

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Instituto de Ciências Humanas
Programa de Pós-graduação em Geografia



DISSERTAÇÃO

**Análise das alterações de cobertura e uso da terra e conflitos ambientais na
bacia hidrográfica do Arroio Moreira: subsídios para a definição da zona de
amortecimento da REBIO Mato Grande (RS)**

Viviane Spiering

Pelotas, 2019

Viviane Spiering

**Análise das alterações de cobertura e uso da terra e conflitos ambientais na
bacia hidrográfica do Arroio Moreira: subsídios para a definição da zona de
amortecimento da REBIO Mato Grande (RS)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Luís Heck Simon

Pelotas, 2019

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S755a Spiering, Viviane

Análise das alterações de cobertura e uso da terra e conflitos ambientais na bacia hidrográfica do Arroio Moreira : subsídios para a definição da zona de amortecimento da REBIO Mato Grande (RS) / Viviane Spiering ; Adriano Luis Heck Simon, orientador. — Pelotas, 2019.

121 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. Unidades de conservação. 2. Áreas úmidas. 3. Sistemas hidrográficos. 4. Ocupação antrópica. 5. Legislação ambiental. I. Simon, Adriano Luis Heck, orient. II. Título.

CDD : 910.02

Elaborada por Simone Godinho Maisonave CRB: 10/1733

Viviane Spiering

Análise das alterações de cobertura e uso da terra e conflitos ambientais na bacia hidrográfica do Arroio Moreira: subsídios para a definição da zona de amortecimento da REBIO Mato Grande (RS)

Dissertação aprovada como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Geografia, Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 11/03/2019

Banca Examinadora:

.....
Prof. Dr. Adriano Luis Heck Simon (Orientador)
Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

.....
Prof^a. Dr^a. Edvania Aparecida Corrêa
Doutora em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

.....
Prof^a. Dr^a. Simone Emiko Sato
Doutora em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

**Dedico este trabalho ao meu filho Mathias;
ao meu companheiro de vida Rodrigo;
e aos meus pais.**

Agradecimentos

Agradeço a minha família pelo carinho, incentivo e compreensão, durante todo o período de mestrado. Em especial, agradeço ao Rodrigo, meu companheiro de vida, por construir comigo uma família e pela paciência e incentivo durante esta jornada.

A Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim pela disponibilização das fotografias áreas que serviram de base para o mapeamento de cobertura e uso da terra de 1953/1964.

Ao meu orientador, Professor Doutor Adriano Luis Heck Simon, pelo empenho e auxílio durante todo o período da Pós-graduação e pela transmissão de conhecimentos que foram essenciais para a construção de ideias que alicerçaram as pesquisas. Agradeço também pela paciência durante o período final deste estudo, quando fui agraciada com um presente de Deus; meu filho Mathias.

Agradeço, aos colegas do Programa de Pós-graduação em geografia: Flávio Baumbach, Marília Costa e Márlon Madeira, pela colaboração na tomada de fotografias durante o trabalho de campo.

Por fim, agradeço a todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para o desenvolvimento deste estudo.

Resumo

SPIERING, Viviane. **Análise das alterações de cobertura e uso da terra e conflitos ambientais na bacia hidrográfica do Arroio Moreira:** subsídios para a definição da zona de amortecimento da REBIO Mato Grande (RS). 2019. 121 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

O presente estudo teve como objetivo analisar a cobertura e uso da terra e os conflitos ambientais na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira a fim de viabilizar a adoção das bacias hidrográficas que drenam para a REBIO Mato Grande enquanto limites na definição da zona de amortecimento da referida unidade de conservação. Neste intuito, inicialmente, foi realizado levantamento teórico sobre particularidades que destacam a importância da consideração de bacias hidrográficas enquanto zonas de amortecimento de unidades de conservação em áreas úmidas. Para isto, buscou-se por autores conceituados dentre três temáticas principais: bacia hidrográfica; usos da terra e conflitos ambientais; unidades de conservação em áreas úmidas. Posteriormente foi elaborado diagnóstico ambiental a fim de compreender aspectos naturais e socioeconômicos deste sistema ambiental. Este, contou com o levantamento de aspectos sobre geologia/geomorfologia, solos, hidrografia, capacidade de uso das terras, clima e produção agrícola e pecuária. Na sequência, buscou-se compreender as transformações no processo de ocupação da bacia hidrográfica em questão. Para isto, foi realizada análise sobre a cobertura e uso da terra em períodos pré e pós instituição da Reserva Biológica do Mato Grande, o que se fez a partir da confecção de produtos cartográficos dos cenários 1953/1964 e 2014. Posteriormente, fez-se levantamento dos conflitos ambientais existentes na bacia sendo elaborado produto cartográfico com a definição das Áreas de Preservação Permanente para que, na sequência, fossem identificados usos/coberturas atuais (2014) considerados irregulares para estas áreas. Os resultados mostraram que na bacia hidrográfica do Arroio Moreira as maiores alterações ocorridas em função do processo de ocupação antrópica dizem respeito a substituição de áreas cobertas por campos limpos por pastagens e cultivos temporários e que áreas de usos antrópicos agrícolas aumentaram em mais de 25% durante o período analisado. Com relação aos setores de contribuição de drenagem, verificou-se que em mais da metade destes as Áreas de Preservação Permanente são escassas e não oferecem o mínimo de proteção, sendo difícil assegurar a qualidade dos recursos hídricos. Setores que tem limite direto com a Reserva Biológica do Mato Grande estão entre os mais degradados, ao passo que já deveriam existir estratégias de preservação e fiscalização ambiental, já que estes estão situados dentro da faixa considerada como área circundante. Por fim, concluiu-se, que dadas as atuais condições ambientais observadas na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira, não há como assegurar o propósito da Reserva Biológica do Mato Grande em proteger a biodiversidade local, o que reforça o fato de que os limites das bacias hidrográficas que drenam para esta unidade de conservação devem ser considerados na definição de sua zona de amortecimento.

Palavras Chave: unidades de conservação; áreas úmidas; sistemas hidrográficos; ocupação antrópica; legislação ambiental.

Abstract

SPIERING, Viviane. **Analysis of land cover and use changes and environmental conflicts in the Arroio Moreira basin: subsidies for the definition of the buffer zone of REBIO Mato Grande (RS)**. 2019. 121 p. Dissertation (Master's in Geography) – Post Graduation Program in Geography, Institute of Human Sciences, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2019.

The present study aims to analyze land cover and use and environmental conflicts in the Arroio Moreira Hydrographic Basin to make possible the use of hydrographic basins that drain to REBIO Mato Grande as limits to its buffer zone. In this sense, initially, a theoretical survey was carried out on particularities that highlight the importance of the hydrographic basin as buffer zones of conservation units in wetlands. For this, it was searched for well-know authors among three main topics: hydrographic basin; land use and environmental conflicts; conservation units in wetlands. After that, an environmental diagnosis was elaborated in order to understand natural and socioeconomic aspects of this environmental system. This diagnosis was made a survey of features in geology/geomorphology, soils, hydrography, land use capacity, climate and agricultural production and livestock. In the sequence, it was analyzed the transformations in the process of occupation in the hydrographic basin of this study. An analysis was carried out on the coverage and use of land in pre and post periods of Biological Reserve Mato Grande opening, which was done from the production of cartographic products of scenarios 1953/1964 and 2014. Subsequently, the existing environmental conflicts in the hydrographic basin were surveyed. For this purpose, a cartographic product was initially developed with the definition of the Permanent Preservation Areas of the basin so that current uses/coverages (2014) could be analyzed the presence of irregular areas on that basin. The results showed that in the Arroio Moreira hydrographic basin the greatest alterations occurred due to the anthropic occupation process, replacing areas covered by clean fields, pastures and temporary crops. Areas of agricultural anthropic use increased by more than 25% during the period under review. With regard to the sectors of drainage contribution, it was verified that in more than half of these the Permanent Preservation Areas are scarce and do not offer the minimum protection, being difficult to assure the quality of the water resources. Sectors that have a direct limit with the Biological Reserve of Mato Grande are among the most degraded. Environmental preservation and surveillance strategies should already exist, as they are located within the range considered as the standard buffer (damp) zone. Finally, it was concluded that given the current environmental conditions observed in the Arroio Moreira Hydrographic Basin, there is no way to ensure the purpose of the Mato Grande Biological Reserve to protect local biodiversity, which reinforces the fact that the boundaries of the hydrographic basins that drain into this conservation unit should be considered as its buffer (damp) zone.

Keywords: Conservation units; Wetlands; Hydrographic systems; Anthropic occupation; Environmental legislation.

Lista de Figuras

Figura 1	Mosaico de fotografias aéreas.....	26
Figura 2	Mosaico de imagens do Google	28
Figura 3	Mapa do trajeto e pontos selecionados para o trabalho de campo.....	38
Figura 4	Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	52
Figura 5	Mapa Geológico e Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	53
Figura 6	Fotografia: formações pioneiras em área de planície da bacia.....	55
Figura 7	Fotografia: cobertura savânica em meio às áreas agrícolas no noroeste da bacia.....	56
Figura 8	Mapa Hidrográfico e Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	57
Figura 9	Mapa de solos da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	58
Figura 10	Mapa de capacidade de uso das terras na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	61
Figura 11	Fotografia: campo limpo no limite extremo oeste da bacia.....	66
Figura 12	Fotografia: pastagem na alta bacia do Arroio Moreira.....	68
Figura 13	Fotografia: canal antropogênico localizado na porção central da bacia.....	69
Figura 14	A) Gráfico: classe águas continentais; B) Fotografia: reservatório localizado na parte alta da bacia, nascente represada.....	70
Figura 15	A) Gráfico: classe áreas descobertas; B) Fotografia: área descoberta (degraus de solapamento em margem de reservatório) na bacia.....	70
Figura 16	Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem A.....	73
Figura 17	Fotografias: Tentativas de contenção do processo erosivo. A) revegetação com a introdução de espécie florestal exótica; b) Fotografia: resquícios da implantação de paliçadas.....	78
Figura 18	Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem B.....	79
Figura 19	Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem C.....	83

Figura 20	Fotografias: nascente represada e o que deveria ser uma APP em área de pastagem.....	84
Figura 21	Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem D.....	87
Figura 22	Fotografia: APP formada por áreas campestres - setor D.....	88
Figura 23	Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem E.....	92
Figura 24	A) Aspectos da única nascente com resquícios de preservação da cobertura vegetal no setor de contribuição E; B) Nascente e curso de água, sem APP.....	93
Figura 25	Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem F.....	96
Figura 26	Capacidade de uso das terras - setor de contribuição de drenagem G.....	99
Figura 27	Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem G.....	100
Figura 28	Capacidade de uso das terras - setor de contribuição de drenagem H.....	103
Figura 29	Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem H.....	104
Figura 30	Fotografia: preparo para o cultivo de arroz irrigado. Nascente e curso de água sem APP.....	105

