

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

ÂNGELO REIS CABRAL

**DIAGNÓSTICO DA ADEQUAÇÃO DO USO DO SOLO, UTILIZANDO IMAGENS
CBERS-2, NO MUNICÍPIO DE GLORINHA-RS**

Porto Alegre

2008

ÂNGELO REIS CABRAL

**DIAGNÓSTICO DA ADEQUAÇÃO DO USO DO SOLO, UTILIZANDO IMAGENS
CBERS-2, NO MUNICÍPIO DE GLORINHA-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
como requisito necessário à obtenção do título de
Bacharel em Geografia, Departamento de
Geografia da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul,

Orientador: Prof. Dr. Laurindo Antonio Guasselli

Porto Alegre

2008

ÂNGELO REIS CABRAL

**DIAGNÓSTICO DA ADEQUAÇÃO DO USO DO SOLO, UTILIZANDO IMAGENS
CBERS-2, NO MUNICÍPIO DE GLORINHA-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
como requisito necessário à obtenção do título de
Bacharel em Geografia, Departamento de
Geografia da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul,

Aprovado em ____, _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Laurindo Antonio Guasselli – Presidente da Banca Examinadora
Professor Doutor – UFRGS – Orientador

Dejanira Luderitz Saldanha
Professora Doutora – UFRGS

Roberto Verdun
Professor Doutor – UFRGS

Dedico este trabalho a minha família, meus pais Antônio e Marli e meu irmão Alessandro que sempre estiveram do meu lado em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus que permitiu que tudo isso fosse possível e a todas as oportunidades de aprendizado ao longo da minha vida.

Agradecer a todos os amigos que me ajudaram e torceram pela ‘minha volta’ dessa caminhada muitas vezes solitária.

Agradecer aos meus colegas de trabalho que seguraram várias broncas enquanto eu me afastei nesses últimos tempos.

Agradecer àquelas pessoas que mesmo não estando presentes torceram por mim.

Foram tantas pessoas que me ajudaram ao longo destes anos, que prefiro não arriscar cometer a injustiça de citar alguns nomes e esquecer outros.

Por fim, a minha família que me agüentou em todos os momentos, quando as coisas pareciam perdidas e o cansaço era muito grande, só com o amor, o carinho e a paciência de vocês eu pude conseguir.

A todos, o meu muito obrigado!

Esta conquista é de todos nós!

“A felicidade só é completa quando compartilhada”.

do filme ‘Na Natureza Selvagem’

“Fui um menino pequeno que, jogando na praia, encontrava de vez em quando um calhau mais fino ou uma concha mais bonita que o normal. O oceano da verdade se estendia, inexplorado, diante do meu”.

Isaac Newton

RESUMO

A consciência de preservação ambiental vem crescendo a cada dia, juntamente com a demanda por recursos naturais, o que de certa forma já é um desafio à gestão ambiental. Nos termos da atual legislação brasileira, pode a administração municipal assumir também essa tarefa, contribuindo com mais precisão e rapidez à resolução desses conflitos. Nesse sentido, o presente trabalho buscou identificar a Adequação do Uso do Solo no município de Glorinha, pertencente à Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Para tanto, foram utilizadas imagens do Satélite Quickbird, disponíveis no software Google Earth e imagens do Satélite CBERS-2 de 08/03/06, disponíveis gratuitamente no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para avaliar a adequação foi utilizado o zoneamento elaborado pela Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional (METROPLAN) em 1994 resumido no Mapa de Capacidade de Uso Agrícola do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí. Para este diagnóstico, foi gerado um Mapa de Uso e Cobertura do Solo (2006) para o município de Glorinha através do processo de classificação das imagens CBERS-2. Esta base de informações foi posteriormente cruzada, em ambiente de SIG (Sistema de Informações Geográficas) com o zoneamento de capacidade proposto pela METROPLAN. Com esta nova base de informações, realizou-se a Avaliação da Adequação do Uso do Solo no município de Glorinha, buscando identificar as áreas onde ocorre uso inadequado por *superutilização* e que possam causar impactos negativos ao meio ambiente.

Palavras-Chave: Adequação de uso do solo; imagens CBERS, Zoneamento Ambiental, escala municipal.

ABSTRACT

The importance of environmental preservation consciousness is growing every day, with the demand for natural resources, that in certain way is yet a challenge for environmental administration. In terms of Brazilian legislation, can the county administration take this task on, contributing with more precision and speed to solve these conflicts. In this meaning, the present work searched to identify the Soil Using Adequation in the County of Glorinha, belonging to the Metropolitan Region of Porto Alegre, Rio Grande do Sul, So much so that, were used images of the Satelite Quickbird, disponible on software Google Earth and images of the Satelite CBERS-2 on 03/08/06, disponible free on site of the Space Research National Institute. To value the adequation was used the zoning drawn up by the State Foundation for Regional and Metropolitan Planning in 1994 summarised in the Map of Soil Agricultural Using Capacity in Hydrographic Basin of the Gravatai River. For this diagnosis, was conceived a Map of Soil Using and Cover (2006) for the County of Glorinha through the classification of images CBERS-2. This basis of informations was subsequently crossed, in background of Geographical Informations System with the zoning of capacity proposed by METROPLAN. With this new basis of informations, carried out the Value of the Soil Using Adequation in the County of Glorinha, searching identification the areas where occur inadeqated using by overusing and that cause negatives impacts to the environment.

Key words: Soil Using Adequation; CBERS images; Environmental Zoning; County Scale.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Área de Estudo	17
Figura 2: Macro Zoneamento do Plano Diretor de Glorinha-RS.	27
Figura 3: Carta Imagem do Município de Glorinha, RS.	30
Figura 4: Mapa de Restrição ao Uso Agrícola do Solo no município de Glorinha, RS.....	38
Figura 5: Mapa de Uso e Cobertura do Solo em Glorinha-RS, 2006.....	40
Figura 6: Detalhe do Uso e Cobertura na Classe Moderada Restrição-Área Nordeste.....	44
Figura 7: Detalhe do Uso e Cobertura do Solo na Classe Moderada Restrição-Área Sul.....	46
Figura 8: Vegetação exótica (em vermelho) na Classe Modera-Alta Restrição.....	48
Figura 9: Solo exposto (centro da imagem) na Classe Modera-Alta Restrição.....	48
Figura 10: Detalhe do Uso e Cobertura do Solo na Classe Modera-Alta Restrição.....	49
Figura 11: Detalhe do Uso e Cobertura do Solo na Classe Alta Restrição-Área Sudeste.....	50
Figura 12: Área de vegetação exótica na Classe Alta Restrição	51
Figura 13: Detalhe de Uso e Cobertura do Solo na Classe Alta Restrição-Área Setentrional .	52
Figura 14: Extração mineral na classe Alta Restrição, área setentrional.....	53
Figura 15: Vegetação exótica e solo exposto na classe Sem Restrições	55
Figura 16: Mapa de Adequação do Uso do Solo em Glorinha-RS.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Características da Câmara Imageadora de Alta Resolução CCD.....	23
Quadro 2: Esquema de simplificação das Classes de Capacidade	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estimativas de População no Município de Glorinha, RS	18
Tabela 2: Dimensão das Classes de Restrição ao Uso do Solo	37
Tabela 3: Utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários em 2006, município de Glorinha-RS.....	39
Tabela 4: Classes de Uso e Cobertura do Solo no município de Glorinha, RS.....	41
Tabela 5: Estrutura Fundiária das Propriedades Rurais no município de Glorinha.	42
Tabela 6: Uso e Cobertura do Solo na Classe Moderada Restrição-Parte Nordeste	45
Tabela 7: Uso e Cobertura do Solo na Classe Moderada Restrição-Parte Sul	46
Tabela 8: Uso e Cobertura do Solo na Classe Modera-Alta Restrição.....	47
Tabela 9: Uso e Cobertura do Solo na Classe Alta Restrição-Área Setentrional	53
Tabela 10: Inadequação do Uso do Solo por classes de restrição no município de Glorinha. .	54
Tabela 11:Classes de Adequação no município de Glorinha.	54

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

JUSTIFICATIVA	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.	18
3.2.1 Caracterização Socioeconômica	18
3.2.2 Caracterização Física	19
4 REFERENCIAL TEÓRICO	20
4.1 USO DO SOLO	20
4.2 PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL	21
4.3 GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA PARA A ANÁLISE AMBIENTAL	22
4.4 PEQUENA REVISÃO DE ESTUDOS SOBRE O TEMA ZONEAMENTO E USO DO SOLO	24
5 MATERIAIS E MÉTODOS	28
5.1 MATERIAIS	28
5.2 MÉTODOS	29
5.3 PARÂMETROS DO ZONEAMENTO	34
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS	58

JUSTIFICATIVA

Glorinha possui uma condição diferenciada no contexto da Região Metropolitana de Porto Alegre (R.M.P.A.), por ser o município com a menor taxa de urbanização da Região. Porém com possibilidade de crescimento urbano, em função de possuir áreas de terras ainda não utilizadas e da expansão industrial como atrativo. A rede de drenagem municipal se direciona ao Banhado Grande, inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, importante fonte de abastecimento da Região. Tamanha é a importância deste complexo, que em 23 de outubro de 1998, foi criada pelo Decreto Estadual Nº 38.971, a Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande, com 136 mil hectares. Essas características locais já destacam a necessidade de estabelecer um estudo buscando o bom uso desses ambientes.

Este trabalho se propõe a auxiliar na detecção de possíveis inadequações no uso do solo em Glorinha, já que municípios desse porte pouco dispõem de informações de pesquisas próprias, ficando dependentes de dados produzidos pelos Censos do IBGE, que não acompanham com informações, as dinâmicas locais. O trabalho serve ainda de instrumento de planejamento e gestão, podendo indicar a necessidade de estudos mais detalhados sobre o uso do solo, constituindo subsídios para uma possível alteração na legislação municipal. Este trabalho também visa apoiar a preservação dos recursos hídricos, pois o uso inadequado do solo, acarreta conseqüências imediatas aos cursos d'água, como o aumento na carga de sedimentos e de poluentes diversos.

Por isso é necessária a atualização das informações sobre o uso do solo, destacada nas recomendações feitas pela METROPLAN (1994) que serviram ao zoneamento adotado no presente trabalho:

Nesse sentido, este estudo deve ser considerado como um instrumento de um processo de desenvolvimento e que, como processo ele é de caráter dinâmico, devendo ser constantemente acompanhado e avaliado de modo a incorporar as correções e detalhamentos que se fizerem necessários para mantê-lo atualizado e operativo (p. 15).

Por fim, buscamos adequar uma metodologia que seja capaz de ser utilizada em Glorinha e em outros municípios de realidades bem próximas para que se possa verificar se os mesmos fenômenos também ocorrem em seus territórios e contribuir para a preservação em âmbito maior.

1 INTRODUÇÃO

Os processos de degradação ambiental, de forma geral, vêm ocorrendo de forma cada vez mais intensa, permitindo amplas possibilidades de análise no que diz respeito aos componentes degradados e aos fatores que permitem ou até apóiam tal processo, geralmente de conseqüências sociais, econômicas e ambientais muito danosas.

Um exemplo de desastres ambientais na Região Metropolitana de Porto Alegre foi a morte de 50 toneladas de peixes no Rio dos Sinos em outubro de 2006. Este incidente foi resultado da combinação de diversos fatores: resíduos da intensa atividade industrial na região - que é um pólo produtor de couro e calçados, falta de tratamento adequado dos esgotos domésticos e captação da água do rio para irrigar lavouras de arroz (ECOAGENCIA, 2008). Exemplos como esse, mostram como as atividades humanas, quando mal empreendidas, causam sérios danos à vida em todas as suas formas, comprometendo não só os que vivem hoje, mas também as gerações futuras.

O uso inadequado dos recursos naturais traz conseqüências diversas aos componentes ambientais:

- a) Na vegetação, seus impactos contribuem para redução dos habitats e provável extinção de espécies;
- b) Nos solos, a degradação provoca a diminuição da fertilidade, redução da capacidade de suporte das terras e a alteração no custo de produção e, conseqüentemente, na produtividade e rentabilidade das culturas (ARAÚJO et al, 1990);
- c) No ar, pela fácil dispersão de poluentes e resíduos, muitas vezes se torna impossível o controle ou mesmo a minimização dos danos, extrapolando a escala do local e do imediato;
- d) E na água, também um dos elementos mais sensíveis e imediatos, no que diz respeito ao impacto negativo causado a ele e as populações humanas, sendo de rápida dispersão e difícil controle.

Impactos ambientais causados por este tipo de degradação também se fazem presentes no município de Glorinha, situado na Região Metropolitana de Porto Alegre (R.M.P.A.), mesmo que não seja, ainda, de maneira tão intensa ou irreversível. A chegada de grandes empresas, a expansão da agricultura, da pecuária e outras atividades rurais aliadas ao aumento

da população, podem implicar em agressões maiores e mais intensas num futuro próximo. Em relação à cobertura vegetal no município verifica-se um fator de impacto que é a derrubada de árvores exóticas como Pinus Sp. e Eucaliptos Sp. no território municipal, sendo que esta atividade se intensificou após a instalação de grande indústria do ramo madeireiro no município. E outra atividade relacionada ao Manejo Florestal, que pode ser associada, é a abertura de estradas nas propriedades para a retirada de árvores. Ela pode ser considerada a principal causadora de movimentação de solo, maior inclusive que qualquer outra atividade de manejo (IPEF, 2008). Todas estas atividades quando mal gerenciadas, podem causar assoreamento nos arroios próximos, através da carga de sedimentos removidos do solo que foi exposto após a retirada da cobertura vegetal, com carreamento intensificando durante as chuvas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo principal realizar o diagnóstico da adequação do uso do solo no município de Glorinha.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo proposto, os objetivos específicos são os seguintes:

- a) Elaborar um Mapa de Uso e Cobertura do Solo em Glorinha;
- b) Validar o uso de imagens CBERS-2 na escala adequada para mapeamento e análise do município;
- c) Testar a eficiência do uso de imagens do Google Earth no apoio a classificação supervisionada;
- d) Avaliar a aplicação da metodologia de zoneamento proposta pela METROPLAN para a escala municipal, através dos resultados obtidos neste trabalho.

3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho compreende a área do município de Glorinha, constituindo 32.312,60 ha², Figura 1.

Ver figura 1:

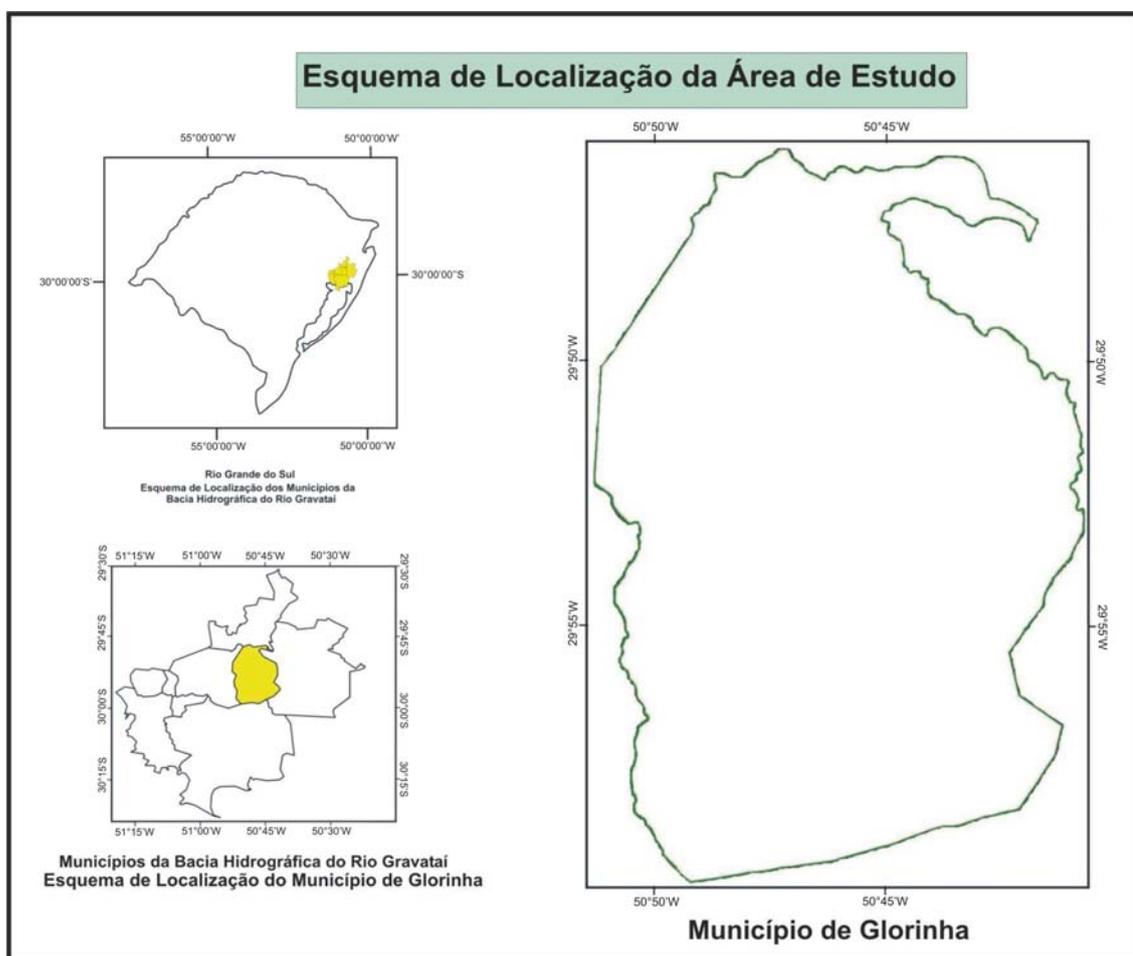


Figura 1: Localização da Área de Estudo

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

3.2.1 Caracterização Socioeconômica

O município de Glorinha foi criado em 04 de maio de 1988, pela Lei Estadual 8.590 de 1988, desmembrando-se do município de Gravataí. Está situado na Região Metropolitana de Porto Alegre, distante aproximadamente 50 km da capital. Possui duas vias principais de acesso: a RS 030 e BR 290 - Free Way.

