceira etapa do trabalho foi à análise do trabalho de campo e a

elaboração dos mapas temáticos, que se deu no Laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental da Embrapa Clima Temperado.

Como este artigo pretende mostrar os resultados de alguns mapas que foram confeccionados no estudo da BHAP, sendo este apenas uma parte do trabalho de graduação realizado em 2008, serão apresentados resultados referentes ao modelo digital de elevação do terreno, tipos de solos, declividades, uso do solo e os conflitos de uso do solo em áreas de preservação permanente. Para a confecção dos mapas temáticos foi utilizada uma base cartográfica digital elaborada a partir da cartografia em escala 1:50.000.

Através da digitalização das cartas topográficas do exército em escala 1:50.000, projeto que se desenvolveu em parcerias entre a EMBRAPA Clima Temperado e UFRGS, foi elaborada uma base cartográfica digital (BCD) para a região do COREDE Sul, essas cartas foram *scaneadas*, georreferenciadas e em seguida vetorizadas em tela no programa CartaLinx. Após a vetorização dos temas: hidrografia, rede viária e topografia, todas as cartas 1:50.000 da região do COREDE SUL foram unidas por temas em um único arquivo, constituindo assim uma Base Cartográfica Digital (BCD) dessa região.

Para o trabalho na BHAP, foi feito um recorte na BCD do COREDE Sul através de um retângulo formado com nove cartas topográficas que envolvem a área da BHAP: SH 22 3010-4, SH 22 3011-3, SH 22 3011-4, SH 22 3019-2, SH 22 3020-1, SH 22 3020-1, SH 22 3020-2, SH 22 3019-4, SH 22 3020-3 e SH 22 3020-4. Foram recortados os temas hidrografia, rede viária e topografia. Depois de delimitada a área de estudo, foi selecionada a hidrografia de interesse, criando um novo arquivo da BHAP, onde se fez a separação por código 1 para o Arroio Pelotas e código 2 para os tributários dentro da bacia. O próximo passo foi gerar um modelo de elevação do terreno a partir das curvas de nível e dos pontos cotados das cartas topográficas. Esse modelo digital de elevação tornou possível delimitar a BHAP, delimitando a área da bacia pelos pontos mais elevados do terreno, traçando o limite sobre os divisores de água.

Com a BHAP delimitada, foram recortados através do limite da bacia hidrográfica os *shapes* de vegetação e uso do solo do trabalho do PROBIO, no Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa (HASENACK & CORDEIRO, 2006).

A partir da hidrografia da BHAP foram gerados *buffers* no programa ArcGis 9 (ESRI, 1995) com o intuito de calcular as Áreas de Preservação Permanente (APP's), que são de acordo com o CONAMA, as áreas onde a mata ciliar deve ser preservada ao longo dos cursos d'água. Os *buffers* foram gerados de acordo com a largura dos cursos d'água, conforme estabelecido pelas resoluções 302 e 303 do CONAMA.

Com as APP's calculadas para a BHAP, se sobrepôs o arquivo (*shape*) dos *buffers* com a classificação de uso do solo e vegetação do PROBIO, para obter-se o mapa de conflitos de uso do solo nas áreas de preservação permanente na Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas.

Os mapas temáticos como de solos, adaptado do trabalho da EMBRAPA, modelo de declividades e de elevação do terreno, gerados a partir das curvas de níveis da BCD foram gerados a fim de contribuir para o banco de dados da bacia hidrográfica, esses dados além de fornecer informações sobre os aspectos físicos da bacia hidrográfica, poderão ser usados em estudos posteriores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

É importante ressaltar que desde a estruturação da Base Cartográfica Digital, até os recortes da área de estudo sobre outras fontes de informações, como, dos trabalhos do PROBIO, e de solos da EMBRAPA, apresentam como resultados os mapas temáticos para a Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas. O geoprocessamento foi fundamental para a elaboração desse trabalho, pois facilitou o manuseio e o cruzamento de informações que podem ser desprendidas dos mapas temáticos.

O principal produto desse trabalho é a espacialização das informações dos aspectos físicos da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas, como se observa nos mapas de relevo, solos, uso do solo e vegetação, declividades e demais mapas apresentados no trabalho.

Aqui serão abordados alguns cruzamentos de informações feitos a partir da elaboração dos mapas da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas. Como resultados do trabalho, serão apresentados os mapeamentos referentes ao modelo digital de elevação do terreno, tipos de solo, declividades, uso do solo, áreas de preservação permanente (APPs) e dos conflitos de uso do solo existente nessas áreas.

MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO DO TERRENO

O modelo digital de elevação do terreno (MDE) pode ser definido como uma representação matemática da distribuição espacial de características vinculadas a uma superfície real (SPRING, 2007), sendo chamado também de Modelo Numérico do Terreno (MNT). O MDE possibilita o cálculo de áreas, declividades, a geração de imagens com sombreamento em níveis de cinza, classificações através dos intervalos desejados e mostrar perspectivas tridimensionais do relevo.