Lista de Tabelas

Tabela 1	Relação de fotografias aéreas selecionadas, por data e faixa de voo.....	25
Tabela 2	Dados relativos a agricultura nos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório.....	63
Tabela 3	Dados relativos a pecuária nos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório.....	63
Tabela 4	Levantamento dos aspectos de cobertura e uso da terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira em cenários pré e pós instituição da REBIO Mato Grande.....	64
Tabela 5	Síntese dos níveis de degradação em cada setor de contribuição de drenagem.....	106

Lista de Quadros

Quadro 1	Chave de classificação para os mapeamentos de cobertura e uso da terra.....	30
Quadro 2	Pontos selecionados para campo.....	37
Quadro 3	Áreas de Preservação Permanente previstas pelo Novo Código Florestal Brasileiro.....	47
Quadro 4	Unidades de Conservação segundo a Classe de proteção.....	48
Quadro 5	Setor de contribuição de drenagem A – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1953 e 2014).....	72
Quadro 6	Setor de contribuição de drenagem B – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1953/1964 e 2014).....	76
Quadro 7	Setor de contribuição de drenagem C – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1953 e 2014).....	81
Quadro 8	Setor de contribuição de drenagem D – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1953/1964 e 2014).....	85
Quadro 9	Setor de contribuição de drenagem E – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1953/1964 e 2014).....	90
Quadro 10	Setor de contribuição de drenagem F – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1964 e 2014).....	94
Quadro 11	Setor de contribuição de drenagem G – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1964 e 2014).....	98
Quadro 12	Setor de contribuição de drenagem E – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1964 e 2014).....	102

Lista de Gráficos

Gráfico 1	Precipitação na bacia hidrográfica do Arroio Moreira.....	59
Gráfico 2	Precipitação média durante os meses do ano.....	60
Gráfico 3	Temperaturas máximas e mínimas.....	60
Gráfico 4	Vegetação nativa na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	65
Gráfico 5	Usos antrópicos agrícolas na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	67

Lista de Abreviaturas e Siglas

ALM	Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
AUR	Área de Uso Restrito
BHAM	Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
LEAGEF	Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física
PIB	Produto Interno Bruto
REBIO	Reserva Biológica
RL	Reserva Legal
RS	Rio Grande do Sul
SEMA	Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UFPEL	Universidade Federal de Pelotas
UTM	<i>Universal Transversa de Mercator</i>

Lista de Apêndices

Apêndice A	Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira 1953/1964.....	117
Apêndice B	Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira 2014.....	118
Apêndice C	Mapa dos Setores de Contribuição de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	119
Apêndice D	Mapa de Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	120
Apêndice E	Zona de Amortecimento Padrão da Reserva Biológica do Mato Grande.....	121

Sumário

1 Introdução.....	18
1.1 A Reserva Biológica do Mato Grande.....	20
2 Procedimentos Metodológicos.....	22
2.1 Revisão Bibliográfica.....	22
2.2 Levantamento e Organização de Dados/informações.....	23
2.2.1 Bases Cartográficas Vetoriais.....	24
2.2.2 Bases Cartográficas Matriciais.....	25
2.2.3 Dados Climatológicos.....	28
2.2.4 Dados Socioeconômicos.....	29
2.3 Definição da Chave de Classificação para os mapeamentos de Cobertura e Uso da Terra.....	29
2.4 Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	31
2.5 Análise dos Conflitos Ambientais.....	32
2.6 Estruturação do Banco de Dados e confecção de Produtos Cartográficos.....	33
2.6.1 Delimitação da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	33
2.6.2 Mapeamento Geológico/Geomorfológico.....	33
2.6.3 Mapeamento Hidrográfico e Hipsométrico.....	34
2.6.4 Mapeamento de Solos.....	34
2.6.5 Mapeamento de Capacidade de Uso das Terras.....	34
2.6.6 Mapeamentos de Cobertura e Uso da Terra.....	35
2.6.7 Delimitação dos Setores de Contribuição de Drenagem.....	35
2.6.8 Mapeamento dos Conflitos Ambientais.....	36
2.7 Trabalho de Campo.....	36
3 Resultados.....	39
3.1 Identificação de elementos que antecipam as bacias hidrográficas enquanto zonas de amortecimento de unidades de conservação em áreas úmidas.....	39
3.2 Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	51
3.2.1 Caracterização do Meio Biofísico.....	52
3.2.1.1 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos.....	52

3.2.1.2 Cobertura Vegetal.....	55
3.2.1.3 Hidrografia e relevo.....	56
3.2.1.4 Solos.....	58
3.2.1.5 Clima.....	59
3.2.1.6 Capacidade de Uso das Terras.....	61
3.2.2 Histórico e Característica Socioeconômicas dos Municípios de Arroio Grande e Pedro Osório.....	62
3.3 Cobertura e Uso da Terra e os conflitos Ambientais na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	64
3.3.1 Principais Alterações nas Classes de Uso da Terra.....	65
3.3.2 Principais Alterações na classes de Uso Antrópico Agrícola.....	67
3.3.3 Águas Continentais e Áreas Descobertas na BHAM.....	69
3.4 Setores de Contribuição de Drenagem: Cobertura / uso da Terra e Conflitos Ambientais.....	71
3.4.1 Setor de Contribuição de Drenagem A.....	71
3.4.2 Setor de Contribuição de Drenagem B.....	75
3.4.3 Setor de Contribuição de Drenagem C.....	80
3.4.4 Setor de Contribuição de Drenagem D.....	84
3.4.5 Setor de Contribuição de Drenagem E.....	89
3.4.6 Setor de Contribuição de Drenagem F.....	93
3.4.7 Setor de Contribuição de Drenagem G.....	97
3.4.8 Setor de Contribuição de Drenagem H.....	101
3.5 Avaliação Ambiental dos Setores de Contribuição de Drenagem.....	106
4 Considerações Finais.....	108
Referências.....	111
Apêndices.....	117

1. Introdução

Discussões relacionadas à conservação da biodiversidade do planeta em prol de um ambiente equilibrado adquiriram grande relevância a partir das décadas de 1970/1980 (CASTRO JR. et al, 2012).

No Brasil, em se tratando do retrospecto legal, tem-se a década de 1930 como um marco, onde importantes instrumentos para a conservação da natureza foram estabelecidos (Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil, Código das Águas e o Código Florestal - ambos de 1934).

A partir destes instrumentos legais, teve-se importantes conquistas para a preservação da natureza que, novamente é lembrada na Constituição Federal de 1988, onde no artigo 225 tem-se que: "todos tem direito ao meio ambiente equilibrado" sendo imposto ao poder público e a coletividade "o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações" (BRASIL, 1988).

Em 18 de julho de 2000 é instituído, a partir da lei 9.985, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Com isso, são estabelecidas normas e critérios para a criação, implantação e gerenciamento de unidades de conservação, definidas no capítulo I, artigo 2º as unidades de conservação são:

[...] espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000, capítulo I, artigo 2º).

Esta mesma lei (SNUC) estabelece diferentes tipos de unidades de conservação, dentre as quais está a Reserva Biológica, que é uma unidade de proteção integral que tem como objetivo assegurar a preservação integral da biodiversidade local, não sendo permitidas intervenções antrópicas diretas.

No entanto estas unidades por si só seriam apenas meros fragmentos nos quais a manutenção da biodiversidade dificilmente seria assegurada. Assim, no intuito de garantir condições mínimas para a manutenção da biodiversidade local, esta mesma lei 9.985 (SNUC) estabelece que, com exceção das áreas de proteção ambiental e reservas particulares do patrimônio natural, cada unidade de conservação deve possuir uma zona de amortecimento ou, quando conveniente, corredor ecológico. No capítulo I, artigo 2º, parágrafo XVIII da lei do SNUC, a zona de amortecimento é definida como: “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade (BRASIL, 2000)”.

Quanto aos limites de uma zona de amortecimento, a lei do SNUC não possui uma definição específica, mas designa ao órgão responsável pela administração da unidade o dever de estabelecer as normas que regulamentam a ocupação e o uso da terra, portanto, também os limites desta zona.

Anterior a lei do SNUC, a resolução 13/1990 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), de 28/12/1990, já estabelecia restrições para o uso no entorno das unidades de conservação (BRASIL, 1990). Nesta resolução estão previstas as denominadas áreas circundantes com uma faixa, que atualmente é de 3.000 metros (CONAMA - Resolução 428 de 17 de dezembro de 2010) no entorno da unidade de conservação, o que vem causando certos equívocos na definição das zonas de amortecimento.

Tem-se percebido, pelo fato de que a lei do SNUC não estabelece um limite fixo para o tamanho da zona de amortecimento, diversas situações em que área circundante e zona de amortecimento se confundem. Com isso é comum a definição da zona de amortecimento com base no CONAMA (limite fixo).

No entanto, esta definição generalizada não condiz com a realidade das unidades de conservação no Brasil; Tendo em vista a diversidade existente e características específicas de cada unidade de conservação, não faz sentido uma zona de amortecimento de 3 km no entorno de uma unidade de conservação localizada no perímetro urbano de uma grande metrópole como também é ineficaz e insignificante o efeito de uma zona de amortecimento de apenas 3 km no entorno de um parque com mais de 10.000 ha (BENSUSAN, 2006, p. 59).

1.1 A Reserva Biológica do Mato Grande

Instituída pelo decreto estadual nº 23.798 de 12 de março de 1975, a Reserva Biológica (REBIO) do Mato Grande está localizada no município de Arroio Grande, zona sul do estado do Rio Grande do Sul (RS), e abrange 49,72 km². De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, a REBIO abriga resquícios da Mata Atlântica e seu objetivo é proteger áreas úmidas presentes na região, dentre as quais estão banhados, campos arenosos e matas de restinga (RIO GRANDE DO SUL, 1975; MMA, 2015).

Desde a data de sua fundação, em 1975, até os dias atuais, pouco foi feito com relação a regularização da referida unidade de conservação. Conforme o MMA (2015), a REBIO ainda não possui plano de manejo e muito menos uma zona de amortecimento delimitada. Desta forma as atividades desenvolvidas no entorno da unidade não possuem devida regulamentação o que causa preocupação com relação à manutenção da biodiversidade local.