Sua economia historicamente foi baseada na pecuária extensiva de corte, no rebanho bovino de leite e na produção de arroz. Atualmente a economia está mais diversificada, permanecendo ainda o gado de corte e as lavouras de arroz, porém, com significativa redução do rebanho leiteiro.

A principal fonte de riquezas do município hoje vem do setor industrial, respondendo a 51,95 % do PIB municipal (FEE, 2008).

Na distribuição da população no ano de 2000 havia 4.399 pessoas na Zona Rural e 1.285 na Zona Urbana, em um total de 5.684 habitantes (IBGE, 2000). Sua população atualmente é de 6.908 habitantes (IBGE, 2007). Apesar de algumas mudanças nas atividades econômicas, o perfil de distribuição da população não se alterou significativamente nos últimos anos, mantendo maior concentração na Zona Rural, ver Tabela 1.

Tabela 1: Estimativas de População no Município de Glorinha, RS

Estimativas de População:				
Anos:	1990	1996	2000	2006
Urbana	850	1.026	1.285	2.012
Rural	3.695	3.692	4.399	5.122
Total	4.545	4.718	5.684	7.134

Fonte: FEE (2008).

3.2.2 Caracterização Física

O município de Glorinha está localizado na Planície Costeira do Rio Grande do Sul entre as Coordenadas Geográficas 29°45'57" e 29°59'50" de Latitude Sul e 50° 40'44" e 50°51'17" de Longitude Oeste. Faz divisa com os municípios de Taquara ao norte, Santo Antonio da Patrulha a leste, Viamão ao sul e Gravataí a oeste. A altitude do relevo municipal varia entre 15 e 345 metros.

Predominam duas formações naturais em relação à cobertura vegetal, uma é a Floresta Estacional Semidecidual nas áreas de encosta, e a outra, em áreas de formação pioneira, como a planície do Rio Gravataí, predomina a vegetação herbácea com influência fluvial e/ou lacustre (FEPAM & FZB, 2007-b).

Ao norte, o município é limitado pelos primeiros patamares da Serra Geral, onde se encontra o divisor de águas das bacias dos rios Sinos e Gravataí, com predomínio de rochas areníticas, da formação Botucatu. O relevo destas encostas foi formado dentro do sistema deposicional de Leques Aluviais, característico dos ambientes de encostas da Planície Costeira do RS, e ao Sul, limita-se pelo Banhado Grande da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, um complexo ambiental formado pelo sistema deposicional Laguna-Barreira I, o mais antigo de todos, de aproximadamente 400 mil anos (TOMAZELLI & WILLWOCK in HOLZ; DE ROS, 2000). Este complexo ambiental é extremamente importante por sua fragilidade e função reguladora das vazões do próprio Rio Gravataí.

Do total da área da Bacia do Rio Gravataí, de 2.006 Km², da qual Glorinha é pertencente, ocupa uma área de 323 Km², ou 16 % desta Bacia.

Possui temperatura média em torno de 19 °C, umidade relativa do ar de até 70 % no verão, 75% no outono, 78 % no inverno e 72 % na primavera. Com relação à distribuição das chuvas apresenta no verão 22%, no inverno 29%, no outono 24 % e na primavera 25 % de concentração (GLORINHA, 2000).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 USO DO SOLO

Em uma perspectiva clássica, os Geógrafos concebiam a paisagem como a porção material das relações entre o homem e a natureza, num dado espaço definido. O limite da paisagem então seria o alcance visual (SUERTEGARAY, 2001).

Esta dimensão material do Espaço Geográfico pode ser definida pelos estudos de uso do solo, entretanto, este arranjo material pode revelar mais do que apenas as formas em um território, a paisagem é o conjunto de formas, que num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre o homem e a natureza (SANTOS, 1997).

Portanto a paisagem é um conceito operacional que nos permite reduzir a realidade, tornando-a possível de representação e análise com certa fidelidade, podendo estabelecer relações entre elementos de um espaço na busca de respostas aos mais diversos problemas apresentados à Geografia. Conforme nos confirma Suertegaray (2001):

Ao optarmos pela análise geográfica a partir do conceito de paisagem, poderemos concebê-la enquanto forma (formação) e funcionalidade (organização). Não necessariamente entendendo forma–funcionalidade como uma relação de causa e efeito, mas percebendo-a como um processo de constituição e reconstituição de formas na sua conjugação com a dinâmica social. Neste sentido, a paisagem pode ser analisada como a materialização das condições sociais de existência diacrônica e sincronicamente. Nela poderão persistir elementos naturais, embora já transfigurados (ou natureza artificializada). O conceito de paisagem privilegia a coexistência de objetos e ações sociais na sua face econômica e cultural manifesta (p. 6).

Os estudos de uso do solo são amplamente utilizados por todos os segmentos da Sociedade, com diversos fins, sendo que historicamente surgiram para auxiliar na exploração econômica, apresentando as potencialidades de uso dos recursos naturais (IBGE, 2006b).

4.2 PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL

De acordo com CEPAM (2007) os elementos básicos do processo de planejamento, são: um sujeito (individual ou coletivo) que concebe um caminho e uma seqüência de ações, para alcançar um objetivo desejado. A rigor, toda ação do Poder público deve ser planejada, não deixando margens ao improviso. Segundo Cabral (1996 apud CONCEIÇÃO, 2004), encontramos outra definição para Planejamento, e sua relação com a esfera pública:

Planejamento é o processo pelo qual uma pessoa ou instituição procura racionalizar suas decisões, tanto no que tange a fixação de objetivos quanto à forma de atingi-los. O mesmo autor comenta que o planejamento na esfera governamental não é um método de trabalho diferente daquele que se pratica nas empresas e instituições em geral, mas é diverso no que diz respeito aos objetivos, porque obriga muito mais o administrador a envolver-se continuamente com complexos problemas de interesse público, e dar satisfações a respeito do que está sendo feito com o patrimônio da comunidade (p. 5).

Em relação ao planejamento ambiental que é uma adequação das teorias gerais do planejamento as necessidades dos recursos naturais e do meio biótico, Diegues (1989), apresenta uma importante definição:

Para o planejamento ambiental, parte-se da necessidade de incorporar a variável ambiental ao planejamento sócio-econômico, visando à utilização mais adequada do espaço dos ecossistemas e de seus recursos, isto é, a melhoria das condições de vida das populações e a conservação do patrimônio cultural. [...] O planejamento inicia com a coleta de informações básicas, que incluem: características ambientais gerais, recurso de solo e água, florestas naturais, vida selvagem, recursos pesqueiros, erosão do solo, culturas e comunidades humanas, poluição, pestes e doenças, impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente natural e humano (p. 40).

Ainda segundo Diegues (1989), a finalidade desses inventários é determinar o potencial e as vocações naturais dos ecossistemas para a produção de bens e serviços, bem como os fatores limitantes encontrados.

Um dos instrumentos mais conhecidos e utilizados para disciplinar o uso do solo nos municípios é o Zoneamento Ambiental, que na maioria dos casos é aquele estabelecido pelo Plano Diretor. Segundo Medeiros & Menegotto (2004), o zoneamento é considerado por excelência um instrumento de planejamento urbano, geralmente com mais critérios e detalhes nesse espaço.

Novamente segundo CEPAM (2007), “gestão significa o ato de gerir, gerenciar; é sinônimo de ação humana de administrar, de controlar ou de utilizar alguma coisa para obter o

máximo de benefício social, o que se pode traduzir por qualidade de vida.” A busca por essa qualidade de vida é compromisso básico de todos os Governos, orientando suas populações e disciplinando o uso dos recursos naturais.

Para a eficiente gestão ambiental a nível local, a Legislação Brasileira outorga poderes aos municípios para a organização de seus territórios, por meio do licenciamento ambiental de impactos locais, pelas Leis do Plano Diretor, e também pela Lei de Parcelamento do Solo e quaisquer outras dentro da competência municipal. Com isso, buscase o uso racional do solo, de acordo com o princípio da Lei Federal 6.938/81, a Política Nacional do Meio Ambiente, em seu artigo 2º, inciso II.

No entanto, outras ações são necessárias para completar esses trabalhos de proteção ao meio ambiente, conforme sugestão encontrada nas publicações da Federação das Associações de Municípios do Rio Grande do Sul-FAMURS (1998) que recomenda:

[...] é necessário que a Administração Municipal crie unidades específicas para o trato das questões envolvendo o meio ambiente, a fim de verificar a quantidade de problemas causados pela falta de planejamento adequado, ou seja, de políticas que contemplem o impacto ambiental gerado pelos seus projetos.

4.3 GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA PARA A ANÁLISE AMBIENTAL

O Geoprocessamento é o conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados georeferenciados, servindo aos propósitos de análise ambiental em todas as suas etapas: coleta da informação, processamento e representação (ROSA, 2005).

Atualmente o meio mais utilizado para se obter informação primária da superfície terrestre, que depois será convertida em linguagem cartográfica é o Sensoriamento Remoto. Por definição, Sensoriamento Remoto é a aplicação de dispositivos que, colocados em aeronaves e satélites, nos permitam obter informações sobre objetos ou fenômenos na superfície da Terra, sem contato físico com eles (ROCHA, 2007). Esta ciência amplia nossa capacidade de análise, permitindo ganhos em tempo e redução de custos nos levantamentos, comparando-os aos tradicionais métodos de campo.

Com respeito à redução de custos nas análises geográficas, o Governo Brasileiro, juntamente com o Governo Chinês, iniciou em 1988 uma parceria para a construção de uma família de satélites de Sensoriamento Remoto, o projeto CBERS (Satélite Sino Brasileiro de

Recursos Terrestres, sigla em Inglês), permitindo a obtenção de imagens gratuitas deste satélite INPE (2008). O satélite CBERS-2, em operação desde 2003, dispõe de um conjunto de sensores e câmaras imageadoras, para os mais variados fins e necessidades de resolução temporal, espacial e espectral. Neste trabalho foram usadas imagens da câmara imageadora CCD (Charged Couple Device), de alta resolução espacial. Abaixo seguem suas especificações, Quadro 1:

Quadro 1: Características da Câmara Imageadora de Alta Resolução CCD

Características da Câmara Imageadora de Alta Resolução CCD	
Bandas Espectrais	0,51 - 0,73 μm (pan) 0,45 - 0,52 μm (azul) 0,52 - 0,59 μm (verde) 0,63 - 0,69 μm (vermelho) 0,77 - 0,89 μm (infravermelho próximo)
Campo de Visada	8,3°
Resolução Espacial	20 x 20m
Largura da Faixa Imageada	113 km
Capacidade de Apontamento do Espelho	+/- 32°
Resolução Temporal	26 dias com visada vertical (3 dias com visada lateral)
Frequência da Portadora de RF	8103 MHz e 8321 MHz
Taxa de Dados da Imagem	2 x 53 Mbit/s
Potência Efetiva Isotrópica Irradiada	43 dBm

Fonte: INPE (2008).

Segundo INPE (2008), a Câmara Imageadora de Alta Resolução (CCD), por possuir uma boa resolução espacial – 20 metros – em quatro bandas espectrais, mais uma pancromática, presta-se à observação de fenômenos ou objetos cujo detalhamento seja importante. Suas bandas estão situadas na faixa espectral do visível e do infravermelho próximo, o que permite bons contrastes entre vegetação e outros tipos de objetos.

Quando se trabalha com a complexidade de informações e a necessidade de se combiná-las, objetivando cruzamentos com informações obtidas de imagens de satélite e outras fontes, como o zoneamento da METROPLAN, é recomendável o trabalho em ambiente de SIG (Sistema de Informações Geográficas), Câmara & Medeiros (1998 apud ROCHA, 2007), destacam suas características e aplicações:

As principais características de um SIG, são sua capacidade de inserir e integrar dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno; oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar, e plotar o conteúdo da base de dados georeferenciados (p. 47).

Depois da obtenção e processamento das informações, a Cartografia aparece como excelente ferramenta de comunicação, para informar sobre realidades espacializáveis. Sua aplicação é amplamente difundida nas atividades que necessitam avaliar espaços da superfície terrestre e as ações antrópicas sobre eles. Conforme destaca Rosa (2004):

A Cartografia é considerada como a ciência e a arte de expressar (representar), por meio de mapas e cartas, informações da superfície terrestre. É ciência porque, para alcançar exatidão, depende basicamente da astronomia, geodésia e matemática. É arte porque é subordinada as leis da estética, simplicidade, clareza e harmonia (p. 4).

Assim, todas essas ferramentas e produtos devem servir ao planejamento e gestão dos recursos ambientais, buscando a integração com outras fontes de dados, como os Censos Agropecuários do IBGE, auxiliando na construção de análises que integrem os fatores ambientais e os sistemas socioeconômicos, alcançando uma visão espacial e temporal, capaz de dar suporte à tomada de decisões para projetos de Governo e da Sociedade em geral.

4.4 PEQUENA REVISÃO DE ESTUDOS SOBRE O TEMA ZONEAMENTO E USO DO SOLO

Um estudo importante realizado em todo o estado do Rio Grande do Sul, sobre zoneamento ambiental, foi o Zoneamento Ambiental para Atividade de Silvicultura (FEPAM & FZB, 2007). Esse trabalho identificou 45 unidades de paisagem natural no estado, possibilitando a definição de diretrizes para as atividades de silvicultura, respeitando as características das diversas paisagens do RS.

Segundo a descrição da metodologia utilizada, presente no Vol. 1, estas “Unidades de Paisagem Natural foram definidas através do cruzamento de bases digitais de geomorfologia, vegetação potencial original, solo e altimetria, previamente simplificadas e na escala 1:250.000, tendo como ferramenta auxiliar o mosaico de imagens de satélite LANDSAT (*Land Satellite*) do Estado do Rio Grande do Sul” (RS, FEPAM & FZB, 2007, p. 10). Foram apresentadas informações sobre os elementos que caracterizam estas Unidades,

aspectos atuais relevantes, objetivos de conservação, restrições e recomendações. O município de Glorinha foi identificado como pertencente a duas Unidades: a PL3, que é a região a leste da Laguna dos Patos e a Unidade DP3, corresponde à região dos primeiros patamares da Serra Geral, onde se encontra o divisor de águas das bacias dos rios Sinos e Gravataí. Através desse trabalho foi estabelecido um zoneamento para todo o estado, porém o nível de detalhe é pequeno, o ideal seria que fosse possível a realização de ajustes para cada município conforme as características mais específicas, ou estudos locais. No caso de Glorinha, não serão permitidas plantações florestais, já que o município está em sua totalidade na APA do Banhado Grande.