O modelo digital de elevação, do inglês DEM (Digital Elevation Model) apresentado nesse trabalho utiliza o interpolador TIN (do inglês “*Triangular Irregular Network*”) que é uma estrutura do tipo vetorial com topologia tipo nó-arco que representa a superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas (ASSAD & SANO, 1998). Essa metodologia utiliza a formação de triângulos a partir dos valores de altitude do terreno, para cada um dos três vértices da face do triângulo são armazenadas as coordenadas de localização (x, y) e o atributo z. O TIN é uma estrutura vetorial que compõe tipos de vetor nó e arco, ou seja, ponto e linha.

Para o modelo de elevação do terreno foram utilizados os valores das linhas das curvas de níveis vetorizadas em tela com valores de 20 em 20 metros e os valores dos pontos cotados das cartas topográficas contidos na BCD, os quais foram armazenados com vetores do tipo pontos. Esse arquivo vetorial foi inserido no programa ArcGis 9, onde foram gerados o MDE, o qual foi classificado, separando com as cores hipsométricas os valores de terreno, formando um degradê de cores correspondentes a menor elevação até o ponto mais alto do terreno (Fig. 2).

A partir do modelo de elevação do terreno foi possível aplicar um modelo de sombreamento em níveis de cinza, mostrando o MDE com transparência de 50% sobreposto ao sombreamento. A sobreposição do MDE ao sombreamento facilita a visualização do terreno em três dimensões, podendo ser observado com mais detalhe os divisores de água e a rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas. Através do MDE foi possível gerar o mapa de declividades da área de estudo. Com esse produto pode-se visualizar as diferentes classes de altitude na área de estudo bem como quantificar as respectivas classes.

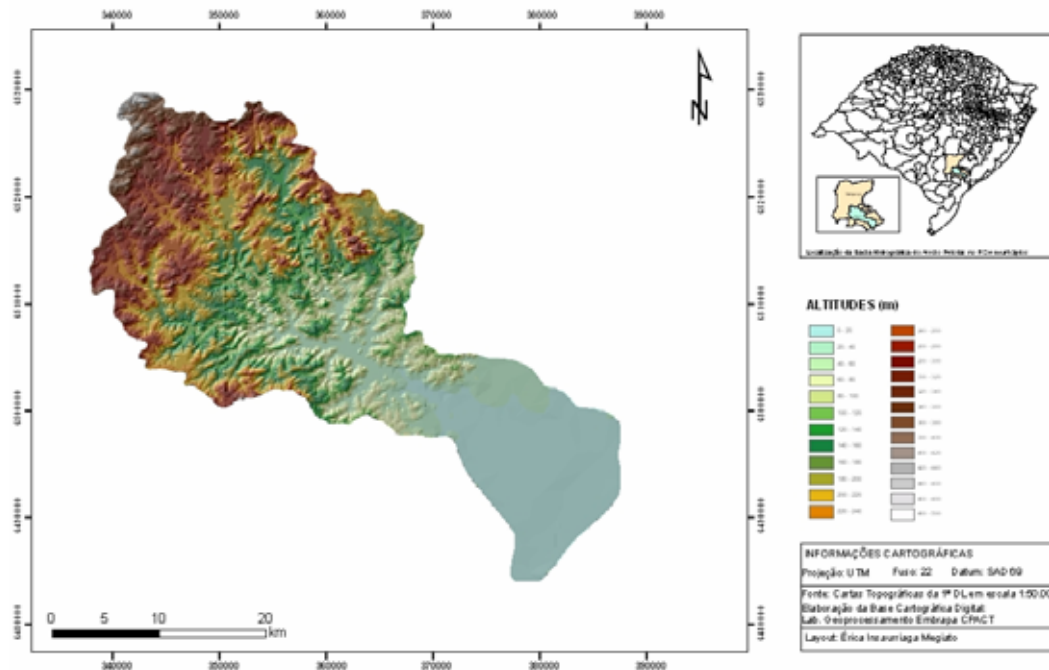


Figura 2 – Modelo digital de elevação do terreno da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas.

TIPOS DE SOLOS

O solo é uma mistura de substâncias minerais que resultam da decomposição do material de origem (rocha matriz), que sofre intemperismo causados pelos processos químicos e físicos e também resulta da decomposição de matéria orgânica como resíduos vegetais e animais (SCHUMACHER & HOPPE, 1999). A formação do solo é resultante dos fatores do meio ambiente que auxiliam o intemperismo: o clima, os organismos vivos, o material de origem, relevo e o tempo geológico.

Segundo a classificação de (CUNHA et al, 1996), (CUNHA & SILVEIRA, 1996), (CUNHA et al, 1997), os tipos de solos encontrados na Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas (Fig. 3) são os argissolos, os cambissolos, os planossolos, os gleissolos e os neossolos.

Os argissolos são predominantes na área de estudo, sendo encontrados no Escudo Sul-riograndense e na Planície Costeira, esses solos são do tipo argissolo brunocinzentado e argissolo vermelho-amarelo. Os cambissolos na BHAP encontram-se em altitudes acima dos 200 metros, esse tipo de solo na área de estudo é o cambissolo háplico. Na Planície Costeira, os tipos de solos predominantes são os planossolos e os gleissolos. Os neossolos encontram-se na BHAP no Escudo Sul-riograndense nas áreas com altitudes acima dos 160 metros. Por serem solos em processo de formação, apresentam diversos afloramentos rochosos em sua área de abrangência.