Sabe-se que nesta região predominam os cultivos de arroz irrigado, uso que demanda grandes quantidades de agrotóxicos e água, além da utilização de mecanismos de controle para a captação, circulação, e manutenção de água nas canchas de cultivo do arroz (XXX REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2014). Deste modo, estes usos intensos da terra se expandem para além dos limites usualmente definidos para a zona de amortecimento (3 Km), e a rede de drenagem que deságua na REBIO Mato Grande tem passado por consideráveis transformações que tem reflexos diretos na dinâmica hidrológica e sedimentar dos banhados da REBIO.

Dentro deste contexto, a bacia hidrográfica, dada a possibilidade de uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades antrópicas nela desenvolvidas, destaca-se frente a ações de ordenamento e planejamento territorial. Nestas unidades, alterações das condições naturais pelas atividades antrópicas tem seus efeitos à jusante uma vez que este sistema aberto abrange uma determinada porção de terras drenadas por um curso de água principal e seus afluentes com vazão que converge para uma saída em comum, abrangendo todos os espaços (superficiais ou sub-superficiais) de armazenamento, circulação e saída de água e matéria (CUNHA; GUERRA, 2009; DIOS; MARÇAL, 2012; RODRIGUES; ADAMI, 2009; SANTOS, 2004).

Desta forma, as bacias hidrográficas que drenam para a REBIO Mato Grande precisam ter seus limites reconhecidos e as características ambientais compreendidas para que possa existir uma proposição da utilização de seus limites na definição da zona de amortecimento da unidade de conservação em questão.

Partindo destas considerações iniciais, a presente pesquisa tem como **objetivo geral analisar as alterações de cobertura e uso da terra e os conflitos ambientais na bacia hidrográfica do Arroio Moreira a fim de viabilizar a adoção de seus limites enquanto zona de amortecimento da Reserva Biológica do Mato Grande.**

Para atingir este objetivo, foram selecionados os seguintes **objetivos específicos:**

- (1) Identificar os elementos que antecipam as bacias hidrográficas enquanto zonas de amortecimento de unidades de conservação em áreas úmidas;
- (2) Realizar um diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Arroio Moreira a fim de compreender aspectos naturais e socioeconômicos deste sistema ambiental;
- (3) Obter e analisar dados sobre a cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Arroio Moreira, em períodos pré e pós instituição da Reserva Biológica do Mato Grande, a fim de compreender as transformações no processo de ocupação;
- (4) Analisar os conflitos ambientais entre cobertura e uso da terra e legislação ambiental na bacia hidrográfica em questão.

A presente Dissertação de Mestrado foi estruturada em 04 capítulos. O capítulo 1 traz uma breve introdução sobre a problemática do estudo e apresenta os objetivos traçados para a pesquisa. No capítulo 2 foram elencados os procedimentos metodológicos empregados para atingir os objetivos da pesquisa. No capítulo 3 são apresentados os resultados da pesquisa e no capítulo 4 são realizadas as considerações finais.

2. Procedimentos metodológicos

De modo a atender aos objetivos propostos para esta pesquisa, utilizou-se de um conjunto de métodos e técnicas que possibilitaram o levantamento como também a manipulação de dados e informações espaciais e bibliográficas, tornando possível a identificação, o mapeamento e a análise dos aspectos físicos e socioeconômicos da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira (BHAM). Os métodos e técnicas utilizados encontram-se descritos a seguir.

2.1 Revisão Bibliográfica

No presente estudo, existem três temáticas principais que serviram de base para a compreensão da proposta: **1) bacia hidrográfica; 2) usos da terra e conflitos ambientais; 3) unidades de conservação**. O aprofundamento sobre estas temáticas possibilitou o desenvolvimento de um panorama geral para a utilização de bacias hidrográficas enquanto zonas de amortecimento de unidades de conservação.

Para fundamentar estas discussões, buscou-se, na literatura científica, por autores clássicos e atuais, reconhecidos na sua área de atuação. As buscas foram realizadas junto à biblioteca da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), ou de forma *online* através do Google Acadêmico e Revistas de Geografia Física e das Ciências Ambientais. Destacam-se as seguintes palavras-chave e autores:

1) Bacia hidrográfica - Para fundamentar os estudos relacionados a bacias hidrográficas recorreu-se aos seguintes autores: Botelho; Silva (2012) Christofolletti (1974, 1999), Cunha; Guerra (2009), Rocha (1997), Rodrigues; Adami (2009), Ross (2009) e Santos (2004). Com isto, foi possível o desenvolvimento de uma

abordagem sobre a importância da gestão adequada de bacias hidrográficas, principalmente quando estas drenam para áreas de relevante interesse ecológico como unidades de conservação da natureza ou áreas úmidas.

2) Usos da terra e conflitos ambientais - A construção das ideias sobre esta temática deu-se a partir das concepções de Bensusan (2006), Botelho; Silva (2012), IBGE (2013), Junk (2013), MMA (2017), Santos (2004) e Simon (2007). Assim, foi possível trazer definições sobre o que são usos e o que são coberturas da terra destacando os conflitos existentes entre seus usos e a legislação ambiental.

3) Unidades de conservação - Para discutir sobre esta temática buscou-se auxílio na legislação específica sobre unidades de conservação BRASIL (2000) e CONAMA (1990). Além disso, foram consultados autores que tratam sobre esta temática, como Bensusan (2006) e Dios; Marçal (2012). Assim, discutiu-se sobre o histórico das unidades de conservação no mundo e no Brasil. No contexto nacional, foi possível aprofundar as discussões sobre as atuais práticas de conformação e delimitação das zonas de amortecimento de unidades de conservação, compreendendo que, em um país com grande diversidade de ambientes como o Brasil, o ideal é adequar a zona de amortecimento à realidade da unidade de conservação em questão.

2.2 Levantamento e organização de dados/informações

De modo a cumprir com as propostas dos objetivos específicos 2, 3 e 4 do presente estudo, foi necessária a aquisição, organização e elaboração de uma série de produtos cartográficos. Estes produtos foram desenvolvidos em Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Em síntese, uma base cartográfica pode ser definida como um conjunto de dados sobre determinado tema que pode conter informações espaciais¹ ou não espaciais², a partir da qual, torna-se possível a elaboração de produtos cartográficos como mapas e gráficos (CAMARA; MONTEIRO, 2004).

Uma base cartográfica, de acordo com o tipo de representação que expressa, pode ser vetorial e/ou matricial. As bases vetoriais representam elementos através de pontos, linhas ou polígonos (geralmente elaborados a partir de uma base

¹ Com localização espacial associada (CAMARA; MONTEIRO, 2004)

² Um objeto não-espacial é um objeto que não possui localizações espaciais associadas. Assim, a noção de objeto não-espacial engloba qualquer tipo de informação que não seja georeferenciada e que se queira agregar a um SIG. (CAMARA; MONTEIRO, 2004)

matricial). Já as bases matriciais trazem a informação representada a partir de matrizes (imagens de satélite, fotografias aéreas, etc.). Para o desenvolvimento do presente estudo fez-se necessária a utilização das bases cartográficas relacionadas a seguir.

2.2.1 Bases cartográficas vetoriais

Malha municipal – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015):

Obtida através de pesquisa direta no site do IBGE no endereço eletrônico: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_top.php. A referida base cartográfica contém as divisões municipais atualizadas de todo o território brasileiro e está disponível em escala de 1:250.000, em projeção geográfica e tem como sistema geodésico de referência o *Datum* Sirgas 2000.

Base vetorial contínua do RS – Hasenack; Weber (2010) em DVD: Obtida junto ao Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física (LEAGEF), vinculado aos cursos de geografia da UFPEL. A referida base contém elementos de altimetria, hidrografia, sistema viário, manchas urbanas e limite estadual e está à disposição do usuário em formato *shape*³, em uma escala de 1:50.000, com três opções de sistemas de coordenadas: geodésicas, *Universal Transversa de Mercator* (UTM) e projeção Cônica de *Lambert*. Para fins deste estudo utilizou-se a base no sistema de coordenadas UTM, SH 22 e *Datum* Sirgas 2000

Base vetorial das unidades de conservação – SEMA (2016): obteve-se esta base vetorial a partir da Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do estado do Rio Grande do Sul (SEMA/RS), no seguinte endereço eletrônico: <https://www.sema.rs.gov.br/reserva-biologica-do-mato-grande>. A referida base contém o limite da Reserva Biológica do Mato Grande e está disponível em formato *KMZ*⁴ em escala de 1:235.000, sistema de coordenadas geográficas e Datum WGS

³ Os arquivos shapefiles (*shape*) são nativos dos programas da família ArcView/ArcGIS, da empresa norte americana ESRI, que armazenam dados geográficos no formato vetorial, podendo ser do tipo ponto ou linha ou polígono (MEDEIROS, 2017).

⁴ *Keyhole Markup Language* (KML): é uma linguagem que serve para expressar anotações geográficas e visualização de conteúdos como mapas em 2D e navegadores terrestre em 3D. Originalmente foi desenvolvido para uso com o Google Earth, que era originalmente chamado de *Keyhole Earth Viewer*. Arquivos KML são frequentemente distribuídos como pacotes KMZ, que são arquivos KML compactados e usam a extensão .kmz.

1984. Para a utilização desta base foi necessária a conversão para o formato *shape*, realizado no software ArcGis.

Solos – Embrapa (2006): Obtida junto ao Laboratório de Planejamento Ambiental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Clima Temperado com sede no município de Pelotas. Esta base é fruto de um trabalho desenvolvido pelo laboratório para transformar os mapeamentos de solos dos municípios da região sul do RS, realizados em formato analógico por CUNHA (1998), para o formato digital. A referida base é disponível em formato *shape*, escala de 1:50.000, sistema de coordenadas geográficas, *Datum* SAD 1969 e contém os tipos de solos predominantes na região.

Geologia/Geomorfologia – IBGE – RADAMBRASIL (1986): obtida a partir do site do IBGE: <http://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo> - Levantamento de Recursos Naturais - Folha SH 22 Porto Alegre e parte das folhas SH 21 Uruguaiana e SI 22 Lagoa Mirim. Escala: 1:250.000, sistema de coordenadas UTM - SH 22 e Datum WGS 1984.

2.2.2 Bases Cartográficas Matriciais

Fotografias aéreas: foram obtidas junto à Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim (ALM), vinculada a UFPEL. As fotografias utilizadas pertencem ao levantamento realizado pelo Grupo de Planejamento da Baixada Sul Rio-Grandense nos anos de 1953 e 1964 (Tabela 1) e são compatíveis com uma escala de 1:20.000.

Tabela 1: Relação de fotografias aéreas selecionadas, por data e faixa de vôo.