O município de Glorinha está inserido totalmente na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, esta por suas características geológicas, hídricas, climáticas, é uma região de tênue equilíbrio ecológico, onde a ação antrópica tem que ser bem planejada e constantemente monitorada (METROPLAN, 1994).

Um dos estudos já realizados na Bacia do Rio Gravataí sobre a cobertura vegetal e uso do solo foi o Diagnóstico do Meio Biótico e Mapeamento da Cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí FZB (2000). Esse trabalho utilizou imagens dos Satélites LANDSAT, e SPOT (*Satellite Pour l'Observation de la Terre*), fotografias aéreas oblíquas e Cartas do DSG em escala 1:50.000. Um dos documentos cartográficos produzidos foi o mapa de Cobertura do Solo, que contempla a área de toda bacia em escala de 1:100.000. Esse mapa destacou uma série de impactos negativos, principalmente em relação à vegetação nativa, de áreas próximas ao Banhado Grande. Nestas áreas, pouco restou da vegetação ripária, pois os vários canais artificiais de drenagem, não dispõem desta proteção. Outro destaque desse trabalho foi o Mapa de Fragmentos Florestais, que apresentou as áreas de maior importância para a conservação, estabelecendo critérios como a conectividade entre as manchas de remanescentes florestais, fornecendo subsídios para a implementação de programas de recuperação ambiental.

Bulhões (1994) apresenta o mapeamento da cobertura vegetal e ocupação atual do solo da área de influencia da barragem olaria velha da bacia do rio Gravataí – RS. A área de influencia direta, correspondente a 7.005 ha, foi considerada aquela que efetivamente sofreria o alagamento, tendo seu uso e cobertura mapeados em escala 1:20.000, com predomínio de uso pela agricultura e cobertura de campo úmido. Já para a área de influência indireta, que foi considerada toda a Bacia do Rio Gravataí, o mapeamento foi realizado em escala de 1:100.000. A área a montante da barragem que receberia o maior impacto seria o próprio ecossistema do Banhado Grande, inclusive, segundo a publicação, tendo sua área aumentada

pelo acúmulo de água à jusante e aumento no lençol freático, diminuindo então o impacto da procura de água no próprio banhado. Os resultados do mapeamento em escala 1:100.000, identificaram o predomínio de três formas de uso: formação campestre com 35,42%, culturas diversas 19,72% e agricultura com 19,65%, juntas somam 74,79%, das categorias de uso na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí em 1994. Segundo o trabalho, aos poucos as regiões de várzea do Rio Gravataí, transformaram-se em áreas de cultivo extensivo de arroz e pastagens, enquanto que a mata nativa deu lugar às pequenas culturas e reflorestamento.

Outro mapeamento realizado na área da Bacia foi o EIA/RIMA da área de influência da barragem Olaria Velha (ECOPLAN ENGENHARIA, 1993). Nesse trabalho foi apresentado o mapa de uso e cobertura do solo em série temporal, iniciando em 1964, 1971 e 1984, no qual se pode verificar a rápida diminuição da área do Banhado Grande neste período.

A nível municipal o estudo encontrado com foco específico para o município de Glorinha é o zoneamento contido no Plano Diretor na forma de Macro Zoneamento, o qual apresentamos na Figura 2. Este zoneamento foi estabelecido pela Lei Municipal 677, de 02 Junho de 2004. Nela foram definidas grandes áreas, com sub-setores elencando quais usos são permitidos em cada zona, desde o Macro Zoneamento até as zonas menores, com considerável grau de imprecisão na localização das mesmas.

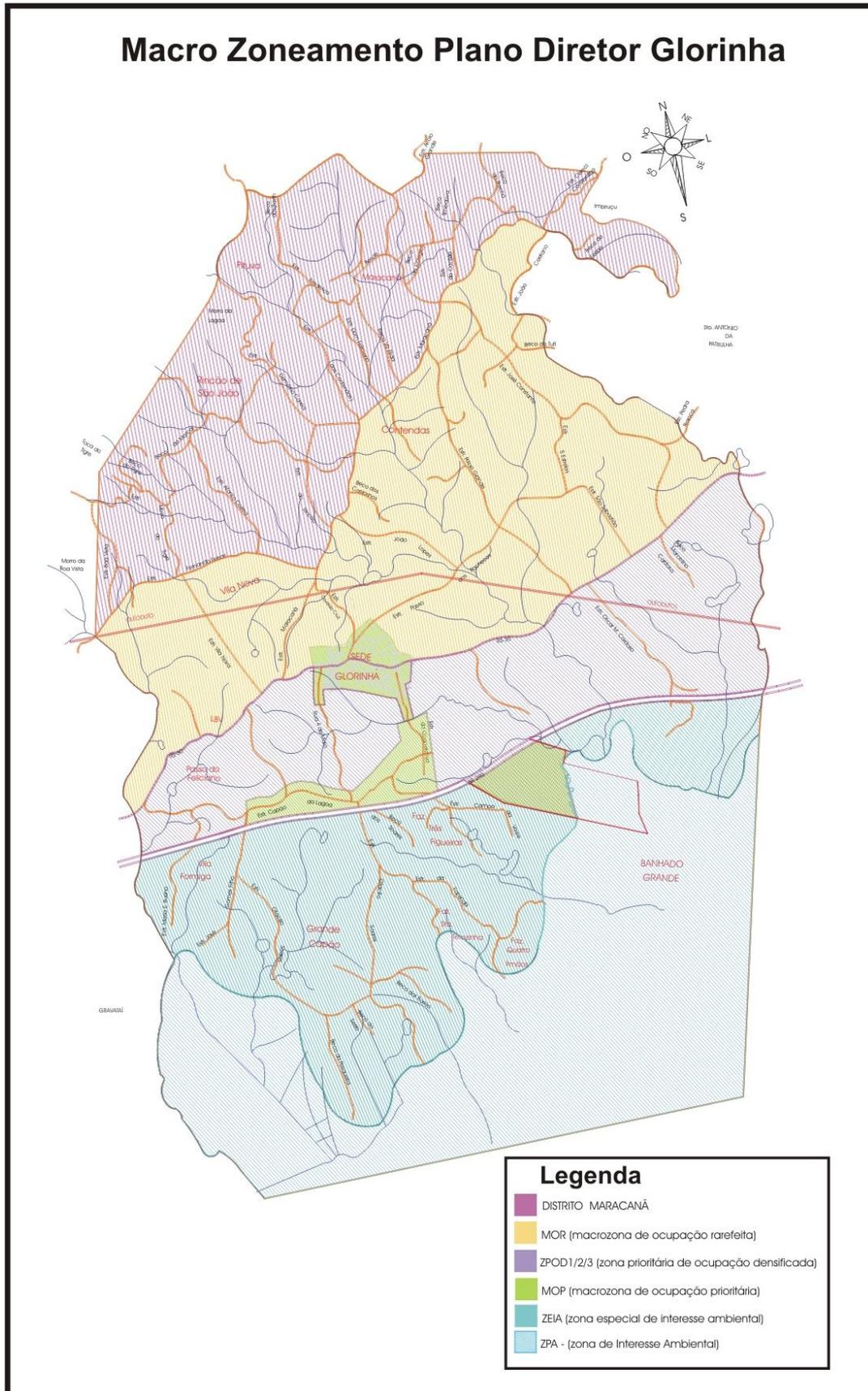


Figura 2: Macro Zoneamento do Plano Diretor de Glorinha-RS.
 Fonte: P. M. de Glorinha.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados para a realização deste trabalho foram os seguintes:

- Cartas da Diretoria do Serviço Geográfico, na escala 1:50.000; Folhas SH-22-X-C-IV-3 e SH-22-X-C-IV-4 de 1978, digitalizadas;
- Imagem de Satélite CBERS-2, de 8 de Março de 2006, Câmera CCD, órbita/ponto 157/133; composição colorida banda 2 (verde), 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo), resolução espacial de 20m;
- Imagens do Satélite Quickbird, obtidas a partir do Software Google Earth;
- GPS de navegação Garmim E-map;
- Mapa de Capacidade do Uso Agrícola do Solo da Bacia do Rio Gravataí, Escala 1:100.000, elaborado pela METROPLAN em 1994;
- Folha Gravataí do Mapa de Capacidade do Uso Agrícola do Solo da Bacia do Rio Gravataí, escala 1:50.000, elaborado pela METROPLAN em 1993.

Os softwares utilizados foram os seguintes:

TRACKMAKER – Este software foi utilizado para receber os dados dos levantamentos de campo com o GPS de navegação.

KML2SHP – Software utilizado para conversão do formato *kml* (nativo do Google Earth) para o formato *shapefile* utilizável nos softwares ENVI e IDRISI 32.

IDRISI – É um Sistema de Informações Geográficas. Neste trabalho foi utilizado para o cruzamento dos mapas de uso e cobertura do solo, elaborado a partir das imagens CBERS, com o mapa de capacidade de uso agrícola do solo elaborado pela METROPLAN no projeto PROTEGER.

ENVI – Este software foi utilizado para o processamento das imagens CBERS, por meio da classificação supervisionada, com parâmetros obtidos em amostras de alvos com apoio de GPS e imagens Quick Bird obtidas do Google Earth, com o objetivo de elaborar o Mapa de Uso e Cobertura do Solo no Município de Glorinha.

COREL DRAW – Este software serviu para edição das fotografias, mapas e das figuras utilizadas no trabalho.

5.2 MÉTODOS

Para a execução deste trabalho os procedimentos metodológicos foram os seguintes:

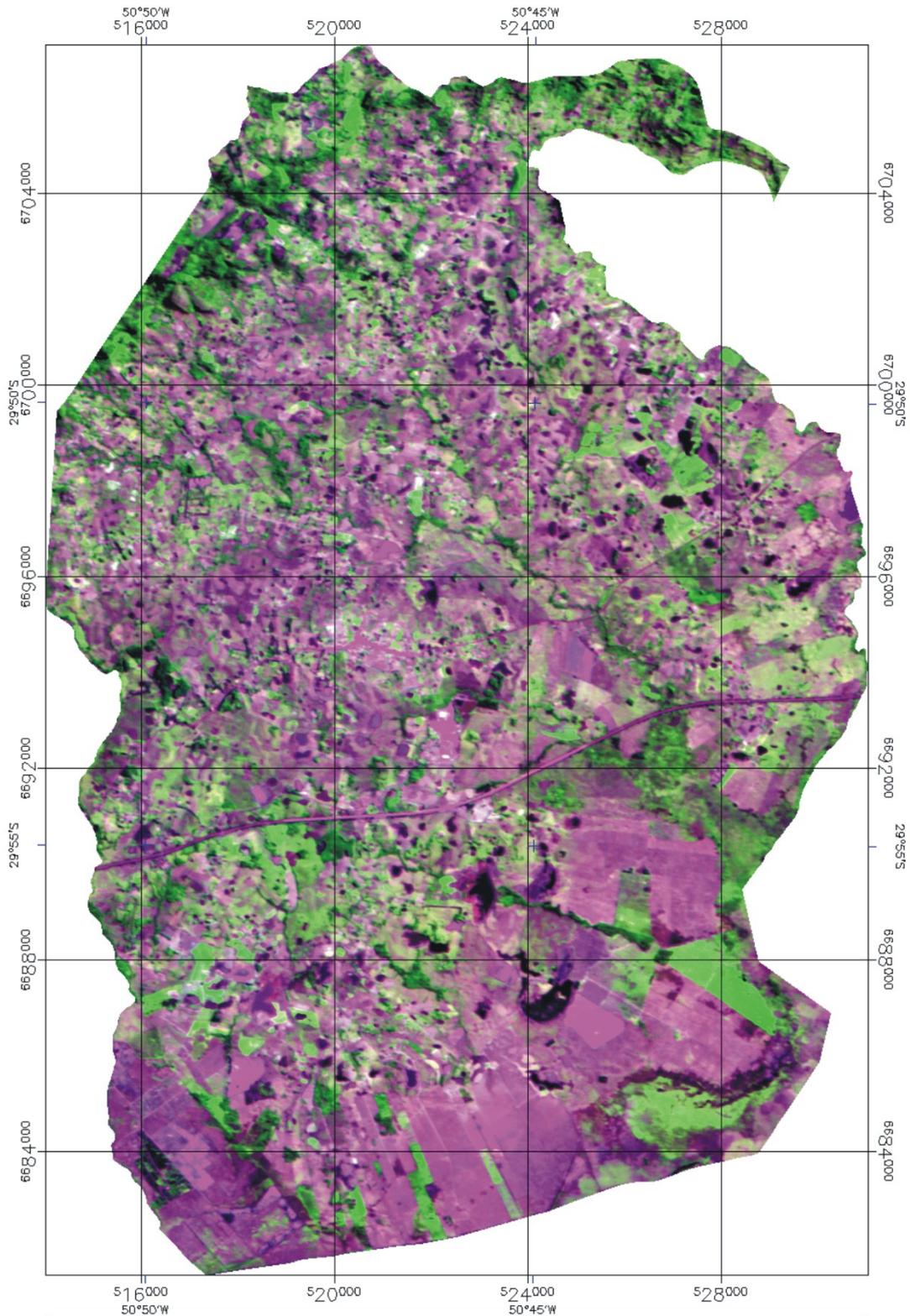
1- Georeferenciamento da imagem CBERS-2, utilizando o software ENVI, com pontos de controle obtidos nas Cartas do DSG, Folhas SH-22-X-C-IV-3 e SH-22-X-C-IV-4 de 1978 na escala 1:50.000.

2 - No processo de elaboração do Mapa de Uso e Cobertura do Solo de 2006, foram utilizadas técnicas de processamento de imagens, juntamente com amostras de alvos obtidas em levantamentos de campo. Foram também utilizados posteriores ajustes nos polígonos desses alvos, transformando-os em máscaras no processo de Classificação Supervisionada. Estes ajustes se fizeram necessários, pois algumas classes apresentaram elevada confusão espectral com as demais, tornando inviável o processo de classificação automática, que utilizaria apenas as amostras desses alvos.

Foram utilizadas imagens do sensor CCD do Satélite CBERS-2, nas bandas 2, 3, e 4, com resolução espacial de 20m, capturadas em 08 de Março de 2006. A data das imagens, apesar de um pouco defasada, no momento de início dos trabalhos era uma das melhores imagens à disposição, com ausência de cobertura de nuvens e alta qualidade no georeferenciamento, com erro quadrático médio de 0,8 pixel.

Para verificação do comportamento dos alvos analisados, foi utilizada a composição colorida, com a banda 2 no canal do vermelho, a banda 3 no azul e a banda 4 no verde, Figura 3.

Carta Imagem do Município de Glorinha,RS



Escala Aproximada: 1:133.000

Resolução Espacial: 20m
Datum: Córrego Alegre
Projeção: UTM 22

Composição Colorida: R2 G4 B3
Satélite: CBERS-2 Sensor CCD
Data: 08/03/2006.

Figura 3: Carta Imagem do Município de Glorinha, RS.
 Imagem de março de 2006, composição colorida R2G4B3.

A próxima etapa foi a criação de polígonos que foram utilizados como amostras para a classificação supervisionada. Estes polígonos foram criados a partir das imagens Quickbird, disponíveis no software Google Earth, e convertidos para o formato *kml* e posteriormente exportados para o formato *shp* com auxílio do software Kml2shp, para que pudessem ser editados diretamente sobre as imagens CBERS, já que há uma considerável diferença no georeferenciamento entre estas imagens. Esta etapa de edição das amostras foi realizada no software ENVI 4.0. Foram definidas 4 classes para a amostragem, a saber:

- Campo: Amostras de textura lisa, tonalidade verde-claro. Sem predomínio de vegetação de maior porte ou sinais de atividades agrícolas. Pode ser campo resultante de abandono de atividades agrícolas e pastoris ou ainda usado como pastagem;
- Corpos D'água: No caso de Glorinha, a maioria desses alvos são açudes construídos, de fácil percepção através da linha que caracteriza a barragem que deu origem a este açude. Utilizados para as atividades agrícolas, basicamente;
- Vegetação Nativa: Em sua maior parte, espécies situadas nas margens de arroios, nas encostas mais declivosas da porção Norte do município e alguns capões residuais ao longo da área de estudo;
- Solo Exposto: Áreas de tonalidade rósea, com tons de branco e tendendo a homogeneização. Estas áreas são resultantes de cultivos agrícolas já colhidos e supressão da vegetação, tanto natural quanto exótica.