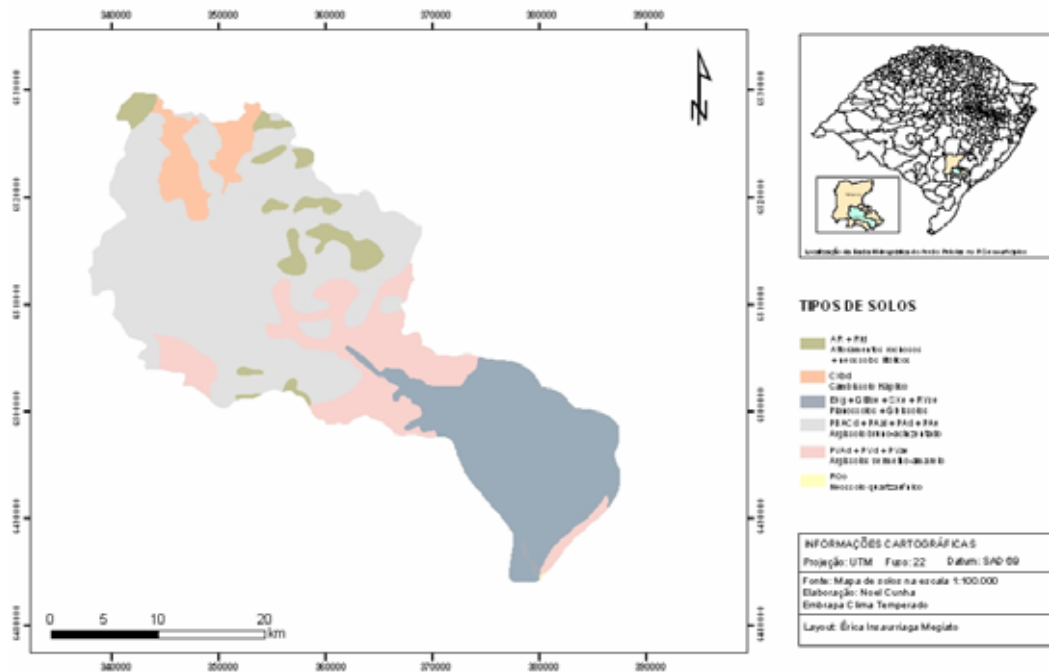


Figura 3 – Mapa de solos da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas.

MODELO DE DECLIVIDADES

De acordo com BERTONI & LOMBARDI (1990) APUD SILVA et. al, (2003) o tamanho e a quantidade de materiais em suspensão arrastado pela água, dependem da velocidade de escoamento que está diretamente relacionada ao grau de declividade do terreno, segundo os autores, a declividade é o fator mais importante na condição de gênese e evolução dos processos de erosão. As declividades são a medida de inclinação da superfície do solo em relação à horizontal, quanto maior o valor da porcentagem, maior é o grau de inclinação que se encontra o terreno. Os modelos de declividades permitem a avaliação dos riscos de erosão, do potencial de uso dos solos para a agricultura e mecanização.

O modelo declividades (Fig. 4) da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas foi gerado a partir do modelo de elevação do terreno. Com o MDE da área de estudo inserido no programa ArcGis 9, na função *slope* obteve-se o modelo de declividades. Em seguida o modelo foi classificado em 6 classes de declividades, seguindo a metodologia proposta por Flores et al (2007), que define o tipo de relevo de acordo com as porcentagens de declividades (tabela 1).

Sobrepondo o mapa de solos ao modelo de declividade, dividido em duas classes, terrenos com declividades inferiores à 20% e os terrenos que possuem declividades superiores a 20%, resulta que os tipos de solos que se apresentam em áreas de maiores declividades na área de estudo são os Neossolos Litólicos, os Cambissolos e os Argilossolos amarelo e Bruno-acinzentado. Conforme SILVA et al. (2003), pode-se constatar que a classificação desses solos quanto à erosão pode ser definida como Forte a Muito Forte, que, segundo o autor são as classificações atribuídas aos solos fortemente suscetíveis à erosão, os quais são encontrados em classes de relevo forte e ondulado com declividades superiores à 20% sendo áreas com Forte suscetibilidade à erosão. As áreas com declividades superiores à 45% são consideradas Muito Forte, quanto a suscetibilidade à erosão, essas áreas representam menos de 1% do total da BHAP, sendo uma área de 583, 6 ha.

Na tabela 1 e gráfico 1 percebe-se que praticamente 60% da área da BHAP, possui relevo plano à suave, sendo cultivadas nessas áreas principalmente culturas cíclicas como o arroz irrigado e a soja. Essas áreas de relevo plano são próprias para a agricultura, pois por apresentarem menor suscetibilidade à erosão, não precisam de técnicas sofisticadas para o manejo. Os outros 40% da área da BHAP, possuem declividades de suave ondulado a fortemente ondulado, sendo restritas para certos tipos de cultivos, como o arroz irrigado. Essas áreas são indicadas para a fruticultura e florestamento.