Faixas de vôos e fotografias aéreas selecionadas (1953 / 1964)					
Ano 1953			Ano 1964		
Faixa	Fotografias/Total		Faixa	Fotografias	
Faixa de Vôo - 434 A	29 a 39	11	Faixa de Vôo - AB I	15 a 21	07
Faixa de Vôo - 434 B	85 a 92	08	Faixa de Vôo - AB II	20 a 26	07
Faixa de Vôo - 442 C	71 a 76	06	Faixa de Vôo - AB III	23 a 28	06
Faixa de Vôo - 442 D	100 e 101	02	Faixa de Vôo - AB IV	22 a 27	06
			Faixa de Vôo - AB V	25 a 27	03
	Total	27		Total	29
Total Geral (1953 + 1964) = 56 fotografia aéreas					

Fonte: Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim - Fototeca. Organização: a autora.

Após a seleção das referidas fotografias, mediante autorização da coordenação da ALM, foi possível a retirada destas para que se pudesse realizar a digitalização⁵ das mesmas. O processo de digitalização foi realizado junto ao laboratório de Geoprocessamento dos cursos de Geografia da UFPEL a partir da utilização de um scanner marca HP DESIGNJET HD SCANNER. Ao final do processo as fotografias foram exportadas em formato TIFF, dimensão de 2871 X 2776 *pixels*, resolução de 600 dpi e 24 *bits* em escala de preto e branco.

Posteriormente, no *software* QGIS Desktop 2.14 realizou-se o registro destas fotografias tendo como plano de fundo as imagens do Google

Com isso as fotografias foram registradas tendo como sistema de referência o Sistema de Coordenas UTM – zona 22S e o Datum WGS 1984 (mesmo sistema de referência das imagens do Google). Neste processo foram utilizados entre 05 e 07 pontos de controle para o registro de cada uma das fotografias, sendo o erro médio quadrático inferior a 4. Ao final obteve-se um mosaico de fotografias aéreas georreferenciadas (Figura 1).

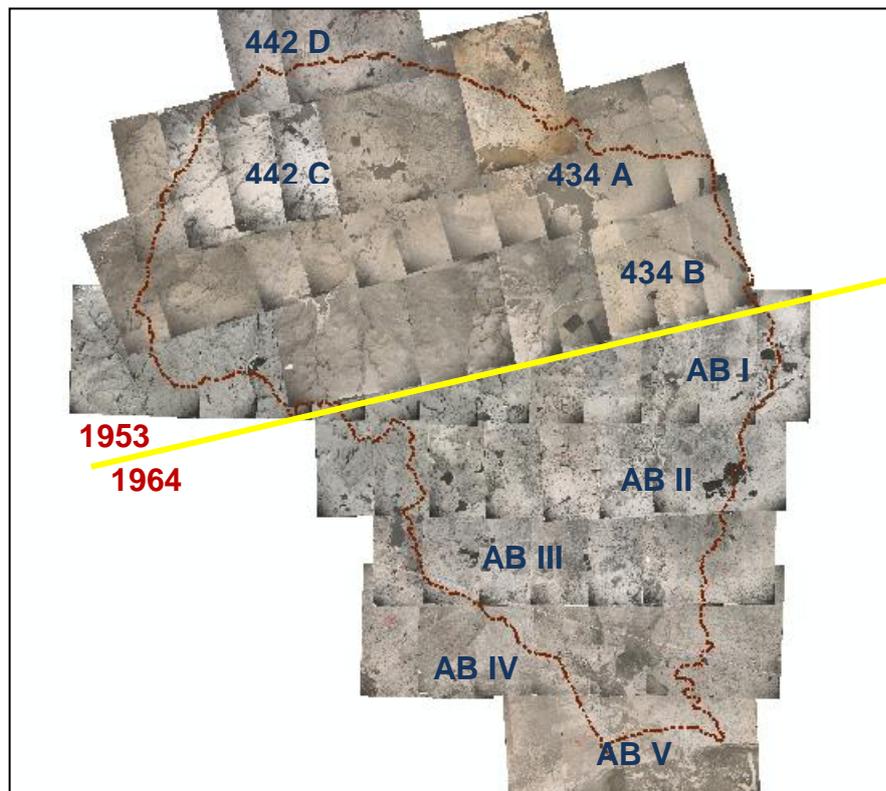


Figura 1 - Mosaico de fotografias aéreas.
Organização: a autora.

⁵ Transformação de informações em meio analógico (fotografia impressa) para o meio digital (imagem digital) para que posteriormente seja possível a manipulação destas fotografias em SIG.

É plausível destacar que estas foram as únicas bases cartográficas (em escala detalhada) referentes a um período anterior a instituição de REBIO Mato Grande a que se teve acesso para a identificação e análise da cobertura e uso da terra. No entanto, o intervalo temporal existente (1953 para 1964) teve pouca influência na análise das classes de cobertura e uso, sendo possível identificar a continuação de áreas com as mesmas características mesmo ocorrendo transição entre as datas das fotografias. Ainda assim, nos produtos cartográficos elaborados foi inserida uma faixa indicativa onde ocorre a transição das fotografias dos anos de 1953 e 1964. No entanto, na análise geral dos resultados de cobertura e uso da terra, para proporcionar uma linguagem mais alinhada, a chamada destes produtos, no texto, foi simplesmente denominada cenário 1964. Já em análise por setor de contribuição as datas foram especificadas.

Imagens do Google: foram obtidas do Google Maps com o auxílio do *software* Mappuzzle⁶ 1.6.3. Inicialmente foram indicadas as coordenadas de localização da área a ser capturada. Em seguida definiu-se a plataforma de imagens (Google Maps – satélite) e aplicou-se um *zoom* de 16 vezes para que as imagens capturadas correspondessem a uma escala de visualização aproximada de 1:25.000. Posteriormente, após a visualização da imagem, fez-se o *download* da mesma em formato TIFF e com resolução de 300 dpi. Para conseguir o recobrimento total da BHAM foram necessárias 27 capturas.

Os recortes utilizados pertencem a três imagens distintas sendo ambas do ano 2014 (23/01/2014; 02/02/2014 e 28/10/2014). Optou-se pela utilização desta base por esta oferecer uma resolução compatível com a resolução das fotografias aéreas (1953/1964) o que, atualmente, não é possível a partir de imagens de satélite disponibilizadas gratuitamente. Além disso, por conta da não utilização de um método de classificação automático no mapeamento, as discontinuidades entre uma imagem e outra não interferiram na classificação.

O registro das imagens capturadas, tal como o registro das fotografias aéreas, foi realizado no *software* QGIS, tendo como base as mesmas imagens do Google, o que ao final resultou em um mosaico de imagens georreferenciadas do ano de 2014 (Figura 2).

⁶*software* livre que tem a função de capturar imagens

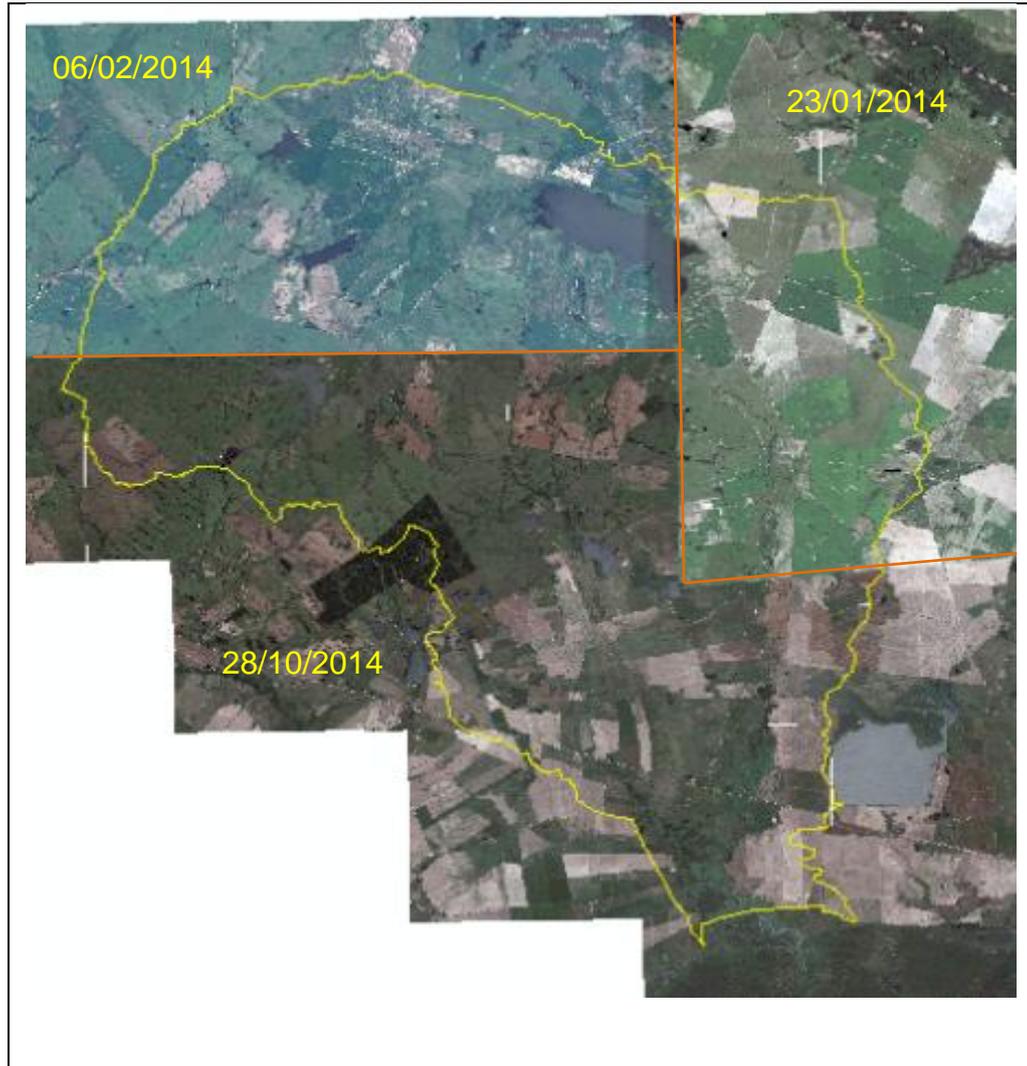


Figura 2: Mosaico de imagens do Google.
Organização: a autora.

Mapas EMBRAPA (geomorfologia e capacidade de uso das terras): mapas em formato digital que foram obtidos junto ao laboratório de Planejamento Ambiental da EMBRAPA – Clima Temperado. Estes serviram como base para a elaboração do mapa de capacidade de uso das terras na BHAM.