As outras classes (cultivo anual, pastagens cultivadas, banhados, extração mineral, rodovias e mancha urbana) definidas para o Mapa de Uso e Cobertura do Solo, foram criadas por meio de interpretação visual sobre as imagens, não estando sujeitas ao processo de classificação digital. Esse procedimento foi adotado, em razão da dificuldade de apenas por meio da classificação automática serem definidas estas classes.

Exemplo desta dificuldade, é a saturação radiométrica que ocorre na banda 4 (infravermelho próximo) do sensor CCD do CBERS, presente nas imagens utilizadas, apresentando características de reflectância na vegetação nativa semelhantes aos cultivos anuais e pastagens. Fatos como esse, são comuns dentro das técnicas e produtos do Sensoriamento Remoto, sendo necessária também a contribuição do analista para ir além destas limitações, conforme nos relata Ponzoni (2002):

Assim como acontece com qualquer outro objeto de estudo à luz das técnicas de sensoriamento remoto, são inerentes as chamadas ambigüidades nas quais efeitos de diferentes fatores/ parâmetros podem assumir valores iguais de radiância, o que implicará em uma “mesma” aparência nas imagens, mesmo em se tratando de diferentes coberturas vegetais. Cabe ao intérprete estar preparado para conviver com estas limitações e extrair dos produtos de sensoriamento remoto o máximo de informação confiável (p. 17).

Atento a essa última recomendação, no presente trabalho, optou-se pela criação de máscaras para as classes cultivo anual e pastagens cultivadas, isolando a classe mata nativa desta possibilidade de confusão.

Outros exemplos são: as áreas sombreadas, dado que a porção noroeste do município tem o relevo bastante acidentado. Para solucionar o problema de sombreamento das encostas foi criada uma classe a partir de máscara para a sombra. De certa forma esses problemas são agravados tendo em vista o alto parcelamento do uso do solo no município de Glorinha; e a mancha urbana que foi definida a partir de interpretação visual sobre a imagem de satélite, juntamente com o polígono da área urbana, definido por lei municipal.

Também foram criados os vetores da rodovia RS 030 e da auto-estrada BR 290 (Free Way), utilizando as cartas da DSG digitalizadas, pois a resolução espacial nelas é de 5m, o que facilitou a definição desses vetores.

Novamente recorreremos às imagens do Google Earth para criar outras máscaras, como: a classe extração mineral composta por duas áreas de pedreiras e uma de extração de solo; e a classe vegetação exótica composta de cultivos de *Pinus Sp.*, *Eucaliptus Sp.* e *Acácia Sp.*, pois nas tentativas de classificação automática houve confusão com as classes cultivo anual, vegetação nativa e pastagens cultivadas.

Apenas a classe cultivo anual foi criada diretamente sobre as imagens CBERS, já que possuía condições mais favoráveis de interpretação visual. Foi levada em consideração a disposição espacial dos pixels: na maioria das ocorrências em formatos retangulares, cercados por áreas de solo exposto, nas proximidades das várzeas do Banhado Grande, e de corpos d'água.

A máscara banhado foi inicialmente definida nas imagens do Google Earth, levando em consideração características da vegetação e do uso do solo naquelas proximidades, notadamente a vegetação de menor porte e de disposição bem compacta. Posteriormente esses vetores foram exportados para o formato *shapefile*, para ser procedida a verificação sobre a imagem da banda 2 do CBERS, na visualização em níveis de cinza, pois nesta banda a resposta da água associada àquele tipo de vegetação é bem marcante, apresentando baixa reflectância, portanto, uma tonalidade escura, o que permitiu serem feitas algumas correções.

Por último, buscou-se a delimitação do banhado representado nas cartas da DSG, com especial atenção às curvas de nível das planícies fluviais dos cursos d'água adjacentes.

Após a definição das amostras de treinamento e das máscaras, iniciou-se o processo de classificação supervisionada por Máxima Verossimilhança, no software ENVI 4.0., recomendado por Crósta (1992), nos casos em que o operador possui bom conhecimento da imagem a ser classificada. Este processo consiste em definir a classe mais provável de ocorrência de um pixel dentro de um conjunto de classes finito (CENTENO, 2003). A eficácia desse processo 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 (ENVI, 2004).

A primeira etapa foi a aplicação de todas as máscaras e a classificação com 4 classes: corpos d'água, solo exposto, campo e vegetação nativa, a partir das amostras. Procedeu-se a classificação por Máxima Verossimilhança, das classes produzidas, foi exportada para o formato vetorial a classe corpos d'água. Em seguida, foi feita a sobreposição desta classe em formato vetorial às imagens CBERS e corrigidos alguns polígonos que foram classificados de forma equivocada, principalmente pixels próximos a Free Way que entraram na classe corpos d'água. Depois da correção, estes vetores voltaram à classificação, porém agora como máscaras, sem possibilidade de serem confundidos com outra classe. Na seqüência, realizou-se a classificação com apenas 3 classes sujeitas ao processo automático, reduzindo consideravelmente as chances de ocorrerem pixels classificados de maneira equivocada. Finalmente, como etapa de Pós-Classificação, foi utilizada a ferramenta de aglutinação (*Clump*) do ENVI 4.0, com definição de row e coluns 2, que garantiria a permanência de um pixel naquela classe se ele possuísse ao menos 2 pixels iguais a ele, dentro dos 4 que o circundam. Com isso, foi reduzido o efeito de ruído de pixels dispersos isoladamente;

3- Digitalização do mapa impresso de Capacidade de Uso Agrícola do Solo da Bacia do Rio Gravataí, na escala de 1:100.000. Primeiramente o mapa foi escaneado em scanner de mesa para posterior georeferenciamento no software ENVI 4.0;

4- Digitalização do mapa impresso de Capacidade de Uso Agrícola do Solo da Bacia do Rio Gravataí, Folha de Gravataí, na escala de 1:50.000. Este mapa foi escaneado em scanner de tambor e a imagem resultante foi georeferenciada no software ENVI 4.0;

5- Conversão dos vetores, resultantes do processo de classificação, do Mapa de Uso e Cobertura do Solo de 2006 para o formato *shapefile* e posterior importação no software IDRISI 32;

6- Cruzamento, no software Idrisi 32 das Classes de Uso e Cobertura do Solo de 2006 com as Classes de Capacidade de Uso do Solo. Esse cruzamento visa a obtenção do Mapa de Adequação do Uso do Solo no município de Glorinha. O que se busca como resultado desse cruzamento é identificar as áreas que estão sendo superutilizadas segundo os parâmetros estabelecidos no zoneamento elaborado pela METROPLAN.

5.3 PARÂMETROS DO ZONEAMENTO

No presente trabalho, o zoneamento adotado foi aquele desenvolvido pela METROPLAN (1994) em conjunto com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) no Programa Técnico para Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre (PROTEGER), obtido da carta de Capacidade de Uso Agrícola da Bacia do Rio Gravataí. As informações que deram base ao zoneamento são oriundas de estudos do INCRA e de outros autores, na escala de 1:100.000, posteriormente houve o detalhamento das Classes de Capacidade de Uso do Solo na escala de 1:50.000, com apoio de mapas pedológicos, mapas de declividade e suscetibilidade à erosão, auxiliados também por fotografias aéreas da Bacia do Gravataí.

A proposta de classificação em classes de capacidade divide a Bacia em oito categorias, sendo que cinco destas ocorrem na área de estudo. Abaixo foi feita uma transcrição segundo Metroplan (1994), apresentando as definições das Classes de Capacidade que ocorrem no território municipal de Glorinha.

Classe III: terras cultiváveis seguras e continuamente com culturas anuais adaptadas, produzindo colheitas médias a elevadas, com obrigatoriedade de emprego de práticas intensivas ou complexas de manejo, como condição para esta utilização. Apresentam variações segundo os fatores restritivos de uso que podem relacionar-se:

- a) com a declividade, que determina a exigência do emprego de medidas intensivas de controle à erosão;
- b) com a drenagem, que determina especial cuidado no controle da água;
- c) com a fertilidade, que implica na utilização de práticas intensivas no manejo, tais como, emprego de corretivos, de fertilizantes e de rotação de culturas.

Classe IV: terras que não se prestam ao cultivo continuado e regular dos cultivos anuais adaptados, com produção de colheitas médias a elevadas, podendo admitir a realização desses cultivos por curtos períodos ou mesmo esporadicamente, dependendo do fator restritivo e de sua intensidade, exigindo em alguns casos, a execução de medidas e práticas intensivas e complexas de controle da erosão e da água. A presença dos fatores restritivos levou a considerar-se esta classe como um conjunto de subclasses, a saber: Subclasses IVi, IVe, IVp e IVt, destas, detalharemos apenas aquelas que ocorrem no território de Glorinha:

a) Subclasse IVi: as terras que constituem essa subclasse são planas ou quase planas. Nela encontram-se solos rasos sobre subsolo de má permeabilidade, até solos profundos. Esta unidade apresenta como principal fator restritivo a suscetibilidade ao alagamento e/ou a presença de lençol freático excessivamente superficial. O excesso de água pode originar-se de sua situação à margem de cursos d'água, quando se verifica por inundações de periodicidade ou frequência e duração variáveis. Pode também resultar de precipitações intensas, aliadas à topografia plana e a características de solos hidromórficos (Planossolo, Solos Glei e Plintossolos), apresentando basicamente problemas com a drenagem, bastante dificultada por um relevo plano e próximo a cursos d'água anastomosados.

b) Subclasse IVp: constitui esta unidade, as terras de topografia plana e fortemente ondulada, abrangendo solos de profundidade variável e cujo principal fator restritivo de uso relaciona-se com a presença de pedras na porção superficial do solo, quer soltas, quer na forma de afloramento de rochas. A intensidade da limitação no primeiro caso varia com o tamanho das pedras e com a proporção do solo coberto e, no segundo, com áreas abrangidas pelos afloramentos e pela distância entre eles.

c) Subclasse IVt: as terras que compõem esta unidade são representadas por solos profundos e que podem mesmo apresentar boas condições no que se relaciona à fertilidade, permeabilidade, drenagem, textura, mas que tem na topografia o principal fator restritivo de uso. Esta consiste em declives sempre acentuados, tanto contínuos como descontínuos e de extensão variável. Nas subclasses IVp e IVt ocorrem solos Podzólicos Vermelho-Amarelo desenvolvidos a partir de materiais graníticos, bem como arenitos. Nas rochas basálticas desenvolvem-se solos Brunizém Avermelhado e mesmo Solos Litólicos, com afloramentos de rochas. Essas litologias, nos casos de solos não muito desenvolvidos e com relevo mais movimentado (ondulado), acabam por influenciar na pedregosidade do solo e logicamente na topografia local.

As subclasses IVp e IVt estão consideradas em conjunto por ter sido este o procedimento do estudo do INCRA, sendo adotado este procedimento na Bacia do Rio Gravataí para possibilitar a comparação dos resultados.

Classe V: terras não cultiváveis com culturas anuais e que podem, com segurança, ser usadas para a produção de alguma espécie de vegetação, podendo ser especialmente adaptada para pastagens ou para silvicultura, sem restrições ou necessidades de aplicação de medidas especiais. São praticamente planas e não sujeitas à erosão, mas devido ao encharcamento permanente ou freqüente e prolongadas inundações, não são adaptáveis a cultivos anuais. Requerem para sua recuperação com vista ao uso agrícola intensivo, a realização de obras especiais de drenagem ou saneamento de enorme complexidade e custo. Esta classe corresponde diretamente às zonas de banhado, apresentando como limitação principal a saturação permanente do solo.

Classe VI: esta classe compreende terras que não são cultiváveis com culturas anuais, mas adaptadas para a produção de algumas culturas permanentes (fruticultura, pastagens ou silvicultura), se bem que exigindo, quase sempre, tratos culturais decorrentes da presença de fatores restritivos, que impõem limitações sérias a seu uso, que é condicionado a um constante cuidado no controle à erosão. Esta classe, por estar relacionada a um relevo forte ondulado, de forma geral, corresponde a Podzólicos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro com substrato granito ou arenito em zonas próximas ao município de Santo Antonio da Patrulha, Gravataí e Glorinha. Ocorrem ainda associados a esta classe, os solos Litólicos e Brunizém Avermelhado, na zona das escarpas basálticas, ao norte e leste da bacia.

Classe VII: compreendem terras onde as restrições, além de tornarem inviável a realização de cultivos anuais, impõem-se severamente até mesmo em relação a certas culturas permanentes tidas como protetoras do solo (pastagens e silvicultura). São terras altamente suscetíveis a degradação pela erosão e sua utilização correta exige sempre a adoção de uma ou várias medidas de controle à erosão e conservação da água. Seu uso afeta a conservação de áreas que lhe ficam à jusante, no caso de áreas escarpadas. Nesta classe ocorrem principalmente solos pouco desenvolvidos do ponto de vista da profundidade de perfil, em função do relevo muito íngreme e escarpado. São solos Litólicos com substrato basáltico, arenítico ou granítico, Brunizém Avermelhado, podendo ocorrer associado, em função da escala de trabalho, solos Podzólico Vermelho-Amarelo com substrato arenito ou mesmo Terra Roxa-Estruturada.

De acordo com as definições apresentadas, a adequação (e inadequação) do uso do solo está subdividida em dois grandes grupos.

Solos Adequadamente Utilizados: são solos que apresentam boa capacidade de uso e que estão sendo utilizados para uma agricultura intensiva com culturas anuais, ou solos que apresentam baixa capacidade de uso que estejam sendo utilizados com culturas permanentes, não exigentes em manejos intensivos, isto é, culturas que protejam o solo contra a degradação.

Solos Inadequadamente Utilizados: são solos em que as indicações dadas pela sua capacidade de uso não estão sendo observadas, podendo apresentar-se em duas situações distintas: a) Inadequadamente utilizados por Subutilização: são solos cuja capacidade de uso permite aproveitamento regular e intensivo com culturas anuais, mas estão sendo utilizados com culturas permanentes ou com pouca intensidade; b) Inadequadamente utilizados por Superutilização: são solos cuja capacidade de uso permite unicamente o aproveitamento com culturas permanentes e protetoras do solo, mas que são utilizadas com culturas anuais, em alguns casos de modo intensivo.

Para facilitar o cruzamento entre as classes de Uso e Cobertura do Solo com as classes de Capacidade de Uso da METROPLAN, optou-se por fazer uma simplificação do zoneamento, conforme apresentado no Quadro 2 e representado na Figura 3.

Quadro 2: Esquema de simplificação das Classes de Capacidade

Classe no Zoneamento da METROPLAN:	Novo Código de Classe:	Classes de Restrição:
III	1	Sem Restrição
IVi	2	Moderada Restrição
IVp/t	3	Moderada-Alta Restrição
V	4	Alta Restrição
VI	2	Moderada Restrição
VII	4	Alta Restrição

Fonte: CABRAL, A.R. 2008

Tabela 2: Dimensão das Classes de Restrição ao Uso do Solo

Classe de Restrição	Área (ha²)	Área (%)
1- Sem Restrição	22.747,72	70,40
2- Moderada Restrição	7.432,77	23,00
3-Moderada-Alta Restrição	409,95	1,27
4- Alta Restrição	1.722,16	5,33
Total	32.312,60	100,00

Fonte: CABRAL, A.R. 2008.

Pelo Mapa da Figura 4 e pela Tabela 2, fica bastante evidente que grande parte da área de estudo se encontra sob condições favoráveis às atividades, com mais de 70% de espaços sem restrições. A classe moderada restrição também é bastante expressiva no território municipal, se estendendo por quase um quarto do município.