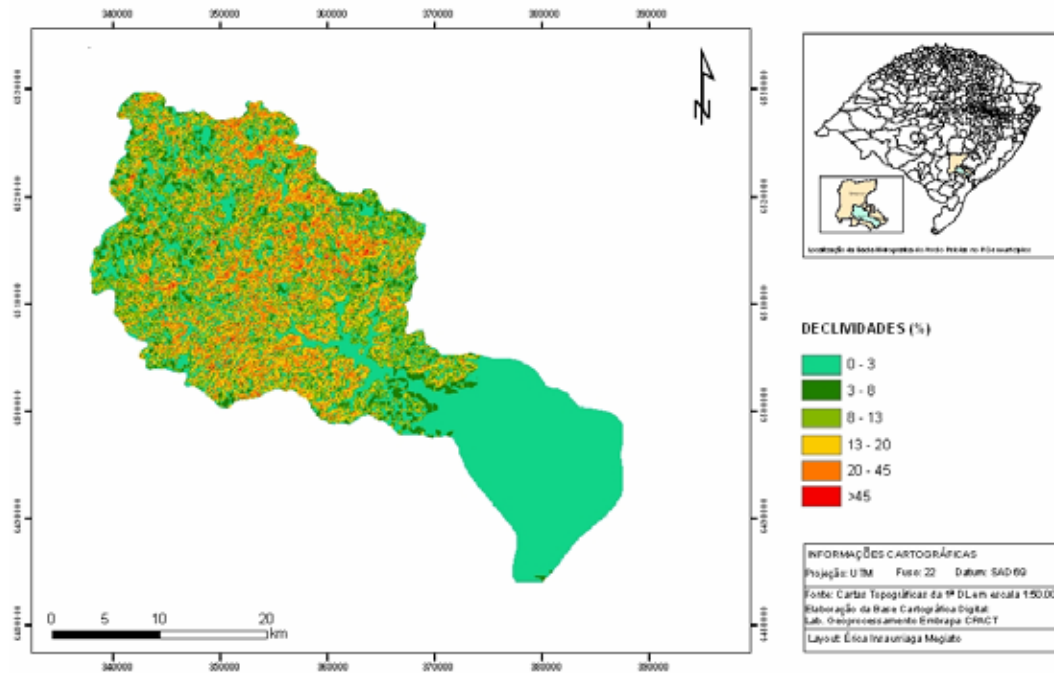


Figura 4 – Mapa de declividades da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas

Tabela 1. Relação das classes de declividades e respectivas áreas ocupadas na Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas.

Declividades (%)	Classes	Área (ha)
0 - 3	Plano	43255,8
3 - 8	Suave	8713,5
8 - 13	Suave ondulado	14404,5
13 - 25	Ligeiramente ondulado	13829,5
25 - 45	Ondulado	10288,9
> 45	Fortemente ondulado	583,6

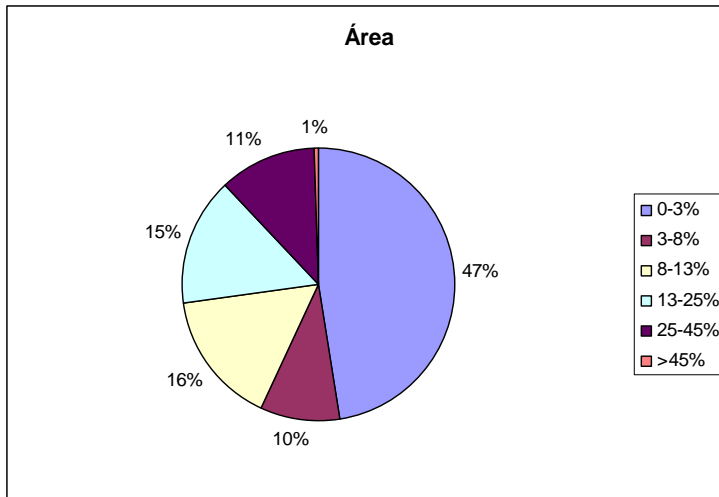


Gráfico 1 – Percentagens de áreas referentes às classes de declividades na Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas, 47% da área total possui relevo plano.

USO DO SOLO E VEGETAÇÃO

O mapa de uso do solo e vegetação (Fig. 5) foi elaborado a partir dos dados do PROBIO 2006, no subprojeto Remanescentes de Vegetação dos Campos Sulinos e as descrições se baseiam também em observações feitas em campo. O mapa de uso do solo e vegetação, de acordo com a classificação do PROBIO (HASENACK & CORDEIRO, 2006), possui onze classes de uso dentro da área da BHAP (tabela 2).