2.2.3 Dados climatológicos

Os dados pluviométricos foram obtidos a partir de buscas junto a Agência Nacional de Águas (ANA) através do endereço eletrônico: <http://hidroweb.ana.gov.br/>, onde foram selecionados os dados coletados pela Estação Pluviométrica Granja Coronel Pedro Osório, situada nas proximidades da BHAM. Os dados existentes datam de 1964 a 2017, no entanto, esta não é uma

série contínua, pois existem períodos em que a referida estação pluviométrica esteve inoperante. Assim, selecionou-se uma série de 20 anos (1975 a 1994).

Os dados sobre temperatura na região são relativos a Estação de Agroclimatologia da EMBRAPA – Clima temperado de Pelotas e são relativos a um período de 19 anos (1996 a 2014). A seleção deste recorte temporal deu-se em função de que este foi o maior período com dados contínuos coletados pela referida estação.

2.2.4 Dados socioeconômicos

Os dados sobre a população e a base econômica nos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório foram obtidos a partir de pesquisa no site do IBGE (2017). Os dados sobre população são relativos ao ano de 2010, sobre produção agrícola 2007 e os dados sobre pecuária de 2015.

2.3 Definição da Chave de Classificação para os Mapeamentos de Cobertura e Uso da Terra

A construção da chave de classificação (Quadro 1) utilizada nos mapeamentos de cobertura e uso da terra teve como base a metodologia proposta pelo IBGE (2013) como também as adaptações locais realizadas por Felipim (2014) e Silva (2016).

O IBGE (2013) distingue 05 (cinco) classes de uso e cobertura da terra: 1) áreas antrópicas não agrícolas (áreas urbanizadas ou áreas de mineração); 2) áreas antrópicas agrícolas (áreas de cultivos agrícolas incluindo lavouras temporárias ou permanentes, silvicultura, pastagens e ainda áreas não identificadas); 3) áreas de vegetação nativa (áreas florestais ou áreas campestres); 4) águas (continentais ou costeiras); 5) outras áreas (áreas descobertas).

A BHAM está localizada em área estritamente rural, onde não se verificam (na escala de mapeamento adotada) áreas que possam caracterizar usos antrópicos não agrícolas. Desta forma esta classe não foi considerada na definição da chave de classificação.

Classes de Cobertura e Uso da Terra. Base - IBGE (2013)			
Classes, Subclasses e Unidades		Características Locais	RGB
Uso Antrópico Agrícola	Culturas Temporárias	Arroz Irrigado	Áreas específicas de cultivo temporário com importância econômica regional: arroz irrigado R: 255 G: 192 B: 0
		Demais culturas Temp.	Culturas locais de curta ou média duração (menos que um ano) que após este período cedem o espaço para outro cultivo. Exemplos: milho, soja, sorgo, batata. R: 255 G: 255 B: 0
	Pastagem		Áreas utilizadas para o pastoreio animal onde são inseridas espécies vegetais exóticas. R: 205 G: 137 B: 0
	Silvicultura		Áreas de cultivo de florestas exóticas como eucalipto e acácia. R: 205 G: 173 B: 0
	Instalações Agrícolas		Agrupamento de áreas que compreendem as benfeitorias de uma propriedade rural (habitações, galpões, hortas e pequenos cultivos de subsistência) R: 215 G: 158 B: 158
Vegetação Nativa	Florestal		Áreas de matas nativas – geralmente encontradas às margens de curso de água. R: 115 G: 168 B: 0
	Campestre	Campo Limpo	Formações campestres de vegetação rasteira, ou seja, sem a presença arbustiva e sem a presença de áreas úmidas. R: 214 G: 255 B: 168
		Campo Sujo	Compreende áreas de campos com formações arbustivas e áreas úmidas como banhados. R: 12 G: 242 B: 165
Águas	Águas Continentais		Corpos de água como barragens, açudes, canais naturais e artificiais. R: 153 G: 194 B: 230
Outras Áreas	Área Descoberta		Formações arenosas e processos erosivos identificados na bacia. R: 178 G: 178 B: 178

Quadro 1 - Chave de classificação para os mapeamentos de cobertura e uso da terra.

Fonte: Adaptado de IBGE (2013). Organização: autora.

A identificação das classes de cobertura e uso da terra na BHAM foi realizada a partir do segundo nível de mapeamento (subclasses) proposto pelo IBGE (2013). No entanto, dadas as características locais da bacia hidrográfica em questão, para as subclasses campestre (compreendida pela classe de vegetação nativa) e culturas temporárias (classe de usos antrópicos agrícolas) foi necessário o aprofundamento da análise, detalhando as unidades de mapeamento.

A subclasse campestre, em decorrência da diversidade observada (áreas campestres com vegetação rasteira, áreas campestres com vegetação arbustiva ou áreas de campos úmidos) foi subdividida em duas unidades: campo limpo e campo sujo, onde, campo limpo abriga áreas de vegetação rasteira enquanto campo sujo engloba áreas com vegetação arbustiva e campos úmidos.

Tal como ocorre na subclasse campestre, a subclasse culturas temporárias também foi subdividida em duas unidades: arroz irrigado e demais culturas temporárias. Essa subdivisão decorre em função da representatividade de áreas de arroz irrigado na bacia hidrográfica, compreendendo-se que esta deve ser uma unidade de mapeamento específica, pois viabiliza uma análise mais detalhada das relações de conflito desencadeadas pela evolução e/ou consolidação desta prática.

2.4 Diagnóstico ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira

O diagnóstico ambiental da BAHM partiu da metodologia utilizada por Souza; Couto (2008) em estudo intitulado “Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do Rio Piauí no estado do Sergipe”. Neste, em um primeiro momento, os autores apresentam a caracterização do meio biofísico a partir de aspectos geológico/geomorfológicos, climatológicos, da cobertura vegetal, da hidrografia e da fauna. Em um segundo momento trazem a caracterização do meio socioeconômico com o levantamento de dados e informações sobre o histórico de ocupação e aspectos antrópicos.

Além destes aspectos, foi ainda incluído nesta pesquisa estudo sobre a capacidade de uso das terras, tendo em vista que este, por considerar o cruzamento de informações pedológicas e geomorfológicas, permite compreender as fragilidades ambientais existentes e que devem ser levadas em consideração quando da ocupação humana.

Assim, foram elaborados os seguintes produtos cartográficos: mapa geológico, mapa hidrográfico, mapa de solos e mapa da capacidade de uso das terras. Além destes mapas, com base na série de dados da Estação Pluviométrica Granja Coronel Pedro Osório e da Estação Agroclimatológica da EMBRAPA – Clima Temperado de Pelotas, foram elaborados gráficos que evidenciam as condições do clima na região. Para a caracterização socioeconômica foram utilizados dados do IBGE (2017) que foram organizados em tabelas.

2.5 Análise dos Conflitos Ambientais

Para determinar os conflitos ambientais existentes na bacia foram confrontadas APP's e coberturas/usos da terra (cenário 2014).

A determinação das APP's partiu das categorias estabelecidas pelo Novo Código Florestal (Lei 12.651), sendo na BHAM encontradas as seguintes situações: 1) Faixas marginais de cursos de água com largura inferior a 10 metros; 2) Faixas marginais de cursos de água com largura entre 10 e 30 metros; 3) Entorno de nascentes; 4) Entorno de lagos/lagoas com área superior a 1 há e inferior a 20 ha; 5) Entorno de lagos/lagoas com área superior a 20 há (BRASIL, 2017).

Entretanto, cabe destacar que, em razão da descaracterização dos cursos de água naturais da bacia, principalmente nas regiões de cultivo de arroz irrigado, foi necessária, também, a consideração de segmentos de canais antropogênicos utilizados para estabelecer a conexão entre todos os cursos de água da bacia. Para estes segmentos considerou-se a faixa mínima de 30 metros. Também não foi possível verificar a licença ambiental de lagos/lagoas artificiais. Com isso fez-se a adoção de uma faixa de 50 metros de entorno. Assim, o resultado deste mapeamento exprime um cenário não exatamente condizente com a Legislação ambiental, mas pode ser considerado o cenário ideal para a preservação dos recursos naturais na bacia.

A partir destas particularidades foram elaborados produtos cartográficos tornando possível a quantificação de coberturas e usos da terra em APP. Para melhor visualizar e compreender os resultados obtidos a partir destes produtos foram elaborados gráficos que trazem os valores em área de cada classe de cobertura (florestal, campo limpo, campo sujo, águas continentais, áreas descobertas) e uso da terra (arroz irrigado e demais culturas temporárias, pastagem, silvicultura, instalações agrícolas) na faixa de APP em cada setor de contribuição de drenagem. Cabe destacar que na elaboração dos gráficos foram contabilizados valores relativos a águas continentais uma vez que estas não integram a APP em si, sendo somente representadas no mapeamento por questões cartográficas.

De modo a tornar a análise sobre a situação ambiental na BHAM mais acurada, a referida área de estudo foi subdividida em setores de contribuição de drenagem.

2.6 Estruturação do Banco de Dados e Confeção de Produtos Cartográficos

Inicialmente, no *software* ArcGis 10.2 (licença de uso do LEAGEF / UFPEL) criou-se banco de dados e foi estruturado projeto cartográfico padrão tendo como base o sistema de coordenadas UTM, zona 22S e Datum Sirgas 2000. Posteriormente, foram importadas bases cartográficas que serviram de suporte ao início dos mapeamentos: curvas de nível, pontos cotados e hidrografia (base cartográfica vetorial de Hasenack; Weber, 2010), limite da REBIO Mato Grande (base cartográfica vetorial da SEMA/RS, 2016) e limites dos municípios (base cartográfica vetorial do IBGE, 2015), sendo realizadas conversões para o mesmo sistema de coordenadas e *Datum* deste projeto.

2.6.1 Delimitação da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira

Para a delimitação da BHAM, inicialmente foi necessária a criação de uma nova camada de informação do tipo polígono. Posteriormente, foi realizada a vetorização do limite da bacia, o que se deu em duas etapas. Na primeira etapa fez-se a delimitação a partir da análise do comportamento das curvas de nível e pontos cotados. Em uma segunda etapa, foi realizado o refinamento desta delimitação com o auxílio de estereoscopia de pares fotográficos (fotografias aéreas da ALM).

Ao final foi organizado *layout* (folha: A4 orientação: paisagem) com a inserção de elementos cartográficos (título, legenda, escala de barras, coordenadas de localização, orientação e fonte de dados). Este padrão (com exceção dos mapas de hidrografia, cobertura e uso da terra, Setores de contribuição de Drenagem e APP) foi adotado na confecção dos demais produtos cartográficos.