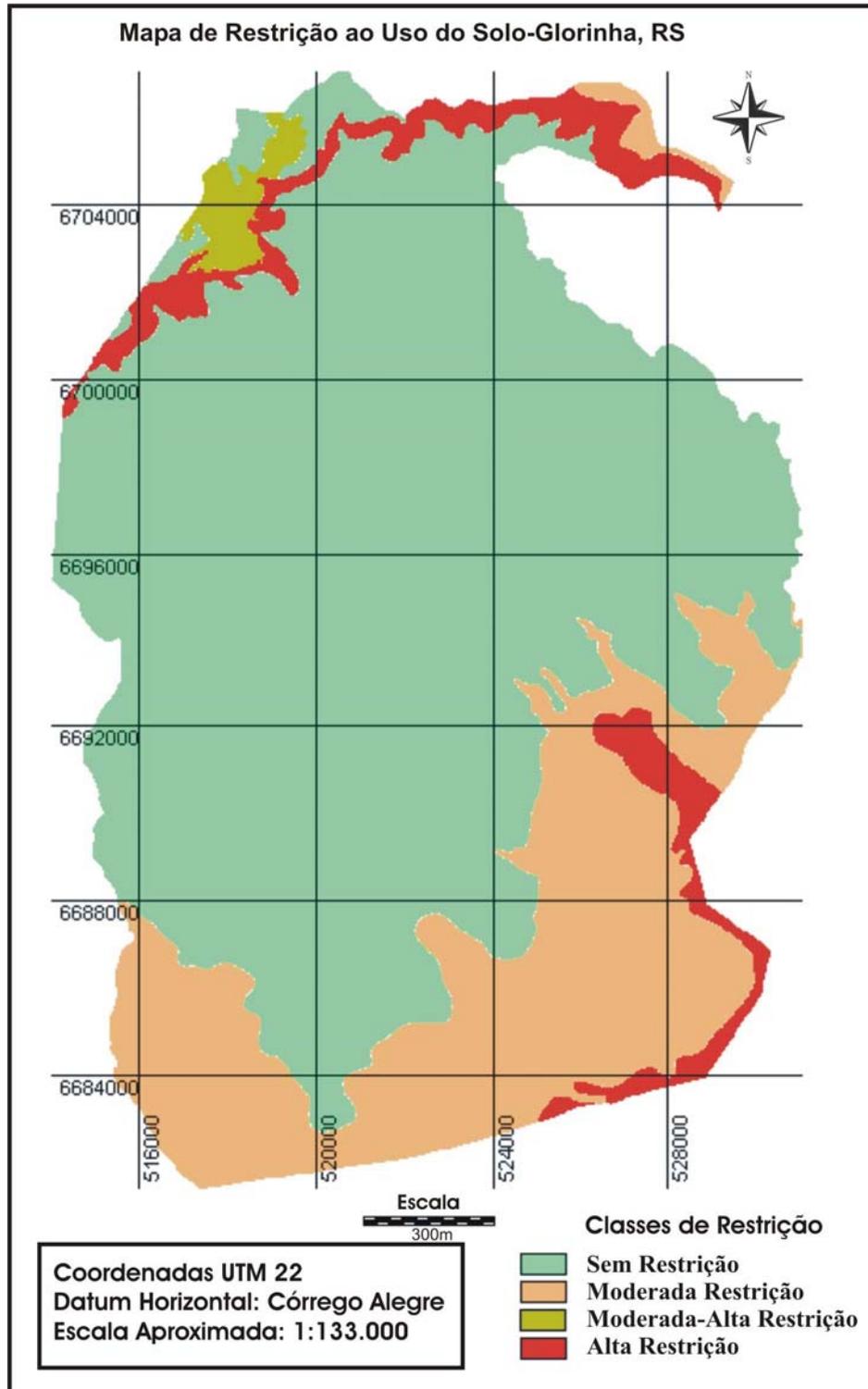


Figura 4: Mapa de Restrição ao Uso Agrícola do Solo no município de Glorinha, RS.
 Fonte: Modificado de METROPLAN (1994).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultados da análise da adequação do uso do solo no município de Glorinha, foram elaborados alguns produtos representados por mapas que dão uma idéia da adequação em relação a alguns critérios estabelecidos no zoneamento proposto pela METROPLAN. A Figura 5 apresenta o Mapa de Uso e Cobertura do Solo (2006), resultado do processo de classificação sobre as imagens CBERS CCD.

Através da análise do Mapa de Uso e Cobertura do Solo e dos resultados da quantificação apresentados na Tabela 4, pode-se observar que as áreas de campo e solo exposto ocupam juntas 71,42 % da área total do município. Esse alto percentual para essas classes de uso e cobertura do solo, confirma a tradição, no município, de uso para pastagem e para agricultura, pois grande parte das áreas de campo é destinada à pecuária, com áreas de pastagens muito próximas ao obtido pelo Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006), Tabela 3. Já o solo exposto está relacionado a cultivos já colhidos, considerando a data das imagens que coincide com o período da colheita do arroz.

Tabela 3: Utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários em 2006, município de Glorinha-RS.

Utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários (2006)					
Lavouras (1)		Pastagens (2)		Matas e florestas (3)	
Estabele- cimentos	Área (ha)	Estabele- cimentos	Área (ha)	Estabele- cimentos	Área (ha)
1 059	2 594	1 114	16 694	445	994
Área Total (ha):					21.474
Total de Estabelecimentos:					1.277

Fonte: IBGE (2006).

É importante destacar a diferença encontrada nos valores das áreas de lavoura entre os dois procedimentos de coleta de informação. Na pesquisa do IBGE (2006), o valor de área ocupada com lavouras é muito menor do que o mapeado no presente trabalho, pois somente as áreas de cultivo anual e solo exposto presentes na classe Moderada Restrição, Área sul, totalizam 3.291,39 ha, o que nos permite relacionar estes usos ao cultivo de lavouras, superando assim os números do IBGE.

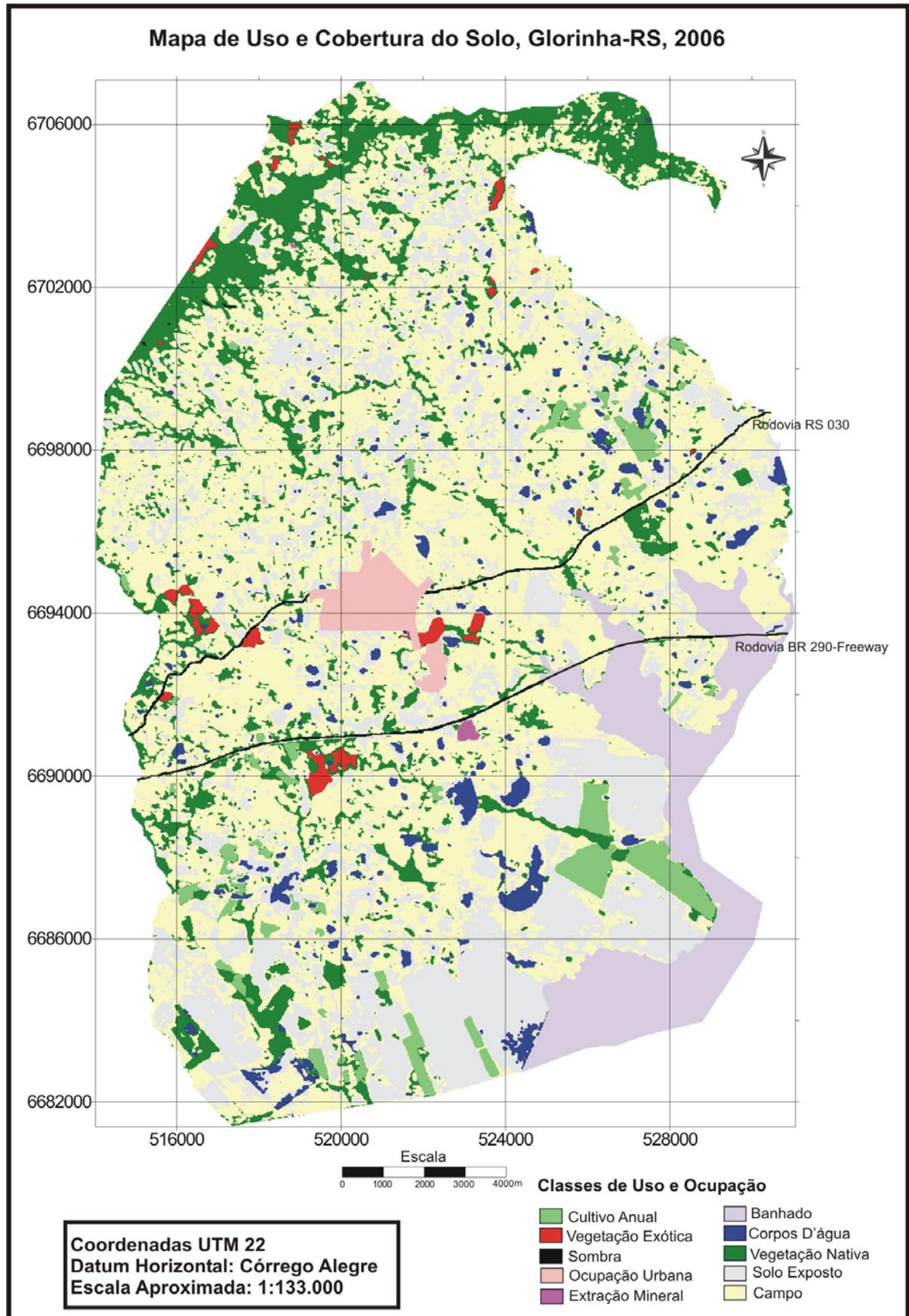


Figura 5: Mapa de Uso e Cobertura do Solo em Glorinha-RS, 2006.

Tabela 4: Classes de Uso e Cobertura do Solo no município de Glorinha, RS.

Classe de Mapeamento	Área (ha ²)	Área (%)
Banhado	2.317,20	7,17
Campo	16.140,32	49,97
Corpos D'água	871,60	2,70
Cultivo Anual	883,64	2,73
Vegetação Exótica	219,56	0,67
Vias Principais	183,84	0,57
Solo Exposto	6.931,04	21,45
Ocupação Urbana	445,60	1,38
Área de Extração Mineral	23,20	0,07
Vegetação Nativa	4.292,32	13,28
Sombra	4,28	0,01
Total:	32.312,60	100,00

Fonte: CABRAL, A.R. 2008.

Com relação ao mapeamento apresentado é necessário comentar o processo de simplificação adotado para representar a vegetação nativa. Essa classe de mapeamento está considerando como vegetação nativa, espécies que certamente, do ponto de vista Fitogeográfico não são nativas, como alguns capões de Eucaliptos Sp. que porventura foram classificados como nativas. Entretanto, o objetivo deste trabalho, foi tentar localizar usos que poderiam ser prejudiciais aos solos de maneira mais imediata, especialmente atividades de extração florestal. Nesse sentido, levando em consideração a tradição de uso¹ destas espécies de Eucaliptos Sp. associada à pecuária, podemos aceitar este ‘erro’ na classificação, pois este tipo de cobertura vegetal possui menores chances de ser removida, afastando as possibilidades de ocorrerem impactos negativos aos solos superficiais.

Já em relação a classificação das imagens, percebe-se certa dificuldade na definição de usos em áreas menores, obviamente, pelo limite de alcance da resolução espacial do sensor CCD que é de 20m. Mas é uma limitação importante, já que em grande parte do município, predominam as pequenas propriedades, de acordo com Incra (2006), Tabela 5. Sendo assim, consideramos as imagens CBERS adequadas as finalidades deste trabalho, que possuía um

¹ Sobre a origem do Eucalipto no Rio Grande do Sul e sua associação com a pecuária, destaca JORNALJA (2008): “O eucalipto, por exemplo, teria chegado via Uruguai, em meados do século 19, depois que alguns criadores de gado se deram conta de que a árvore australiana crescia bem em qualquer terreno, protegendo o gado do frio do inverno e do calor do verão (...) Ainda está por se fazer a pesquisa definitiva sobre a história da introdução de diversos vegetais na campanha sul-riograndense...” JORNALJA. **O Paradoxo do Eucalipto**. Geraldo Hasse Disponível em: <http://www.jornalja.com.br/especial_detalle.php?id=171&cat=9>. Acesso em 30/06/2008.

zoneamento de maior abrangência e produzido com subsídios de outras fontes. Se a intenção do trabalho fosse a criação de um zoneamento apenas com as imagens CBERS, nesta escala seria bastante difícil, pela falta de detalhamento que a resolução espacial e radiométrica apresenta.

Tabela 5: Estrutura Fundiária das Propriedades Rurais no município de Glorinha.

Classificação	Nº de Propriedades	Área (ha)	Nº de Módulos Fiscais
Grandes Propriedades	25	6.088,00	Maior que 240,1 MF
Médias Propriedades	97	6.468,80	De 4 a 15 MF
Pequenas Propriedades	439	7.926,80	01 a 04 MF
Minifúndio	537	2.351,40	Até 01 MF
Não Classificadas	27	71,00	(erro de cadastro)
Totais	1125	22.906,00	

Fonte: INCRA [2006] – Org: CABRAL, A.R. 2008. Emissão CCIR Exercício 2003/2004/2005. O valor do Módulo Fiscal varia para cada município, no caso de Glorinha é 10 ha.

É necessário destacar também, a dificuldade de diferenciação entre alvos de vegetação, como pixels referentes à vegetação nativa, que no momento da classificação são associados a classe cultivo anual (pastagens plantadas, lavouras de arroz e cultivos menores). Porém todas estas dificuldades puderam ser contornadas com o auxílio das imagens Quickbird, disponíveis no software Google Earth. Essas imagens, por sua elevada resolução espacial, em torno de 1m, foram o suporte seguro para a conferência dos alvos após o processo de classificação, servindo também para o mapeamento direto, quando por meio da classificação não puderam ser realizadas. Como a data das imagens é equivalente, em torno de 2 anos, o trabalho de mapeamento se tornou mais confiável. Apenas um ponto negativo em relação a este trabalho conjunto das imagens: a diferença nos valores do georeferenciamento. Esse detalhe não permitiu usar os vetores criados sobre as imagens Quickbird diretamente nas imagens CBERS, necessitando da criação de novos vetores, com base na aproximação que os primeiros permitiam. Portanto, foram consideradas muito eficientes as imagens Quickbird utilizadas no presente trabalho, com destaque positivo para sua facilidade de aquisição e manuseio.

Quanto à metodologia de zoneamento proposta pela METROPLAN, podemos considerá-la no momento a mais adequada para o município de Glorinha, já que não existe nenhum outro estudo que apresente um zoneamento mais detalhado para a escala municipal. Percebe-se por parte dos textos apresentados no trabalho que ele possui de certa forma, uma

visão desenvolvimentista, conforme a página 13: “Portanto, meio ambiente como fator de desenvolvimento e não como obstáculo ao progresso econômico e social, é a verdadeira dimensão a ser considerada”.

De acordo com essa visão, foi classificada como de moderada restrição a área da planície próxima ao Banhado Grande e parte do próprio banhado, áreas já muito afetadas pelas atividades das lavouras de arroz. Também há outro aspecto a ser considerado que é a limitação do alcance para identificar o grau de tecnologia usado nas atividades agrícolas, o que pode contribuir para a diferenciação entre um uso considerado adequado ou não. Sabendo dessa limitação, procuramos simplificar a metodologia de adequação, desconsiderando este aprofundamento e diagnosticando a partir de elementos mais gerais como a presença de solo exposto, vegetação exótica, áreas de campo (associadas à remoção de cobertura vegetal) e áreas de extração mineral.

Segundo o zoneamento adotado, o município de Glorinha apresenta menos de 7% de áreas sujeitas à maiores restrições e cuidados, sendo este percentual menor que o da vegetação nativa no município que é de 13,28 %, conforme apresentado no Mapa de Uso e Cobertura do Solo na Figura 5 e totalizado na Tabela 4. Isso indica que 8,7% da vegetação nativa se encontra na classe sem restrições, mostrando uma importante limitação que o zoneamento não contemplou.

O zoneamento utilizado foi elaborado com maior foco no potencial de uso dos solos, não servindo inicialmente de zoneamento ambiental como tentaremos testar no presente trabalho, por isso a ocorrência de algumas fragilidades.

Após estas considerações gerais iniciaremos a análise do uso do solo em cada Classe de Restrição, apresentando separadamente mapas para cada uma das três áreas de restrições e posterior composição do Mapa de Adequação Uso do Solo no Município de Glorinha.

Áreas de Moderada Restrição

No município de Glorinha ocorrem duas áreas definidas segundo o zoneamento da METROPLAN como de Moderada Restrição, uma na porção nordeste e outra na porção sul do território municipal.