A classe Acc, da Agricultura de culturas cíclicas, é a classe mais representativa na Planície Costeira, sendo essas áreas utilizadas principalmente para plantações de arroz. A classe de uso antrópico, denominada Ag (Agropecuária) tem maior representatividade no Escudo Sul-riograndense, sendo áreas utilizadas principalmente para pecuária e pastagens, podendo ser identificadas nessas áreas pequenas propriedades com plantação de fumo, milho, pêssego e algumas propriedades com pomares de laranjeira. A classe Ca (Floresta estacional aluvial) corresponde a vegetação nativa ou mata ciliar encontrada ao longo dos cursos d'água na BHAP e a classe Pa (vegetação com influência fluvial), são áreas com vegetação típica de banhados encontradas às margens do Arroio Pelotas. As classes Fm (Floresta estacional semidecidual - Montana) e Fs (Floresta estacional semidecidual - Submontana) são encontradas no Escudo Sul-riograndense como fragmentos florestais restantes da vegetação original da área. A classe R (reflorestamento) aparece com áreas mais significativas na Planície Costeira, porém são encontradas também no Escudo Sul-riograndense, áreas de florestamento de Pinus, Acácia e Eucalipto. A classe Iu (áreas urbanizadas) aparece na Planície Costeira, em áreas de maior densidade demográfica, e no Escudo Sul-riograndense, onde encontra-se uma parte da cidade de Canguçu. A classe Im denomina uma área de mineração dentro da BHAP, sendo uma pedreira localizada no município de Pelotas, no distrito de Monte Bonito. A água nessa classificação está dividida em duas classes, onde aparece o Arroio Pelotas, representando os cursos d'água naturais e a classe açudes, como áreas antrópicas.

As classes mais representativas na BHAP são Ag e Acc, que representam respectivamente 68% e 14% da área total da bacia, restando 18% que representa a soma das demais classes.

Tabela 2 – Classes referentes ao uso do solo e vegetação e áreas respectivas na Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas.

Classes	Descrição	Área (ha)
Água antrópico	Açudes	373,0
R	Reflorestamento	1656,14
Ag	Agropecuária	61883,12
Pa	Vegetação com influência fluvial	1168,84
Acc	Agricultura de culturas cíclicas	12305,02
Iu	Áreas urbanizadas	866,25
Im	Mineração	3,35
Ca	Floresta estacional aluvial	1990,15
Fs	Floresta estacional semidecidual submontana	10537,53
Fm	Floresta estacional semidecidual montana	149,75
Água	Arroio Pelotas	129,24

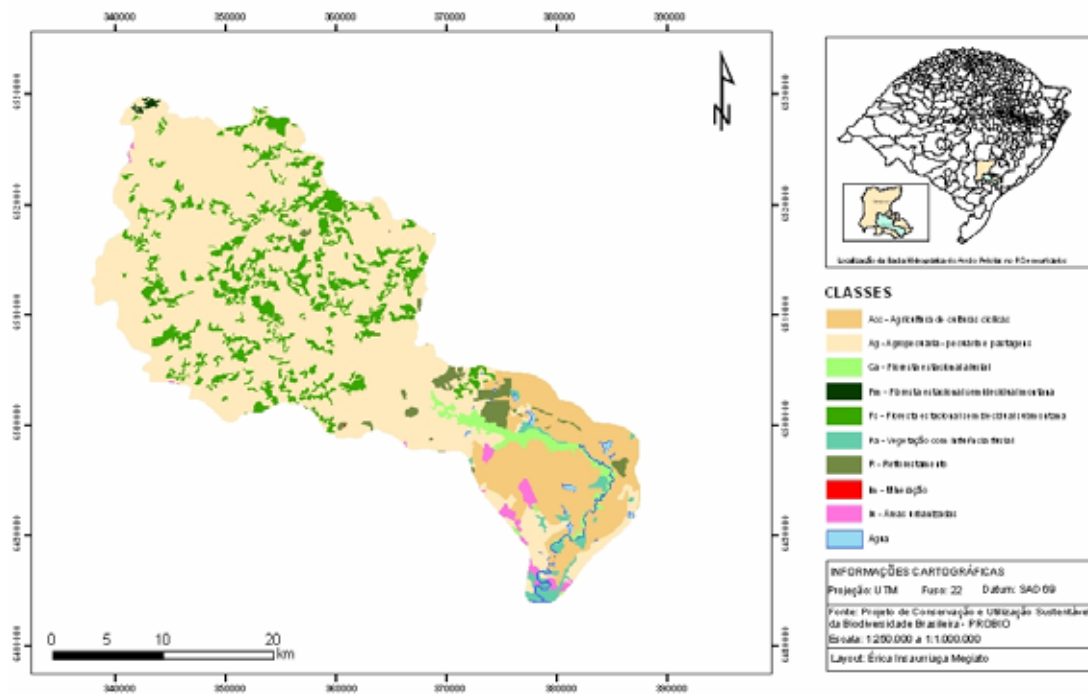


Figura 5 – Mapa de uso do solo e vegetação da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas.

ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs)

As Áreas de Preservação Permanente (APPs), de acordo com as resoluções do CONAMA 302 e 303 de março de 2002, são espaços territoriais especialmente protegidos, servindo como instrumento de relevante interesse ambiental, visando o desenvolvimento sustentável, para benefício das presentes e futuras gerações. Considerando a função ambiental das Áreas de Preservação Permanente, essas áreas devem preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

O Art. 3º da Resolução 303 (CONAMA, 2006): constitui Área de Preservação Permanente a área situada: em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com a largura mínima, de: a) trinta metros, para os cursos d'água com menos de dez metros de largura; b) cinquenta metros, para os cursos d'água com dez a cinquenta metros de largura; c) cem metros, para os cursos d'água com cinquenta a duzentos metros de largura.