2.6.2 Mapeamento Geológico/Geomorfológico

Para a confecção do mapa geológico/geomorfológico da BHAM, criou-se novo projeto vinculado ao banco de dados já existente. Posteriormente fez-se a importação da base cartográfica do IBGE – RADAMBRASIL (1986) (levantamento geológico e geomorfológico) sendo efetuados recortes para corresponder a área da BHAM. Informações referentes a geologia foram representadas por cores enquanto

informações sobre aspectos geomorfológicos foram representadas por hachuras. Por fim, foi organizado o *layout* para a impressão do mapa.

2.6.3 Mapeamento Hidrográfico e Hipsométrico

O mapeamento hidrográfico teve como base a atualização hidrográfica de detalhe da BHAM – contendo canais pluviais, canais fluviais (fundo plano e fundo “V”), corpos hídricos, áreas úmidas, barragens, barragens inativas, canais antropogênicos e canais antropogênicos inativos - realizado no LEAGEF a partir da interpretação do mosaico de imagens do Google. O mapeamento teve início a partir da organização de novo projeto, sendo este vinculado ao banco de dados existente. Posteriormente foi importada a base mencionada anteriormente deixando-se ativos canais pluviais e fluviais, corpos hídricos, barragens e canais antropogênicos. A hipsometria foi gerada a partir de dados do sensor SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission* – NASA/USGS), realizando-se a interpolação dos valores altimétricos da cada pixel (com resolução espacial de 30 metros). Em seguida, foi organizado *layout* para a impressão do mapa. Devido a quantidade de informação, foi necessário alterar o tamanho do documento para A3.

2.6.4 Mapeamento de Solos

Para o mapeamento de solos da BHAM criou-se novo projeto sendo este vinculado ao banco de dados já existente. Posteriormente foi realizado o importe da base cartográfica da EMBRAPA (2006) e foram recortadas as classes de solo para a bacia. Após foi organizada a legenda e por fim o *layout* para a impressão.

2.6.5 Mapeamento da Capacidade de Uso das Terras

O mapeamento de capacidade de uso das terras na BHAM teve como suporte o mapa (em formato digital) de capacidade de uso das terras da EMBRAPA e o mapeamento de solos da bacia anteriormente citado. O mapeamento foi realizado a partir do projeto cartográfico criado para a elaboração do mapa de solos, sendo, na tabela de atributos da camada que contém o recorte de solos da bacia, foi criada

uma nova coluna para a introdução das classes de capacidade de uso das terras. Posteriormente, fez-se a interpretação do mapa determinando a classe de capacidade de uso das terras para cada polígono na tabela de atributos. Por fim, foi organizada legenda e *layout* de impressão.

2.6.6 Mapeamentos de Cobertura e Uso da terra

Os mapeamentos de cobertura e uso da terra tiveram como base as fotografias aéreas (cenário 1953/1964) e imagens do Google (cenário 2014). Para a confecção destes produtos cartográficos foi organizado novo projeto (vinculado ao banco de dados existente) e foram criadas camadas (culturas temporárias – arroz irrigado; demais culturas temporárias; pastagem; silvicultura; instalações agrícolas; florestal; campo limpo; campo sujo; águas continentais e áreas descobertas) para a vetorização das classes de cobertura e uso da terra de cada cenário. A cada uma destas classes foi atribuída a cor específica conforme definição da chave de classificação (Quadro 1). Posteriormente foram importadas as bases matriciais (fotografias aéreas e imagens do Google).

O processo de classificação ocorreu de forma manual, a partir da vetorização em tela de polígonos com características similares considerando tonalidade, cor, forma, tamanho, textura e padrão (FITZ, 2008).

Finalizadas as vetorizações foi então organizado o *layout* para a impressão dos mapas. Para que fosse possível o detalhamento das informações, utilizou-se escala aproximada de 1:50.000 sendo para isto utilizado tamanho de folha A1 (594 X 841 mm). Após adequar tamanho e formato, foram adicionados elementos cartográficos: título, legenda, escala, orientação (rosa dos ventos), grade de coordenadas, sistema de referência e as fontes das informações e dados sobre a elaboração.

2.6.7 Delimitação dos Setores de Contribuição de Drenagem

Para a delimitação dos setores de contribuição de drenagem teve-se por base as curvas de nível, os pontos cotados e a hidrografia. Sempre que possível procurou-se respeitar os limites das sub-bacias inseridas na BHAM. Entretanto, em algumas áreas (sobretudo na média e baixa bacia), as características do relevo

(baixas amplitudes altimétricas) e as alterações antropogênicas (que descaracterizaram o sistema de drenagem e as áreas de divisores de água), inviabilizaram a delimitação dos setores de contribuição a partir destes limites. Assim, a definição de limites nestes locais considerou áreas aparentemente homogêneas, com drenagens remanescentes que confluem para um ponto em comum.

Posteriormente, foram efetuados recortes das coberturas e usos da terra dos cenários 1953/1964 e 2014 para cada setor de contribuição de drenagem. Por fim, foram organizados projetos cartográficos com limite e respectivas coberturas e usos da terra de cada setor.

2.6.8 Mapeamento dos Conflitos Ambientais

Para o referido mapeamento foi organizado novo projeto associado ao banco de dados da bacia. Posteriormente, foram desenhados *buffers* considerando, sempre que possível, o que é previsto pela legislação ambiental. Assim, foram criadas as seguintes camadas: 1) *buffer* de 30 metros para faixas marginais de cursos de água com largura inferior a 10 metros; b) *buffer* de 50 metros para faixas marginais de cursos de água com largura entre 10 e 30 metros; c) *buffer* de 50 metros para o entorno de nascentes; d) *buffer* de 50 metros para o entorno de lagos/lagoas naturais e ou artificiais maiores de 1 há e inferiores a 20 há; e) *buffer* de 100 metros no entorno de lagos/lagoas artificiais com área superior a 20 ha. Posteriormente foi realizado o recorte das coberturas e usos da terra no cenário mais recente (2014) para esta faixa. Por fim, foram realizados recortes para os setores de contribuição de drenagem e organizados os projetos cartográficos.

2.7 Trabalho de campo

Para analisar a precisão dos resultados obtidos com o mapeamento de cobertura e uso da terra da BHAM (2014) foram feitas averiguações em campo. O campo foi realizado no dia 06 de setembro de 2018.

O trabalho de campo teve início com a etapa de planejamento sendo selecionados pontos e trajetos a serem percorridos. Na determinação dos pontos foi dada atenção a quatro particularidades: 1) Acesso – restringe a bacia às margens de

estradas em condição de circulação (considerados até 300 metros para cada margem); 2) Setores de contribuição de drenagem – determinação de ao menos um ponto em cada setor; 3) Nascentes da bacia – seleção de nascentes com APP preservada e outras sem nenhuma proteção; 4) Classes de cobertura e uso da terra - seleção de ao menos um ponto por classe.

Com o auxílio das ferramentas de SIG, em princípio, aplicou-se o método para a geração de pontos aleatórios, tendo como base polígonos das classes de cobertura e uso da terra, inseridos na faixa de 300 metros a partir das principais estradas. No entanto, o resultado desse processo não foi satisfatório, uma vez que os pontos selecionados não se distribuíam em todos os setores de contribuição de drenagem e dificilmente coincidiam com áreas de relevante interesse como nascentes localizadas em meio a cultivos e pastagens como também grandes estruturas antrópicas existentes na bacia.

Deste modo, procedeu-se a seleção manual, buscando-se por pontos estratégicos, sendo consideradas as quatro particularidades elencadas anteriormente. Assim, foram selecionados 19 pontos, sendo: 01 ponto no setor de contribuição de drenagem "A", 04 no setor "B", 03 no setor "C", 02 no setor "D", 05 no setor "E", 01 no setor "F", 01 no setor "G" e 02 no setor "H". O quadro 2, a seguir, traz especificações a cerca destes pontos.

Seleção de Pontos para o Trabalho de Campo			
Ponto	Classe cob. / uso	Contexto	Setor
01	Arroz irrigado	Curso de água em meio a cultivos - Sem APP	A
02	Campo sujo	Nascente parcialmente preservada	D
03	Pastagem	Curso da água em meio a pastagem - sem APP	D
04	Silvicultura	Ponto de melhor acesso a silvicultura na bacia	B
05	Pastagem	Nascente em meio a pastagem – Sem APP	B
06	Área descoberta	Processo erosivo em área de nascentes	B
07	Florestal	APP em curso de água - Preservada	B
08	Campo limpo	Divisor de águas (limite da bacia)	C
09	Águas continentais	Nascente represada	C
10	Florestal	APP em curso de água – Parcialmente preservada	C
11	Campo sujo	Única nascente do setor com resquícios de cobertura nativa	E
12	Demais Cult. Temp.	Curso de água em meio a cultivos - Sem APP	E
13	Águas continentais	Grande reservatório de água	E
14	Demais Cult. Temp.	Curso de água em meio a cultivos - Sem APP	E
15	Inst. Agrícolas	Instalação de grande porte	E
16	Arroz irrigado	Nascente em meio a cultivos - Sem APP	H
17	Campo sujo	APP em curso de água - Ponte sobre o Arroio Moreira	H
18	Área descoberta	Estrutura construída para captação de água do arroio	G
19	Inst. Agrícolas	Instalação de médio porte	F

Quadro 2 - Pontos selecionados para campo.

Fonte: a autora

Em campo, os resultados foram satisfatórios sendo possível o acesso a todos os pontos selecionados. Conforme planejado, no período da manhã foram observados pontos na alta bacia, percorrendo-se trecho do divisor de águas pela estrada que dá acesso a cidade de Pedro Osório. No período da tarde foram observados pontos na baixa bacia seguindo-se pela estrada que dá acesso a vila de Santa Izabel do Sul, acessando posteriormente, a via na porção inferior do mapa da figura 06, seguindo em direção a BR 116.