Na parcela localizada na porção nordeste, Figura 6, predomina a cobertura vegetal nativa, com a presença de pequenas áreas de campo. Nessa área também ocorrem pequenas manchas de solo exposto e alguns corpos d'água. Essa cobertura de campo não é natural, foi formada a partir da supressão da vegetação nativa. Pelo nível de detalhe que podemos

alcançar com as imagens CBERS, não é possível identificar com precisão quais seriam estes usos, mas pelo conhecimento e observações em campo, existem algumas roças (cultivos de mandioca e cana-de-açúcar) para consumo das famílias dos pequenos produtores rurais e para o trato de animais. De acordo com o Zoneamento da METROPLAN, não seria adequada nesta área a presença de solo exposto, devido a atividades que removam a cobertura de vegetação, pois predominam os terrenos de elevada declividade, comprometendo a estrutura de sustentação do solo e proporcionando aumento na carga de sedimento aos arroios a jusante. A Tabela 6 apresenta as classes de ocorrência e a quantificação do uso e cobertura do solo nessa área.

Sendo de pequena extensão, o solo exposto, não será considerado de uso inadequado nessa área. Já a ocorrência de campo, por não ser nativo e relacionado à supressão da vegetação nativa, será considerada uso inadequado nessa Classe.

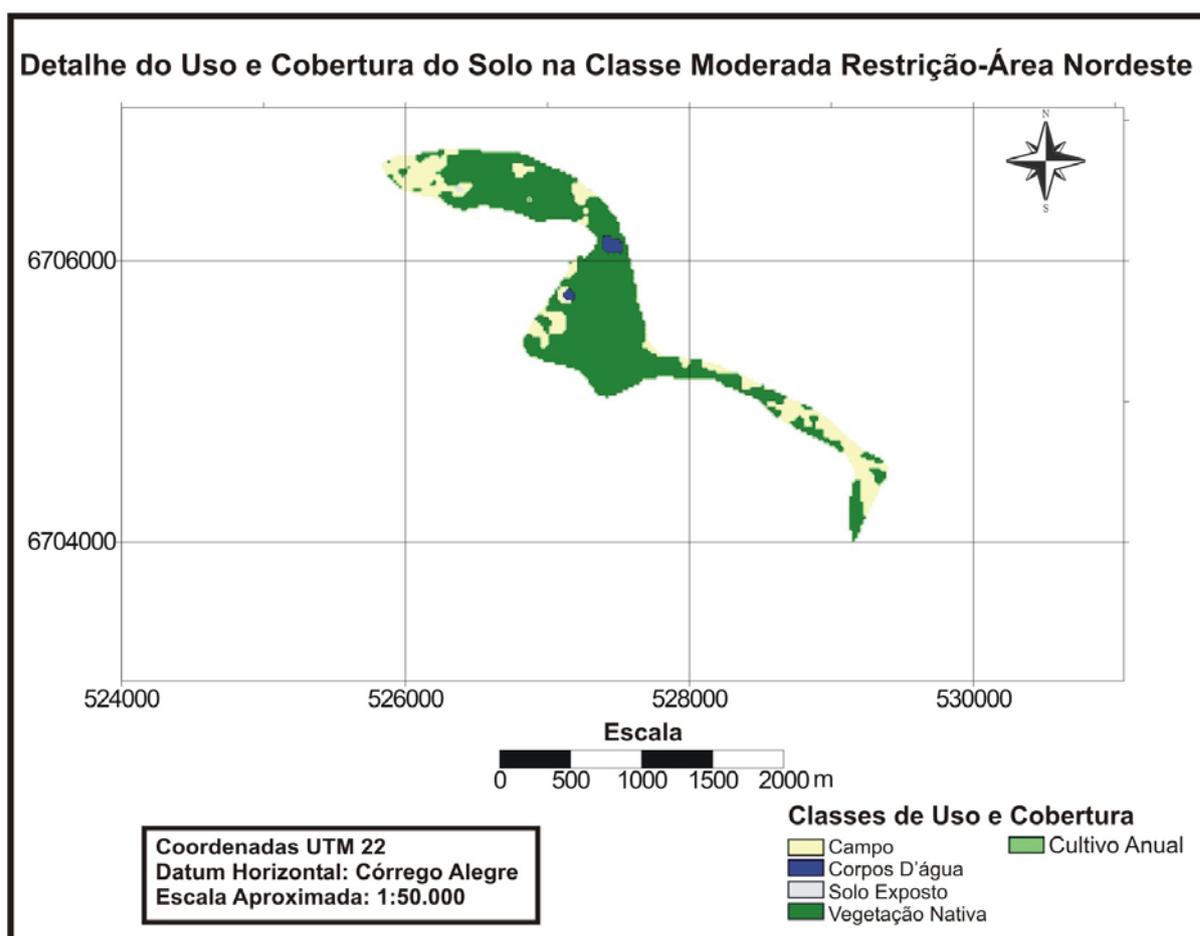


Figura 6: Detalhe do Uso e Cobertura na Classe Moderada Restrição-Área Nordeste

Tabela 6: Uso e Cobertura do Solo na Classe Moderada Restrição-Parte Nordeste

Classe de Mapeamento	Área (ha ²)	Área (%)
Campo	35,08	22,88
Corpos D'água	1,96	1,57
Solo Exposto	0,32	0,02
Vegetação Nativa	115,76	75,52
Cultivo Anual	0,16	0,01
Total:	153,28	100,00

Fonte: CABRAL, A.R. 2008.

Na parcela localizada na porção sul, Figura 7, a diversidade de uso e cobertura do solo é evidentemente maior, devido às áreas serem mais planas e dotadas de bom aporte de água para uso na agricultura. Apresenta um dos menores índices de cobertura por vegetação nativa, restringindo-se a pequenas manchas próximas aos cursos d'água. A Tabela 7 apresenta as classes de ocorrência e a quantificação do uso e cobertura do solo nessa área.

Do ponto de vista dos impactos negativos nos ambientes naturais, nessa área estão os maiores impactos em extensão. Anteriormente essa área era coberta em sua grande parte por vegetação característica de banhado, proporcionando o que se chama de efeito esponja², protegendo as áreas próximas à planície de inundação. Hoje essa planície é recortada por diversos canais de drenagem artificial usados no cultivo do arroz irrigado.

Segundo os parâmetros estabelecidos pela METROPLAN, o uso do solo nesta área pelas lavouras de arroz não seria inadequado, estaria de acordo com o potencial dos solos e dos recursos hídricos, tendo apenas como limitação a suscetibilidade à inundações. Entretanto, devido ao ajuste feito no presente trabalho a restrição nessa área da classe Moderada Restrição, consideraremos como uso inadequado o solo exposto e o cultivo anual. O solo exposto, por seu potencial de transporte de sedimentos e o cultivo anual, pela supressão da vegetação nativa e proximidade à vegetação ripária.

² Uma definição para efeito esponja, pode ser encontrada em RS (1979), pág 7: “Uma característica do banhado é servir de tampão às cheias e secas. O banhado funciona como uma esponja, já que acumula água nas épocas de cheia e as libera ao curso natural do rio nas épocas de vazante”. (RS. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente. **Relatório do Grupo de Trabalho Sobre o Impacto Ambiental Decorrente de Obras de Drenagem no Banhado Grande-Relatório Final**. Porto Alegre: 1979).

Tabela 7: Uso e Cobertura do Solo na Classe Moderada Restrição-Parte Sul

Classe de Mapeamento	Área (ha ²)	Área (%)
Campo	1.697,99	23,31
Corpos D'água	274,40	3,78
Solo Exposto	2.741,87	37,65
Vegetação Nativa	389,82	5,37
Banhado	1.612,81	22,14
Cultivo Anual	549,52	7,57
Rodovia BR-290 Free Way	13,08	0,18
Total	7.279,49	100,00

Fonte: CABRAL, 2008

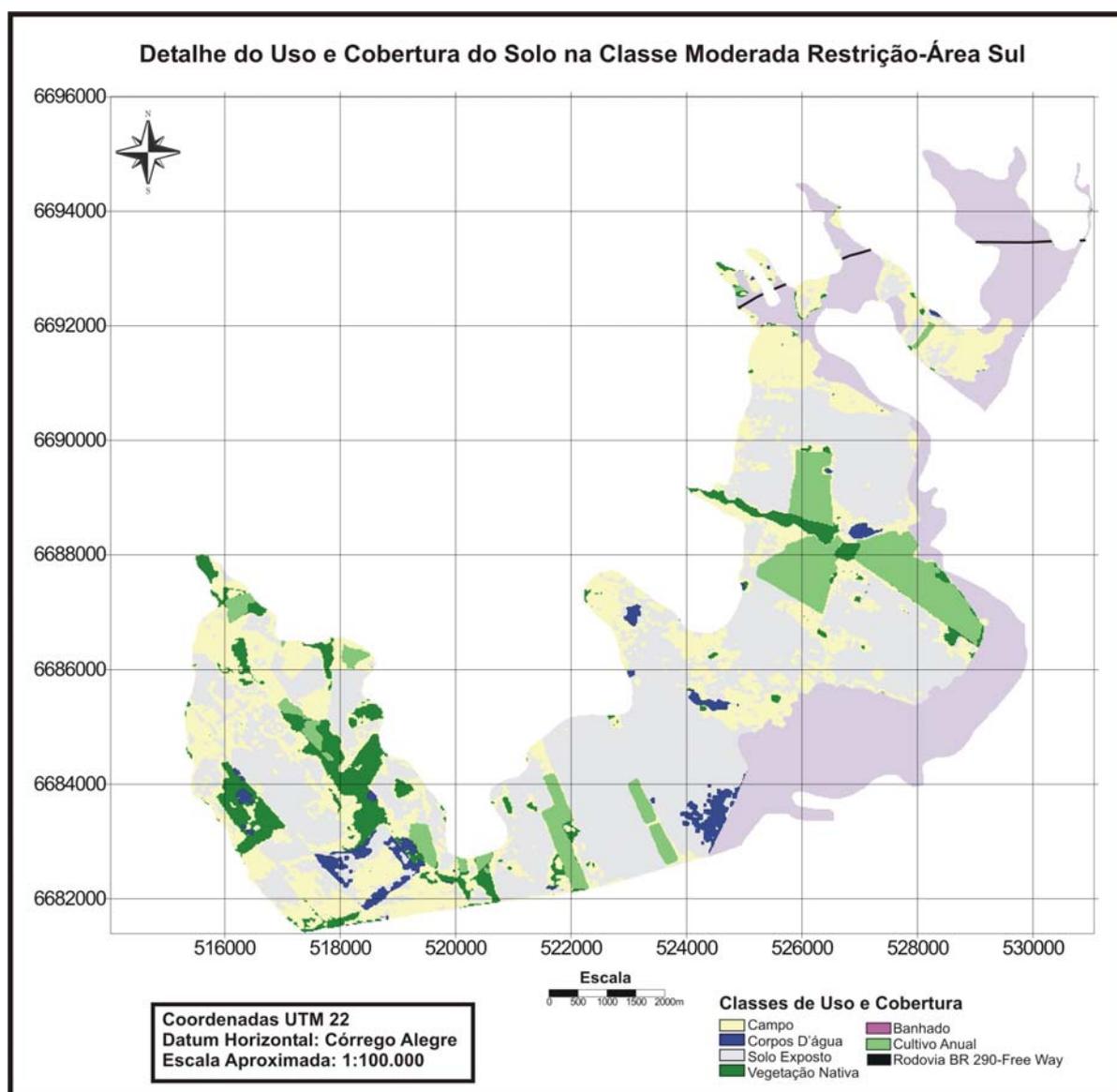


Figura 7: Detalhe do Uso e Cobertura do Solo na Classe Moderada Restrição-Área Sul

Área de Moderada-Alta Restrição

A Figura 10 apresenta a área de Moderada-Alta Restrição, localizada na porção noroeste do território municipal. As terras nesta área se encontram em terrenos de relevo movimentado, com solos pedregosos e afloramentos rochosos. Em relação à cobertura vegetal natural, apresenta um razoável índice, um pouco mais de 50 %, preocupante para este setor. Na análise realizada diretamente sobre as imagens Quickbird, e nos levantamentos de campo, observa-se a presença da vegetação exótica (cultivos de Pinus e Eucaliptus), ver Figura 8. Nessa mesma figura podemos notar áreas de campo e de solo exposto, muitas vezes associados a esta atividade, que necessita da retirada da vegetação nativa para o posterior plantio dessas espécies exóticas, fato que também se comprova pela presença de área com plantio de mudas. A Tabela 8 apresenta as classes de ocorrência e a quantificação do uso e cobertura do solo nessa área.

Na Figura 9, destaca-se a grande área de solo exposto, relacionada à retirada de vegetação nativa e plantio de mudas de vegetação exótica. Um fato relacionado é a proximidade dessa atividade as estradas, o que certamente contribui para que se desenvolva essa atividade, facilitando o transporte da madeira e a chegada ao local.

Considerando os parâmetros do zoneamento, essas atividades se classificam como inadequadas, já que nessa área esses tipos de atividades não poderiam ocorrer. Pois somente a retirada da cobertura vegetal nativa seria um impacto negativo considerável, dado o fator declividade mais acentuado da área. Soma-se a isso, o uso do solo, através do florestamento, que em alguns anos vai novamente promover a retirada da cobertura vegetal e movimentar outra porção de solo, deixando-o em maiores condições de sofrer transporte para os cursos d'água a jusante.

Tabela 8: Uso e Cobertura do Solo na Classe Modera-Alta Restrição

Classe de Mapeamento	Área (ha ²)	Área (%)
Campo	150,96	36,82
Vegetação Exótica	2,52	0,06
Solo Exposto	40,12	9,80
Sombra	0,16	0,01
Vegetação Nativa	216,19	53,31
Total	409,95	100,00

Fonte: CABRAL, 2008.



Figura 8: Vegetação exótica (em vermelho) na Classe Modera-Alta Restrição
Fonte: Google Earth, 2008



Figura 9: Solo exposto (centro da imagem) na Classe Modera-Alta Restrição
Fonte: Google Earth, 2008

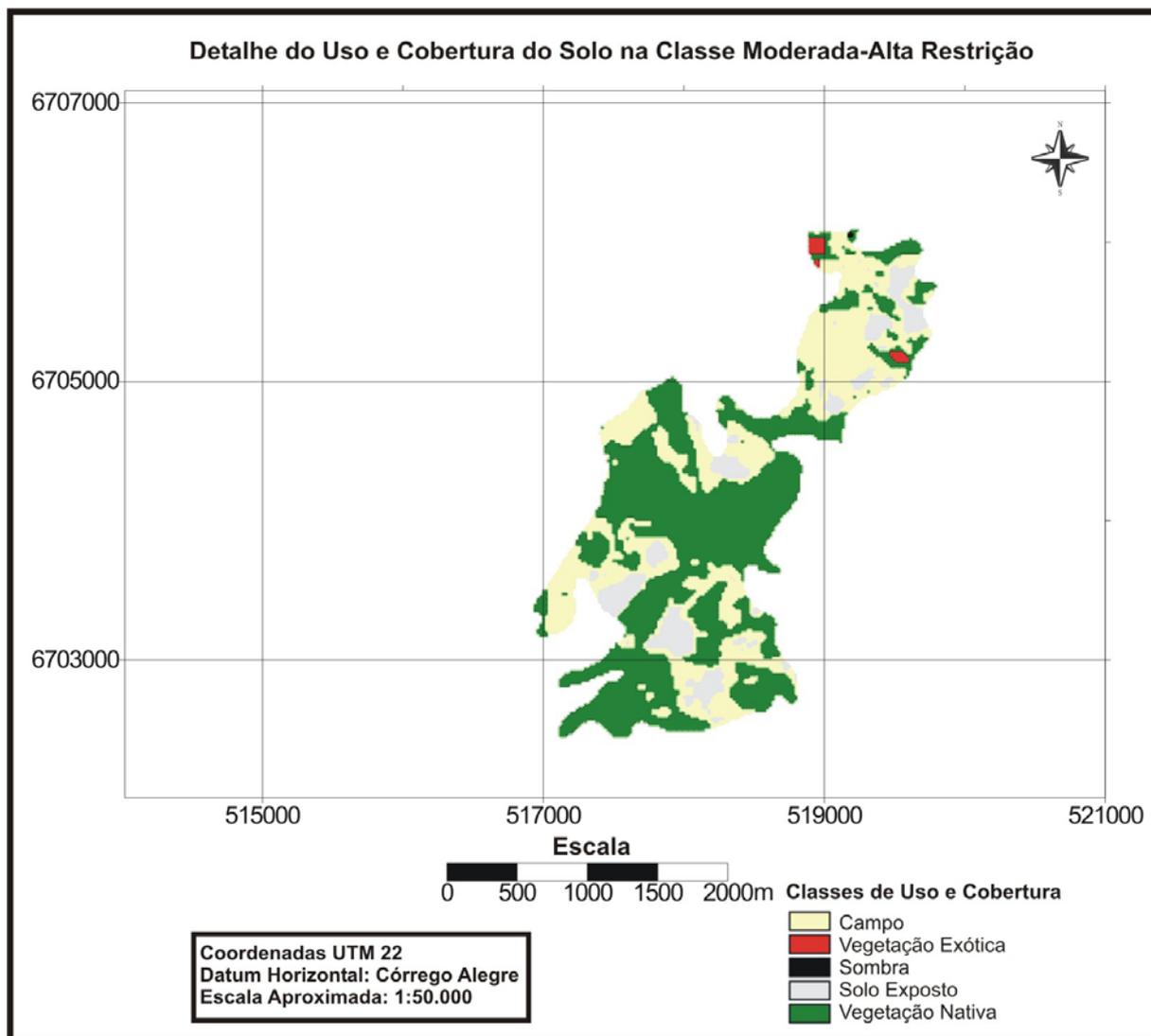


Figura 10: Detalhe do Uso e Cobertura do Solo na Classe Modera-Alta Restrição

Áreas de Alta Restrição

As áreas de Alta Restrição foram divididas em duas unidades, uma que inicia a noroeste e se estende até o nordeste do município, a qual chamaremos de área setentrional e outra no sudeste do território municipal.