A partir do mapa de hidrografia (ver Fig. 1 pág. 3) foram gerados *buffers* (Fig. 6), de acordo com a extensão estimada de cada curso d'água segundo o CONAMA nas resoluções 302 e 303 do ano de 2002 que definem os limites das APP's no entorno dos cursos d'água.

Seguindo as resoluções do CONAMA, foram gerados *buffers* de quinze metros para os açudes, trinta metros para os cursos d'água com menos de dez metros de largura, cinquenta metros para as nascentes e cem metros para cursos d'água com cinquenta a duzentos metros de largura na Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas.

O mapa da APP's (Fig. 6), mostra os *buffers* que foram gerados na BHAP, estes representam as APP's que deveriam estar preservadas na área. Essas áreas representam um total de 7.778,6 ha, sendo o equivalente a 8% da área total da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas.

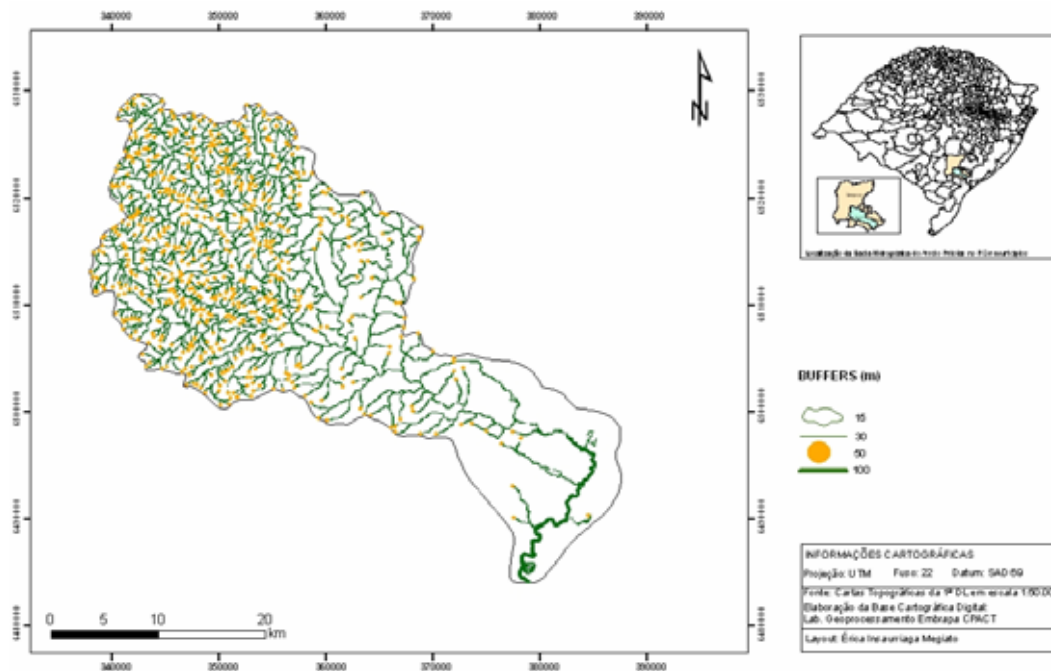


Figura 6 – Mapa das áreas de preservação permanente na Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas, representando as áreas que deveriam estar preservadas.

CONFLITOS DE USO DO SOLO NAS APPs

Para se constatar os conflitos de uso do solo nas APPs existentes dentro da BHAP, o mapa dos *buffers* foi sobreposto ao mapa de uso do solo e vegetação do PROBIO (HASENACK & CORDEIRO, 2006), fazendo um recorte dos buffers sobre o mapa de uso do solo e vegetação reclassificado em duas classes, 1 para vegetação nativa e 2 para as áreas antropizadas. Nessa reclassificação foram separadas as áreas de vegetação nativa das áreas onde existem outros tipos de uso do solo.

Fazendo o cruzamento do mapa de uso do solo e vegetação com o mapa das APPs, definiu-se duas classes no mapa de conflitos (Fig. 7). A classe 1, que mostra as áreas onde as APPs se encontram adequadas, obedecendo o mínimo de mata ciliar estabelecido pelo CONAMA. Essa classe representa um total de 1.731,2 hectares na área total da BHAP, são as áreas de vegetação nativa, ou seja, de mata ciliar, existentes ao longo dos cursos d'água na Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas. A classe 2 representa as áreas ao longo dos cursos d'água que se encontram desmatadas, ou não tem o limite mínimo de vegetação nativa (mata ciliar) estabelecido por lei, essa classe representa 6.047,3 ha dos 7.778,6 de área total de APP's que deveriam existir na BHAP (ver Fig. 6).

O mapa de conflitos possibilitou identificar a situação da BHAP com relação à mata ciliar, mostrando que 78% de sua área encontra-se com algum tipo de conflito referente ao uso do solo. Apenas 22% das Áreas de Preservação Permanente encontram-se preservadas na área de estudo (Fig. 7).