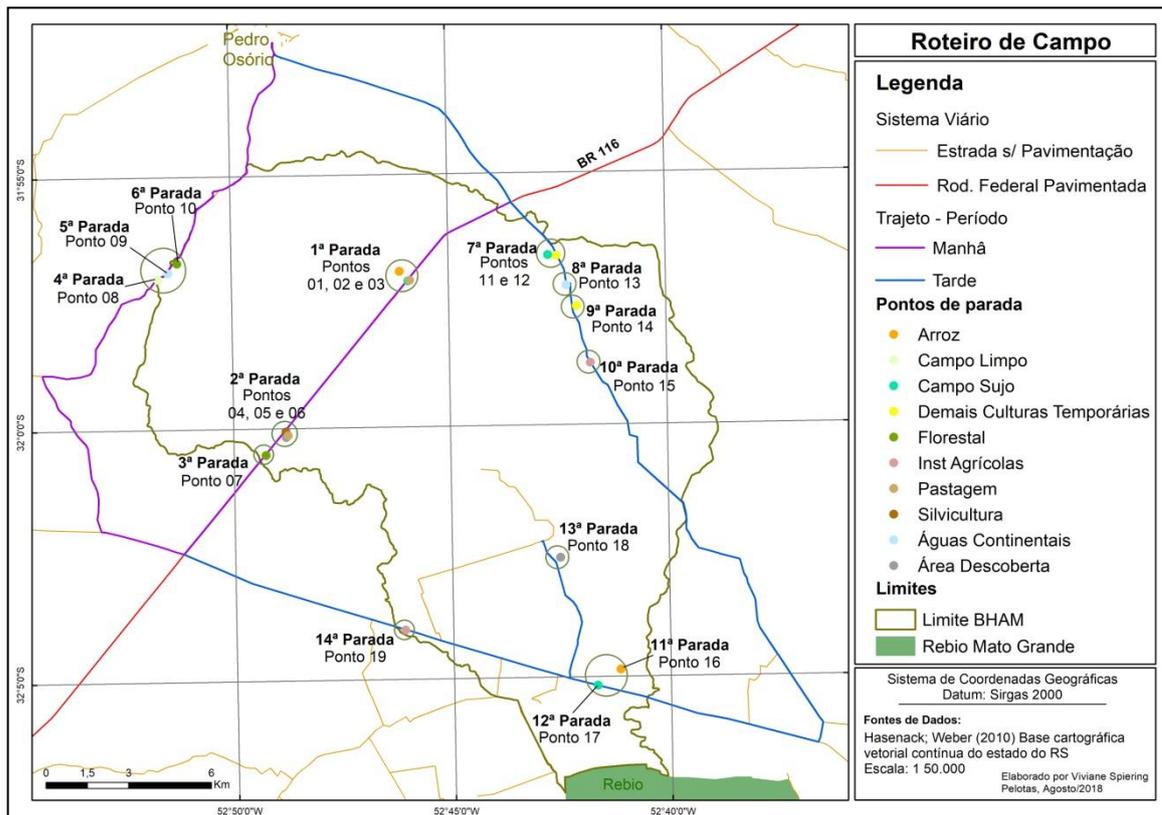


Figura 3 – Mapa do trajeto e pontos selecionados para o trabalho de campo.
Fonte: a autora

Confrontando resultados do mapeamento de cobertura e uso da terra com a realidade observada em campo, em 15 pontos foram observadas coberturas e/ou usos 100% condizentes. Nos demais pontos o mapeamento não correspondeu exatamente a realidade observada. Entretanto, estes são pontos inseridos em áreas de cultivos (arroz irrigado e demais cultivos temporários) e, portanto, não devem ser considerados equivocados, uma vez que, neste período do ano áreas utilizadas para cultivos, estão em pousio ou servem ao pastoreio de gado (associação soja pecuária é bastante utilizada na região). Fatos como a observação de resquícios da palha da soja e canais de irrigação dão sustentação ao fato de que estas áreas até pouco tempo eram ocupadas por cultivos de soja.

3. Resultados

3.1 Identificação de elementos que antecipam as bacias hidrográficas enquanto zonas de amortecimento de unidades de conservação em áreas úmidas

Para a compreensão do problema de pesquisa que se apresenta, são necessárias discussões que abordam três grandes temáticas que se inter-relacionam: bacias hidrográficas (onde ocorrem discussões sobre os componentes, o funcionamento e as interações que se desencadeiam nesse sistema aberto), cobertura e uso da terra (com as discussões sobre o que são usos e coberturas da terra e os conflitos ambientais que podem surgir em decorrência de práticas inadequadas vinculadas à dinâmica de cobertura e uso da terra) e unidades de conservação (onde são discutidas questões relacionadas à legislação ambiental e seus principais instrumentos).

Em princípio, para dar início a estas discussões, em se tratando de estudos ambientais, a compreensão sobre a **bacia hidrográfica** e os processos que atuam direta ou indiretamente sobre esta unidade ambiental de análise são um ponto chave para o desenvolvimento de pesquisas de caráter geográfico (RODRIGUES; ADAMI, 2009; MACHADO; TORRES, 2012).

No Brasil, tal como ocorre em nível mundial, a bacia hidrográfica é a principal referência espacial utilizada em estudos que envolvem ações de planejamento e ordenamento territorial, subsidiando, inclusive, boa parte de legislação ambiental (SANTOS, 2004; MACHADO; TORRES, 2012). Esta tendência decorre, em primeiro lugar, do fato de que esta unidade possibilita o desenvolvimento de uma análise integrada entre os fenômenos e as interações existentes entre os elementos que à

compõem. Em segundo lugar esta é uma unidade espacial que pode ser facilmente reconhecida (delimitada) e caracterizada, sendo que todas as áreas da superfície terrestre, de uma forma ou de outra, são partes integrantes de uma bacia hidrográfica. Por fim, tem-se a água como um elemento integrador, capaz de interagir com todos os demais elementos abióticos, bióticos e antropogênicos (SANTOS, 2004; MACHADO; TORRES, 2012).

Na literatura é possível encontrar uma série de conceitos e definições sobre bacia hidrográfica. Tais definições, em síntese, nos levam a compreendê-la como um sistema natural formado a partir de um curso de água principal e seus afluentes onde todos os elementos (físicos ou antrópicos) estão interligados a partir dos fluxos de água que escoam de jusante para a montante (SANTOS, 2004; RODRIGUES; ADAMI, 2009; CUNHA; GUERRA, 2009). Nesse sistema os limites são estabelecidos fisicamente a partir de uma linha de cumeada (divisor de águas) e em seu interior a circulação de água abrange todos os espaços superficiais e sub superficiais convergindo para uma única saída – o exutório (ROCHA, 1997; SANTOS, 2004; CUNHA, GUERRA 2009).

A visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade de tal forma que muitos autores da área ambiental, em suas definições sobre bacia hidrográfica, usualmente a denominam de sistema (SANTOS, 2004; CUNHA; GUERRA, 2009; RODRIGUES; ADAMI, 2009; BOTELHO; SILVA, 2012).

Do ponto de vista organizacional, compreende-se que as bacias hidrográficas são sistemas abertos que atuam de forma não isolada, visto que estabelecem relações com outros sistemas do mesmo universo através das entradas e saídas de matéria e energia (CHRISTOFOLETTI, 1999). Na prática, como tais sistemas encontram-se dispostos de maneira contígua e se organizam a partir de uma rede de canais que é responsável pela drenagem de água e materiais sólidos para uma saída em comum (outro curso de água, lago, reservatório ou oceano), os fluxos de matéria e energia não permanecem contidos no sistema, pelo contrário, estes são transportados para além dos limites da bacia hidrográfica podendo influenciar, direta ou indiretamente o sistema responsável pelo recebimento de tais fluxos.

Deste modo, as bacias hidrográficas, tal como os demais sistemas geográficos, são sistemas complexos formados por uma grande quantidade de componentes que realizam trocas com seu entorno e que em função destas trocas podem adaptar sua estrutura interna, remobilizando todo o sistema

(CHRISTOFOLETTI, 1999). Apesar de toda complexidade, estes sistemas tendem a um estado de equilíbrio dinâmico que se concretiza a partir do momento em que as quantidades de matéria e energia inseridas são as mesmas quantidades eliminadas. (ROSS, 2009). Conforme Christofolletti (1974):

[...] quando as condições externas permanecem imutáveis, o equilíbrio dinâmico pode chegar ao estado que melhor exprima a organização interna em função das referidas características exteriores, chegando-se a obter a condição estática de máxima entropia (CHRISTOFOLETTI, 1974, p. 06).

O clima, a litologia e a biogeografia (entre outros) são os fatores que determinam a estruturação das formas do relevo e da rede de drenagem em bacias hidrográficas. Em condições estáveis (quando não há modificação dos fatores condicionantes), tem-se uma condição de equilíbrio e as formas do relevo e da rede de drenagem permanecem estáveis. Por outro lado, em uma situação de desequilíbrio, que pode ocorrer a partir de intervenções antrópicas intensas na exploração dos recursos naturais, esses sistemas tendem a se reorganizar buscando um novo estado de equilíbrio, o que pode acarretar em mudanças nas formas do relevo e na rede de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1974; CHRISTOFOLETTI, 1999; ROSS, 2009; CUNHA; GUERRA, 2009).

Estas mudanças, no entanto podem causar interferências negativas em sistemas adjacentes dentre os quais pode-se citar as **zonas úmidas**, que necessitam da manutenção de boas condições hídricas para que possa ocorrer a sustentabilidade destes ambientes.

As áreas ou zonas úmidas, de acordo como a Convenção de Ramsar⁷, são áreas de pantanais, charcos, turfeiras com águas, que podem ser naturais ou artificiais, cobertas permanente ou temporariamente por água (estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada), e áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade (MMA, 2017).

No Brasil, existem vastas áreas úmidas, de distintas características, que juntas, representam cerca de 20 % de todo o território nacional (JUNK et al, 2014). Dada a importância de tais áreas e, buscando atender as recomendações dadas

⁷ Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, estabelecida em fevereiro de 1971, na cidade iraniana de Ramsar, que está em vigor desde 21 de dezembro de 1975. No Brasil, foi incorporada ao arcabouço legal pelo Decreto 1.905 de 1996 (MMA, 2017).

pela Convenção Ramsar, o decreto 1.905 de 16 de maio de 1996 é responsável pela inserção da temática na legislação ambiental brasileira.

Recentemente, com os estímulos da Convenção Ramsar para que cada país adote um sistema de classificação adaptado às suas particularidades, o Conselho Nacional de Zonas Úmidas, através da Recomendação nº 07 de 11 de junho de 2015 aprovou a definição e o sistema de classificação para as áreas úmidas brasileiras.

Segundo Junk et al. (2014) as áreas úmidas estão entre os ecossistemas mais ameaçados no mundo. Estas ameaças a que se referem os autores, geralmente se dão em função de determinadas atividades socioeconômicas, mas dentre estas, Bensusan (2006, p. 59) destaca que “o maior impacto que a humanidade causa sobre o ambiente e, conseqüentemente, sobre a biodiversidade, deriva da agricultura”.

Os danos decorrentes de atividades agrícolas, tais como a perda de solos por conta de processos erosivos e a poluição de mananciais hídricos por agrotóxicos e materiais orgânicos em suspensão, além da retificação de canais fluviais e da remoção de matas ciliares, são cada vez mais comuns na paisagem geográfica.