A área que corresponde ao sudeste do território municipal é constituída pelo Banhado Grande do Rio Gravataí. Nessa área não houve a detecção de nenhum uso através do processo de cruzamento das classes de Uso com as classes de Restrição, mantendo-se integralmente como área de banhado, somando uma área de 662,92 ha, conforme Figura 11:

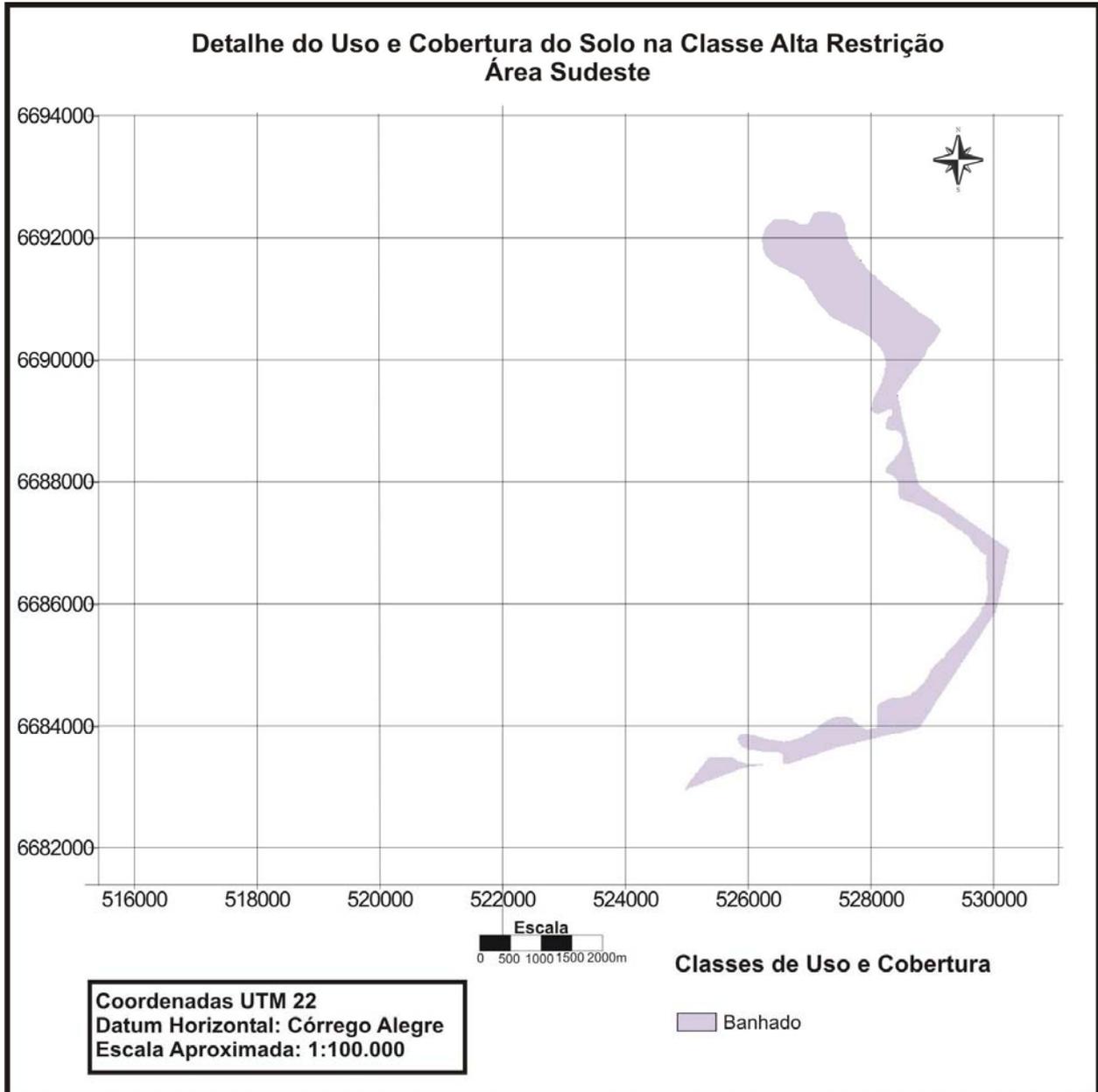


Figura 11: Detalhe do Uso e Cobertura do Solo na Classe Alta Restrição-Área Sudeste

A área correspondente à porção setentrional, Figura 13 apresenta uma pequena mancha de uso por culturas anuais, provavelmente atividades de cultivo de mandioca ou cana-de-açúcar, também para consumo familiar. Sendo assim, por sua pequena dimensão, não será considerada de uso inadequado.

Registra-se nesta área a ocorrência de sombra, devido ao relevo mais movimentado. Através das imagens Quickbird, foi possível verificar que estas ocorrências eram situadas sobre a vegetação nativa, não encobrindo/sombreado nenhum possível uso do solo.

As áreas de campo têm importante dimensão nesta unidade da classe Alta Restrição, com 25% de sua área nessa categoria de cobertura. Essa área naturalmente não possui

ocorrência da formação campo, ele foi formado a partir da remoção da cobertura vegetal nativa. Essa categoria de cobertura pode representar o potencial para usos inadequados, uma vez que este porte de vegetação é mais fácil de ser removido, para se estabelecerem posteriores usos inadequados, como culturas anuais, removedoras de solo superficial. Por se encontrar na área de Alta Restrição, este uso será considerado inadequado.

Foi detectada nesta área, a ocorrência do uso vegetação exótica, Figura 12, que por seu potencial comercial, deverá ser removida em algum tempo, impondo movimentações de solo, portanto considerada inadequada dentro dessa classe de restrição.

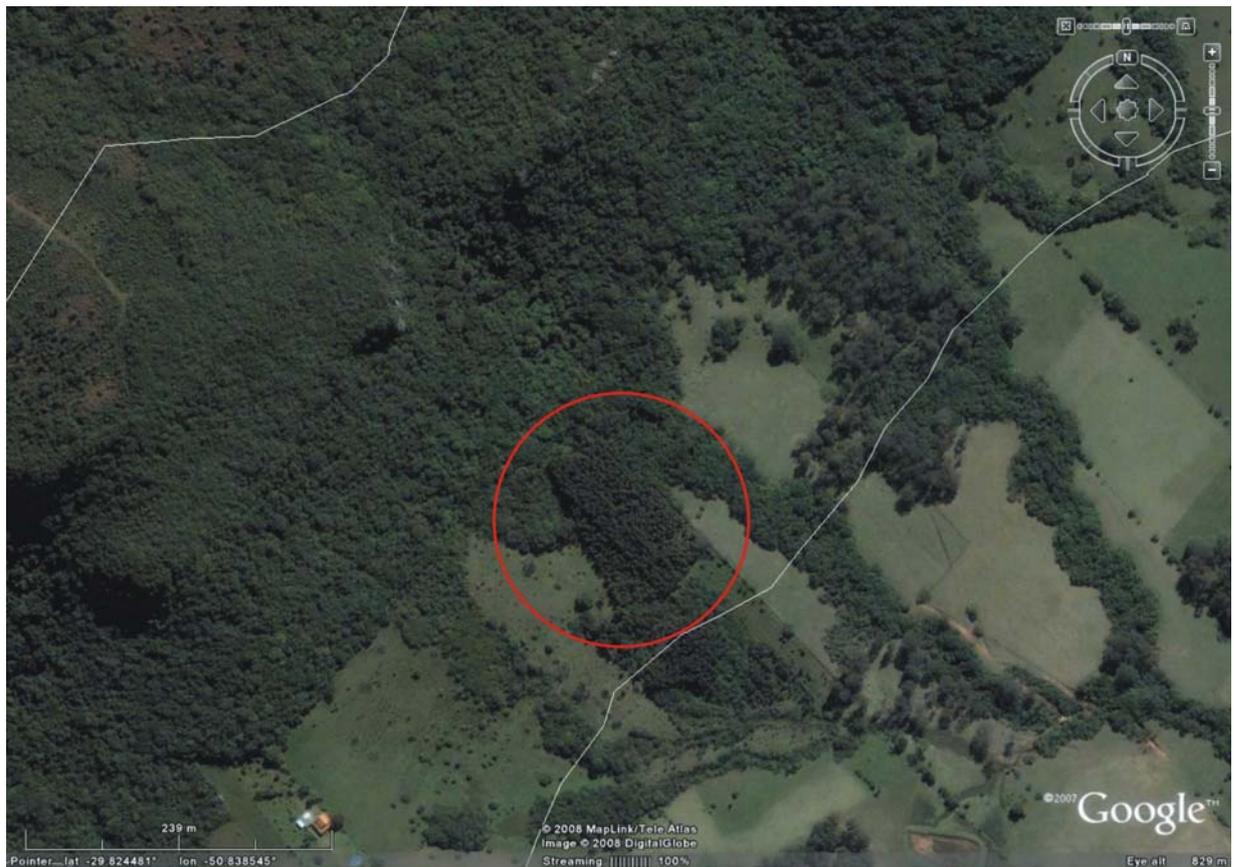


Figura 12: Área de vegetação exótica na Classe Alta Restrição
Fonte: Google Earth

O uso de maior impacto negativo nessa classe é sem dúvida o solo exposto. Esta área apresenta as maiores declividades, e o potencial para deslocamento desses sedimentos é bastante grande. Devemos considerar que em primeiro lugar, essa classe é resultante da supressão da vegetação nativa, podendo inclusive ser recente. Nesta área também há um sério risco às nascentes dos cursos d'água, pois é justamente nessas encostas que elas se formam, devendo ser preservadas conforme definido no Código Florestal.

Outra atividade considerada de uso inadequado nessa área é a extração mineral, Figura 14, pois em primeiro lugar ela necessita remover a cobertura vegetal, causando um

forte impacto visual, além de ser uma atividade de difícil recuperação ambiental após o encerramento das atividades, deixando as áreas de extração apenas como grandes lagos.

A Tabela 9 apresenta as classes de ocorrência e a quantificação do uso e cobertura do solo nessa área.

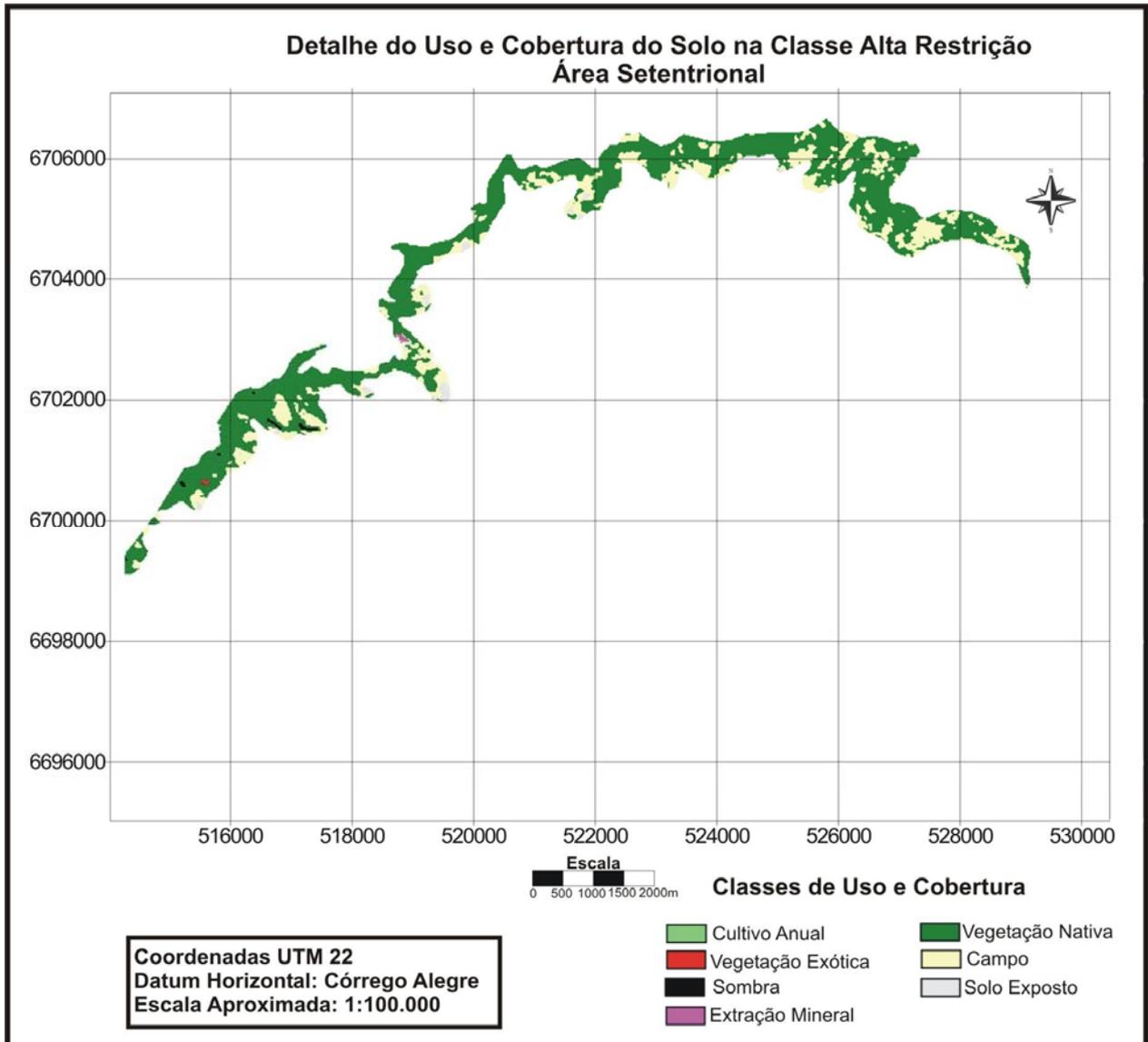


Figura 13: Detalhe de Uso e Cobertura do Solo na Classe Alta Restrição-Área Setentrional



Figura 14: Extração mineral na classe Alta Restrição, área setentrional.
Fonte: Google Earth.

Tabela 9: Uso e Cobertura do Solo na Classe Alta Restrição-Área Setentrional

Classe de Mapeamento	Área (ha ²)	Área (%)*
Cultivo Anual	0,36	0,003
Vegetação Exótica	0,92	0,008
Sombra	4,00	0,030
Extração Mineral	1,64	0,004
Vegetação Nativa	761,08	72,757
Campo	273,16	25,510
Solo Exposto	18,08	1,688
Total	1.059,240	100,00

Fonte: CABRAL, 2008.

*Foi adotado nesta Classe o uso de três casas decimais após a vírgula porque havia vários usos com áreas que não poderiam ser representadas apenas com duas casas decimais.

A grande área correspondente a Classe III do zoneamento da METROPLAN, teoricamente aceitaria qualquer uso, pois não apresenta restrições, sendo que ela compreende mais de 70% do território municipal e nela estão inseridas a Zona Urbana e o Distrito Industrial, elementos que impulsionam a ocupação de novas áreas, as quais devem ser bem estudadas antes de sua ocupação.