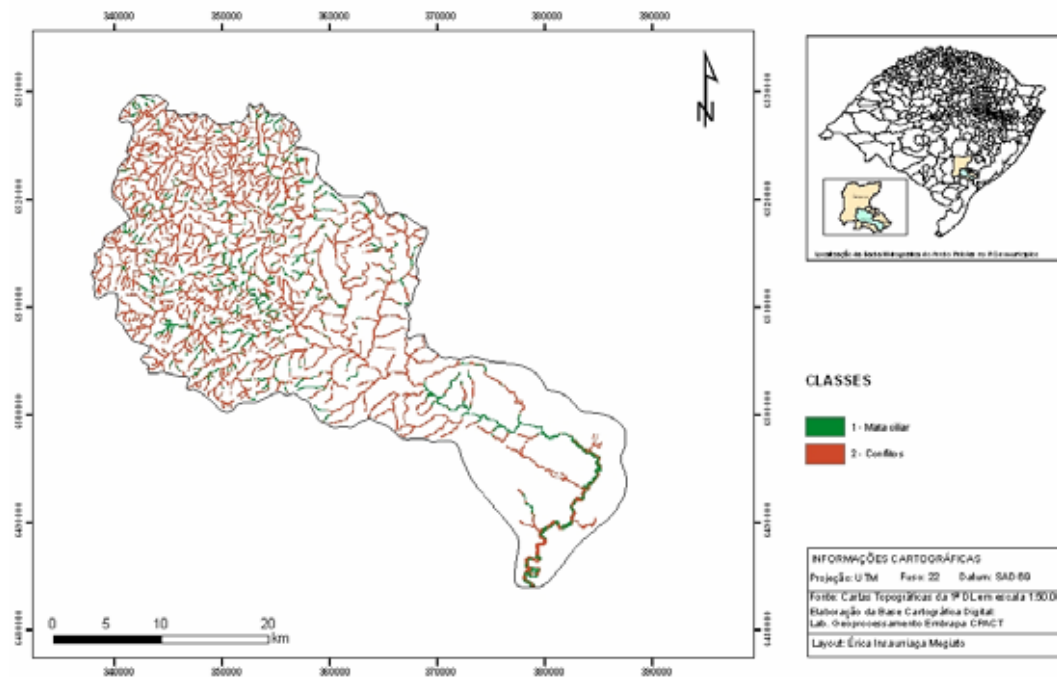


Figura 7 – Mapa de conflitos de uso do solo em APPs.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento dos aspectos físicos e o mapeamento temático de uma bacia hidrográfica permitem a elaboração de estudos de impactos ambientais e facilita a elaboração de planos de recuperação das áreas degradadas. O mapeamento temático da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas possibilita que outros estudos possam ser realizados na área. Com diversas fontes de informações e mapas com escalas compatíveis, o geoprocessamento através dos SIGs torna possível cruzar essas informações, obtendo como produtos os diversos mapas temáticos.

Através de exercícios de geoprocessamento foi possível quantificar áreas, como a área total da BHAP, extensão do Arroio Pelotas, além de quantificar outros aspectos. Além da quantificação que também é importante nesses estudos, foi permitido detectar áreas de impactos ambientais dentro da bacia hidrográfica, como as áreas de conflitos de uso do solo nas APP's. Com a delimitação da BHAP a partir de uma base cartográfica digitalizada e estruturada em ambiente SIG, foram gerados *buffers* das APP's que por lei, deveriam estar preservadas dentro da área de estudo.

Após comparar esses *buffers* das APP's com a classificação do uso do solo e vegetação elaborados pelo PROBIO, foram delimitadas e quantificadas as áreas de mata ciliar que se encontram em condições adequadas e as áreas que apresentam conflitos em relação ao uso do solo. Como resultado a partir da escala trabalhada conclui-se que 78% da área total dos *buffers*, encontram-se com conflitos de uso do solo, enquanto que apenas 22% da área apresenta a mata ciliar nas condições adequadas segundo o CONAMA. Portanto esses 78% de áreas degradadas devem ser estudados para elaboração de projetos de recuperação e preservação.

A partir dos modelos gerados no programa ArcGis 9, como o modelo de elevação digital do terreno e modelo de declividades, podemos conhecer as áreas referentes as classes de relevo e declividades na BHAP, mostrando que em relação ao relevo, a classe predominante na área de estudo se encontra entre o nível do mar e 100 metros. As declividades predominantes são de 0 a 3%, mostrando que o tipo de relevo predominante na BHAP é plano.

Os tipos de solos que predominam na Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas são os Argissolos, encontrando-se nessa área Argissolos Bruno-acinzentado e Argissolos Vermelho-amarelo. Através da sobreposição do modelo de declividades com os tipos de solos da BHAP, concluiu-se que os tipos de solos mais suscetíveis a erosão hídrica na área de estudo são os Neossolos, os Cambissolos e os Argissolos, em áreas onde a declividade é superior à 20%. A partir dos mapeamentos de solos e declividades pode-se conhecer a capacidade de uso desses solos, permitindo uma adequação da agricultura na área de estudo, tanto para proteção ambiental como para otimização das áreas mais produtivas.