Acreditamos que esta área deve ser investigada com mais detalhamento, pois usos de forma inadequada estão ocorrendo, principalmente pela supressão de vegetação nativa e presença de solo exposto em áreas de topo de morro, Figura 15, próximas a Classe Moderada-Alta Restrição. Ainda que os parâmetros deste zoneamento não tenham identificado isso, são impactos negativos consideráveis.

Por fim, os levantamentos em cada classe, nos permitiram elaborar o Mapa de Adequação do Uso do Solo no município de Glorinha, Figura 16 e as tabelas 10 e 11, correspondentes à avaliação parcial de cada classe e total do município. No somatório de Inadequação, atingiu-se 3.813,87 ha² ou 11,80 %, entre todas as classes de inadequação presentes na área de estud. Percentual baixo, porém justificado pelo propósito não-conservacionista do zoneamento. Entendemos que ele necessita de alguns aprofundamentos, podendo ser incluídas as áreas de preservação permanente, como o entorno dos cursos d'água e topos de morro. Também deveria considerar de alta restrição todo o banhado e as áreas próximas, como zona de transição, servindo de amortecedor para as atividades fora da área protegida.

Tabela 10: Inadequação do Uso do Solo por classes de restrição no município de Glorinha.

Ocorrência de Inadequação por Classes de Restrição em ha²:				
Categoria de Uso e Cobertura	Moderada Restrição	Moderada-Ata Restrição	Alta Restrição	Total por Categoria (ha ²)
Solo Exposto	2.741,87	40,12	18,08	2.800,07
Vegetação Exótica	-----	2,52	0,92	3,44
Extração Mineral	-----	-----	1,64	1,64
Campo	35,08	150,96	273,16	459,20
Cultivo Anual	549,52	-----	-----	549,52
Total da Ocorrência de Inadequação por Classe:	3.326,47	193,60	293,80	-----
			Total de Usos Inadequados:	3.813,87 ha ²

Fonte: CABRAL, 2008.

Tabela 11: Classes de Adequação no município de Glorinha.

Classes de Adequação	Área (ha²)	Área (%)
Adequação Total	28.507,50	88,20
Moderada Inadequação	3.326,47	10,29
Moderada-Alta Inadequação	193,60	0,60
Alta Inadequação	293,80	0,91
Total	32.312,60	100,00

Fonte: CABRAL, 2008.

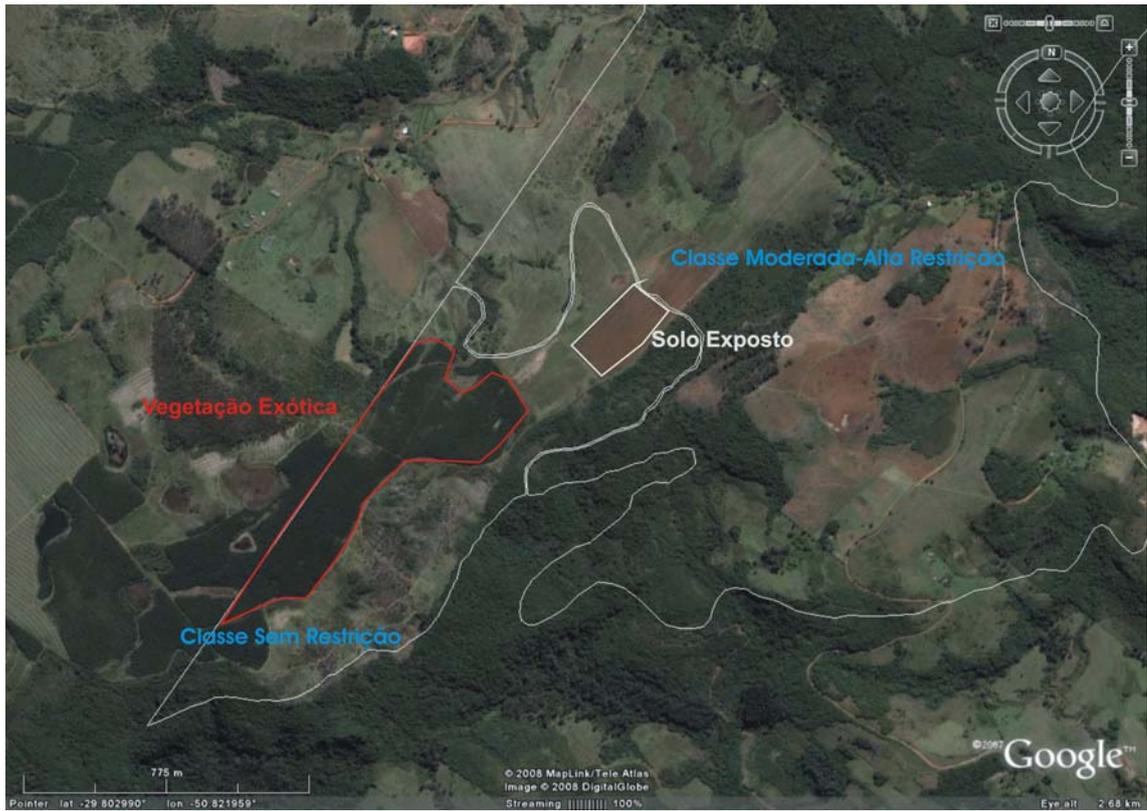


Figura 15: Vegetação exótica e solo exposto na classe Sem Restrições.
Fonte Google Earth, 2008

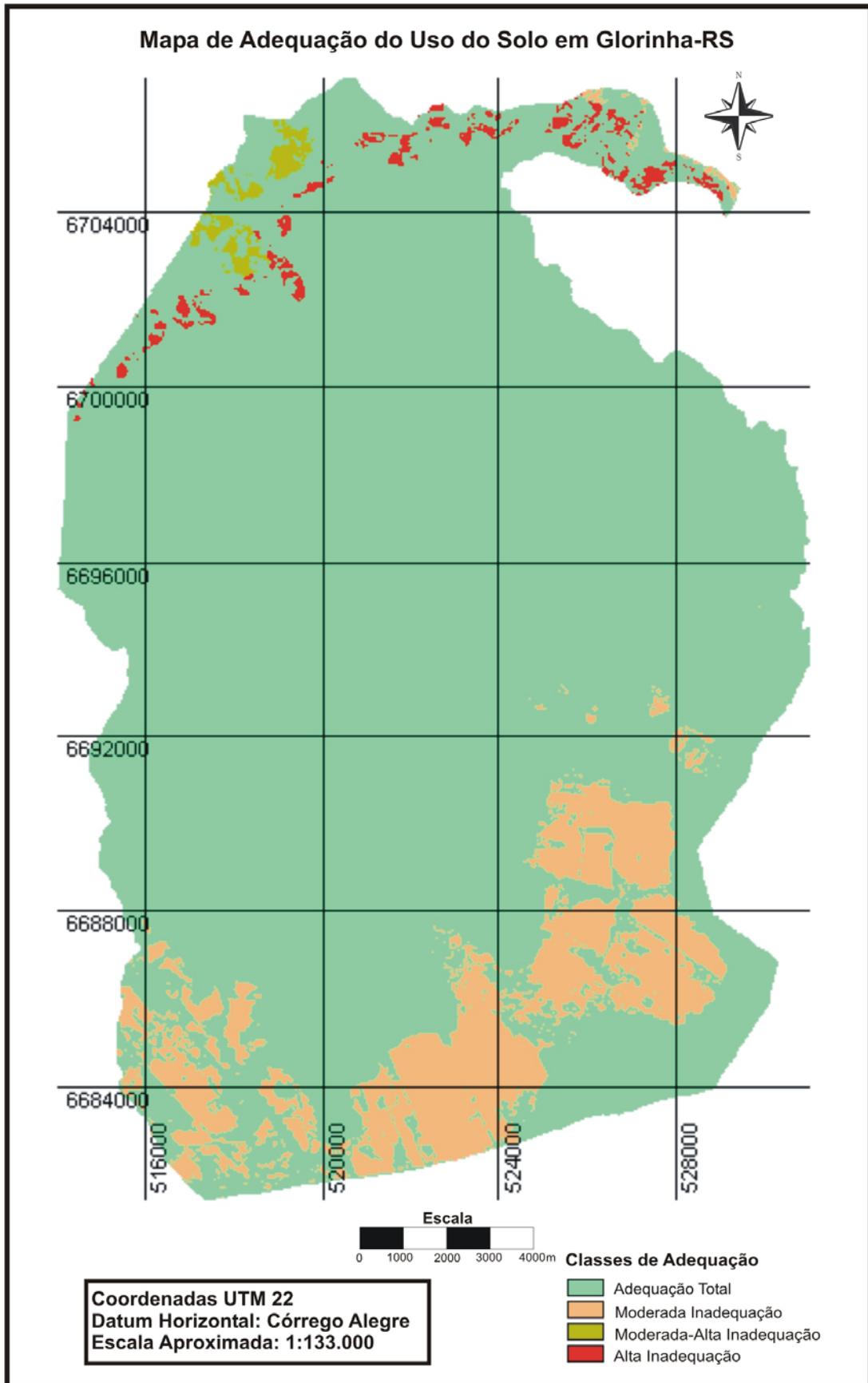


Figura 16: Mapa de Adequação do Uso do Solo em Glorinha-RS

CONCLUSÕES

A aplicação de técnicas de sensoriamento remoto no município de Glorinha, por meio do presente trabalho, possibilitou concluir que:

1. A utilização de imagens CBERS-2 para a elaboração do Mapa de Uso e Cobertura do Solo, foi bastante eficiente, permitindo especialmente a identificação dos grandes conjuntos de uso do solo como áreas agrícolas;
2. As imagens Quickbird se mostraram como ferramenta adequada de apoio ao processo de produção do Mapa de Uso e Cobertura do Solo, permitindo inclusive levantamento diretamente sobre elas, sem a necessidade de classificação automática;
3. O zoneamento adotado necessita de ajustes, especialmente no sentido de proteção à vegetação nativa e ampliação das áreas de restrições, com critérios;
4. A elaboração de um novo zoneamento necessitaria da utilização de imagens mais recentes e de maior resolução espacial e até mesmo espectral, como SPOT e ASTER (Advanced Spacebone Thermal Emission and Reflection Radiometer);
5. A área do Banhado Grande necessita de ações urgentes no sentido de sua conservação e avanço no entendimento de suas dinâmicas, visto a pressão antrópica que sofre. Destaca-se à rápida diminuição de sua área, mesmo sendo importante fonte de abastecimento da região e Área de Proteção Ambiental, ainda que sujeita a ajustes jurídico-institucionais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Paulo Mário Correia de et al. Manejo Integrado de Sub-Bacias Hidrográficas - Um Modelo de Planejamento Ambiental. **Revista Ciência e Tecnologia**, p. 59-66.

BRASIL, Lei Federal. **Código Florestal Brasileiro – Lei nº 4.771**. Brasília/DF: Congresso Federal, 1965.

_____. **Política Nacional do Meio Ambiente – Lei nº 6.938**. Brasília/DF: Congresso Nacional, 1981.

BULHÕES, Flavia Muradas. **Cobertura vegetal e ocupação atual do solo da área de influência da barragem olaria velha da bacia do Rio Gravataí - RS**. Porto Alegre: CPRM, 1994.

CENTENO, Jorge Antonio Silva. **Sensoriamento Remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: Curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, 2003. 209 p.

CEPAM-Fundação Prefeito Faria Lima. **Gestão ambiental municipal: módulo básico**. Responsabilidade técnica de Paulo Serpa. São Paulo: CEPAM, 2007. 246p.

CONCEIÇÃO, Luciane Amantina. **Diagnóstico ambiental através do uso de técnicas de sensoriamento remoto como apoio para o planejamento de unidades administrativas: o caso de Osório, RS**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto e Meteorologia), Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2004. 72p.

CRÓSTA, Alvaro Pentead. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1992.

DIEGUES, Antonio Carlos. Desenvolvimento sustentado, gerenciamento geoambiental e de recursos naturais. **Cadernos FUNDAP**, São Paulo, ano 9, n. 16, p. 33-45, jun. 1989.

ECOAGENCIA. **Notícia sobre desastre no Rio dos Sinos**. (Cachê do Google). Disponível em: <<http://www.ecoagencia.com.br>>. Acesso em: 12 maio 2008.

ECOPLAN ENGENHARIA. **Barragem Olaria Velha Rio Gravataí: estudo do impacto ambiental EIA**. Porto Alegre: Ecoplan, 1993.

ENVI. **Guia do Envi em Português**. Sulsoft. Arquivo digital em 09/2004.

FAMURS. Federação das Associações de Municípios do Rio Grande do Sul. **Meio Ambiente na Administração Municipal: Diretrizes para a Gestão Ambiental Municipal**. Porto Alegre: Edição FAMURS, 1998.

FEE. Fundação de Economia e Estatística. **Dados econômicos do município de Glorinha**. Disponível em: <<http://www.fee.rs.gov.br>> Acesso em: 03 maio 2008.

FEPAM & FZB. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. **V.1- Zoneamento ambiental para atividade de silvicultura**. Porto Alegre: FEPAM, 2007a.

_____. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. **V.2- Diretrizes para a atividade de silvicultura por unidade de paisagem**. Porto Alegre: FEPAM, 2007b.

FZB – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. **Diagnóstico do Meio Biótico e Mapeamento de Cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí**. Porto Alegre: 2000.

GLORINHA, **Plano Diretor de Diretrizes Urbanísticas**. Glorinha: 2000.

_____. Lei Municipal (2004). **Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Glorinha, e Dá Outras Providências – Lei nº 677**. RS: Câmara Municipal, 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Populacional do Ano 2000**. Disponíveis em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 03 abr. 2008.

_____. **Contagem da População do Ano 2007**. Disponíveis em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 03 abr. 2008.

_____. **Agropecuário 2006**. Disponíveis em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 jun. 2008.

_____. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2. ed. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, 2006b.

INCRA. **Emissão do Cadastro de CCIR's, Exercícios de 2003/2004/2005**. Relatório entregue as UMC's-Unidades Municipais de Cadastro. Prefeitura de Glorinha, 2006.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Características do Satélite CBERS**. Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em: 03 maio 2008.

IPEF. Instituto de Pesquisas Florestais. **Silvicultura e Manejo**. Disponível em: <http://www.ipef.br/mct/mct_03.htm>. Acesso em: 22 jun. 2008.

JORNALJA. **O Paradoxo do Eucalipto**. Geraldo Hasse Disponível em <http://www.jornalja.com.br/especial_detalle.php?id=171&cat=9>. Acesso em: 30 jun. 2008.

MEDEIROS, Rosa Maria Vieira. MENEGOTTO, Ricardo. **A Complexidade do espaço metropolitano: dinâmicas territoriais e problemas ambientais**. In: Encontro Estadual de Geografia, XXIII 2003. Porto Alegre: AGB-POA, 2004.

METROPLAN - Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional. **Adequação do uso agrícola do solo da bacia do rio Gravataí - RS**. Porto Alegre: CPRM, 1994.

PONZONI, Flávio Jorge. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação: Diagnosticando a Mata Atlântica**. INPE, São José dos Campos: 2002. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.13.11/doc/CAP8_FJPonzi.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2008.

ROCHA, César Henrique Barra. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do autor, 2007. 3ª Edição. 200 p.

ROSA, Roberto. **Cartografia Básica**. Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Geografia. Laboratório de Geoprocessamento: arquivo digital, 2004.

_____. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, Universidade Federal de Uberlândia, n. 16, p. 81-90, 2005.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente. **Relatório do Grupo de Trabalho Sobre o Impacto Ambiental Decorrente de Obras de Drenagem no Banhado Grande-Relatório Final**. Porto Alegre: 1979.

_____. Decreto Estadual. **Cria a Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande – Decreto n° 38.971**. Porto Alegre: Palácio Piratini, 1998.

_____. Lei Estadual. **Cria o Município de Glorinha – Lei n° 8.590**. Porto Alegre: Palácio Piratini, 1988.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço**. Técnica e Tempo. Razão e Emoção. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1997.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. **Espaço geográfico uno e múltiplo**. Scripta Nova, Revista Eletrônica de Geografia e Ciências Sociais. Universidad de Barcelona, N° 93, 15 de Julio de 2001. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/sn-93.htm>>. Acesso em: 18 jun. 2008.

TOMAZELLI, Luiz José; VILLWOCK, Jorge Alberto. O Cenozóico do Rio Grande do Sul: Geologia da Planície Costeira. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F.. (org.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000, v. 1, p. 375-406.