Além de possibilitar o planejamento ambiental o geoprocessamento é uma ferramenta que é de grande importância para as comunidades. O mapeamento de uma bacia hidrográfica regional, como no estudo da BHAP, permite a população local o conhecimento da área mostrando os aspectos físicos e a situação do meio ambiente na área de estudo, indicando seus impactos e potencialidades. A partir dos resultados obtidos com os mapeamentos pode-se chegar até as autoridades competentes a fim de exigir medidas mitigadoras para sanar ou amenizar os impactos ambientais na área estudada. É importante ressaltar aqui que mais estudos devem ser feitos a fim de detalhar os conhecimentos acerca da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas, importante manancial hídrico na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura**. 2. ed, Brasília. Editora da Embrapa: Embrapa SPI/ Embrapa-CPAC, 1998.
- ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RS. Disponível em:
<<http://www.scp.rs.gov.br/ATLAS/>> Acesso em 14 nov. 2007.
- BELTRAME, A. da V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas. Modelo e Aplicação**. Florianópolis. Ed. Da UFSC, 1994. 111p.
- CUNHA, N. G. da; SILVEIRA, R. J. da; SEVERO, C. R. S.; SOARES, M. J.; COSTA, C. N.; NUNES, M. L. **Estudo dos solos do município de Canguçu**. Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT, Ed. UFPel, 1997b. 90p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 31/97).
- CUNHA, N. G. da; SILVEIRA, R. J. da; SEVERO, C. R. S. **Estudo dos solos do município de Morro Redondo**. Pelotas, RS. EMBRAPA-CPACT, 1996d. 28p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 23/96).
- CUNHA, N. G. da; SILVEIRA, R. J. da. **Estudo dos solos do município de Pelotas**. Pelotas, RS: EMBRAPA-CPACT, 1996b. 54p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 12).
- CUNHA, S. B. da. Canais Fluviais e a Questão Ambiental. In: A Questão Ambiental. Diferentes Abordagens. Cunha, S. B. da; Guerra, A. J. T. (orgs). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- ESRI. **ArcGIS 9: Getting Started With ArcGISGuide**. New York. 1995. 265p.
- FLORES, C. A.; PÖTTER, R. O.; FASOLO, P. J.; HASENACK, H.; WEBER, E. **Levantamento Semidetalhado de Solos. Região da Campanha-Folha Palomas, Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007.
- HASENACK, H.; CORDEIRO, J. L. P. (orgs.). 2006. **Mapeamento da Cobertura Vegetal do Bioma Pampa**. Porto Alegre, UFRGS Centro de Ecologia. 30p. (Relatório Técnico Ministério do Meio Ambiente: Secretaria de Biodiversidade e Florestas no Âmbito do Mapeamento da Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros). Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 15 set. 2007, 22:00.
- IBGE. **Malha municipal digital do Brasil: situação em 2001**. Rio de Janeiro, 2003. 1 CDROM.
- IBGE-2005, Instituto Brasileiro de geografia e Estatística, Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br>> Acessado em 05 nov. 2007, 22:00.
- INPE-2006, Instituto de Pesquisas Espaciais. Disponível em:
<<http://www.inpe.br>> Acessado em 20 out. 2007, 12:30
- MEDEIROS, C. B.; PIRES, F. Banco de Dados e Sistemas de Informações Geográficas. In: **Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura**. ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (eds). Editora da EMBRAPA, EMBRAPA SPI/ EMBRAPA-CPAC, pag. 31-45. 1998.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br>> Acesso em 10 set. 2007, 23:00
- PRESS, F, SIEVER R.;GROTZINGER, J. & JORDAN, T. H., 2006. **Para Entender a Terra**. Tradução Rualdo Menegat, 4 ed. – Porto Alegre: Bookman, 656 p.
- ROHDE, G. M. Estudos de impacto ambiental: a situação brasileira em 2000. In: **RIMA. Relatório de Impacto Ambiental. Legislação, elaboração e resultados**. Verdum, R.; Medeiros, R. M. V. (orgs). Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.
- SANEP-Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas. Disponível em:
<http://www.pelotas.com.br/sanep/agua/tratamento_sinnott.htm>Acesso em 15 dez. 2007, 22:00.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. **A Floresta e o Solo**. Porto Alegre. Editora: Pallotti, 1999. 83p.

SILVA, A. de B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas. Conceitos e fundamentos**. Campinas, SP. Editora da Unicamp, 1999. 236p.

SISTEMA LEGIS - Assembléia Legislativa do Estado do RS. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br>> Acesso em 03 dez. 2007, 21:30.

SPRING – Introdução a Modelagem Numérica. Conceitos de Modelagem Numérica do Terreno. INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/modelagem.html>> Acesso em 10 dez. 2007, 23:00.

STRECK, E. V., KÄMPF, N., DALMOLIN, R.S.D., KLAMT, E., NASCIMENTO, P.C., SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Editora da Universidade, UFRGS, 128p. 2002.