Sobre a perda de solos, Botelho; Silva (2012) destacam que em áreas agrícolas, fatores como a exposição do solo à ação direta das gotas de chuva, a ausência de cobertura vegetal em parte do ano e a inexistência de práticas conservacionistas, são fatores que propiciam a formação de fluxos superficiais dando início a processos erosivos.

Já a poluição dos recursos hídricos por agrotóxicos e materiais orgânicos em suspensão é efeito, principalmente, da adoção de práticas e manejos inadequados. Para melhores especificações, pode-se tomar como exemplo as práticas empregadas no cultivo de arroz irrigado pelo método de inundação (MARCHESAN et al, 2007). Conforme a XXXª Reunião Técnica da Cultura do Arroz (2014, p. 94), “a localização geográfica das lavouras de arroz, próximas a rios e outras fontes de água, exige a adoção de práticas de manejo que evitem ao máximo a saída da água das lavouras”, visto que, “os agroquímicos utilizados na lavoura podem ter na água de irrigação o meio mais rápido de atingir mananciais hídricos e afetar organismos não-alvo, proporcionando contaminação ambiental com impactos negativos”. No entanto, é comum que em situações ambientais extremas como a ocorrência de grandes volumes de chuva ou até mesmo por descuido do produtor, a água das

canchas de cultivo extravase, resultando em contaminação dos mananciais hídricos localizados a jusante (MARCHESAN et al, 2007; XXXª REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ, 2014).

Assim, vistas todas estas questões, são necessárias ações de monitoramento sobre os processos de **uso e ocupação das terras em bacias hidrográficas**, pois, conforme destaca Santos (2004):

O uso e a ocupação das terras é um tema básico para planejamento ambiental, pois retrata as atividades humanas que podem significar pressão ou impacto sobre os elementos naturais, sendo um ponto essencial na análise de fontes de poluição assim como também é um elo importante de ligação entre as informações dos meios biofísico e socioeconômico (SANTOS, 2004, p. 97).

A terra segundo o IBGE (2013) é o “seguimento da superfície do globo terrestre” que é definido no espaço em função de características e propriedades relativas a atributos da biosfera dentre os quais estão a atmosfera, os solos, as rochas, a hidrografia e os resultados de ações antrópicas. Assim, este segmento é dinâmico e sobre ele podem atuar forças naturais e antrópicas. A partir disso, temos então a distinção entre o que são usos e o que são coberturas da terra.

O uso da terra está relacionado a atividades que são conduzidas pelo homem em vista a obtenção de produtos e benefícios, ou seja, de acordo com o IBGE (2013, p. 45) “o uso da terra está relacionado com a função socioeconômica (agricultura, habitação, proteção ambiental) da superfície básica”. Desta forma, as atividades de uso da terra são caracterizadas a partir do momento em que ocorrem alterações de natureza antrópica sobre a cobertura vegetal original para dar espaço às práticas agrícolas e pecuárias ou urbanas e industriais (SIMON, 2007).

Por outro lado, a cobertura da terra, segundo o IBGE (2013, p.45), nos remete a “elementos da natureza como a vegetação natural, água, gelo, rocha nua, areia e superfícies similares, além das construções artificiais criadas pelo homem, que recobrem a superfície da terra”. Assim, a cobertura da terra se caracteriza pela menor expressão de práticas antrópicas na paisagem, sendo sinônimo de revestimento e, portanto, proteção superficial (SIMON, 2007).

De acordo com Simon:

Atualmente, existe um consenso de que as alterações no uso da terra são as maiores condutoras de mudanças ambientais locais, regionais e globais, justamente pela sua intervenção direta nas condições climáticas, nos processos dos ecossistemas, nos ciclos biogeoquímicos, na biodiversidade e, o mais importante, sobre as atividades humanas. (SIMON, 2007, p. 26)

Frente a estas questões, Bensusan (2006) e Castro Junior et al (2012), destacam que na atualidade, o estabelecimento de **áreas protegidas**⁸, tem sido o principal instrumento para a conservação da natureza⁹ frente às práticas agressivas e não planejadas de ocupação do espaço e uso da terra. No entanto, para que estes instrumentos chegassem ao nível em que hoje se apresentam (inclusive com legislações específicas) uma longa trajetória foi percorrida.

Conforme Castro Junior et al (2012), existem evidências de que a preocupação com a conservação da natureza existe desde os primórdios das sociedades. De acordo com estes autores, a demarcação de territórios com o propósito de proteção aparece pela primeira vez há cerca de 400 anos a.C., na Índia, com a proibição de usos e atividades extrativistas nas “florestas sagradas”.

Assim, conforme destaca Bensusan (2006), a preservação de lugares sagrados e a manutenção de estoques de recursos naturais foram, originalmente, as principais motivações para despertar a necessidade de conservação da natureza. Para Castro Junior et. al. (2012) em um contexto histórico, a noção de conservação da natureza teve a influencia de três ideias principais: a primeira (que predominou até o final do século XIX) tinha o simples propósito de gerência destes espaços; a segunda (final do século XIX até meados do século XX) trouxe o propósito da preservação da paisagem como um patrimônio coletivo e de uma natureza selvagem e, a terceira (que atualmente orienta a necessidade de conservação da natureza) trouxe o enfoque para a necessidade de resguardar para proteger para as futuras gerações.

⁸ Englobam Unidades de Conservação, mosaicos e corredores ecológicos, espaços considerados essenciais, do ponto de vista econômico, por conservarem a sociobiodiversidade, além de serem provedores de serviços ambientais e geradores de oportunidades de negócios (MMA, 2017).

⁹ É o manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral (BRASIL, 2000).

Em se tratando do retrospecto legal, a criação do Parque Nacional de Yellowstone, em 1872 nos Estados Unidos, com a finalidade de preservar a paisagem para as futuras gerações, tornou-se um marco e serviu como modelo para que muitos outros países desenvolvessem leis específicas (BENSUSAN, 2006; DIOS; MARÇAL, 2012).

No Brasil, as discussões mais estruturadas sobre conservação da natureza remetem ao começo do século XIX (BENSUSAN, 2006; CASTRO JUNIOR et al, 2012). No entanto, nesse período, iniciativas como a criação de parques nacionais eram simplesmente ignoradas em termos de gestão e não eram de fato implementadas (CASTRO JUNIOR et. al., 2012).

Assim, conforme destaca Bensusan (2006), foi somente com o decreto 23.793 de 1934 (antigo código florestal) que a unidade de conservação foi instituída na legislação ambiental brasileira.

Verifica-se, aliás que a década de 1930 foi um marco para o início da implementação de uma legislação ambiental no país. Também em 1934 tem-se a criação do código de águas com artigo específico (artigo 23) que torna competência da união e dos estados a proteção ao meio ambiente. Na Constituição de 1934 a proteção ao meio ambiente é prevista em seu 10º artigo (BRASIL, 1965a; BRASIL 1965b).

Mais tarde, com a política nacional de meio ambiente (Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981) e com o artigo 225 da nova constituição federal de 05 de outubro de 1988, a definição de unidades de conservação recebeu importantes reforços. A política nacional de meio ambiente, em seu artigo 9º, trouxe importantes instrumentos para a conservação da natureza como o zoneamento, o estudo de impacto ambiental e a criação de espaços territoriais pelo poder público para a conservação da natureza. Já no artigo 225 da constituição fica estabelecido a todos os brasileiros o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo este um bem de uso comum do povo e essencial para a sadia qualidade de vida, que deve ser defendido e preservado, para presentes e futuras gerações, pelo poder público como também pela coletividade (BRASIL, 1981; BRASIL, 1988).

Recentemente (após os anos 2000), tem-se a instituição de dois importantes instrumentos de auxílio para a preservação dos recursos naturais: o Novo Código Florestal e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

O novo código florestal (Lei 12.651 de 25 de maio de 2012) alterado em 17 de outubro de 2012 (Lei 12.727) estabelece normas para proteção da vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente (APP), Áreas de Uso Restrito (AUR), e Reserva Legal (RL), deliberando a respeito das temáticas relacionadas a exploração florestal, propondo soluções para situações de vulnerabilidade ambiental. As APPs e as AURs são áreas específicas, determinadas em função de características ambientais locais, que possuem caráter de proteção e restrição ambiental. Já a RL é determinada, com a finalidade específica de manter um percentual mínimo de cobertura vegetal nativa em todas as propriedades rurais, dentro da qual podem estar inseridas as APPs e as AURs.

A APP é concebida como uma “área protegida coberta ou não por vegetação nativa” que possui funções ambientais de grande relevância como “preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012, Art. 3º, Parágrafo II). O quadro 3 traz as classes de APPs determinadas pelo novo código florestal (2012).

Nestas áreas, em caso de uso antrópico consolidado¹⁰ é permitida a continuidade de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural. No entanto, dadas as condições de degradação ambiental¹¹ existentes, faz-se necessária a adoção de boas práticas de conservação do solo e da água, o que demanda a adoção de manejos diferenciados (BRASIL, 2012, Lei 12.651, art. 61- A).

As áreas de uso restrito são áreas sensíveis, nas quais a exploração depende da adoção de boas práticas agropecuárias e florestais. No novo Código Florestal são reconhecidas duas categorias: 1) os pantanais e planícies pantaneiras; 2) as áreas com inclinação entre 25º e 45º. Nas primeiras - pantanais e planícies pantaneiras - é permitida a exploração, contanto que realizada de forma ecologicamente sustentável, ficando a cargo do órgão estadual de meio ambiente as autorizações para a supressão de vegetação nativa para uso do solo. Em áreas com inclinação entre 25º e 45º, contanto que de maneira sustentável, permite-se o manejo florestal e atividades agrossilvipastoris, ficando vedada a retirada de vegetação para a abertura de novas áreas antrópicas.

¹⁰ Ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris (BRASIL, 2012a)

¹¹ Qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais. Impacto ambiental negativo (SANCHEZ, 2008)

Áreas de Preservação Permanente - Faixa mínima de Proteção	
I – Faixas marginais de cursos de água naturais (exceto efêmeros)	
Largura do curso de água	Largura da faixa de proteção
Menor de 10 metros de largura	30 metros
De 10 a 50 metros de largura	50 metros
De 50 a 200 metros de largura	100 metros
De 200 a 600 metros de largura	200 metros
Largura superior a 600 metros	500 metros
II - Áreas no entorno de lagos e lagoa naturais	
Lago ou lagoa localizado em:	Largura da faixa de proteção
zona rural - área < que 20 ha	50 metros no entorno
zona rural - área > que 20 há	100 metros no entorno
zona urbana	30 metros no entorno
Outras situações	
Circunstância	Faixa de Proteção
III – Entorno de reservatórios artificiais	Conforme licença ambiental do empreendimento
IV – Entorno de nascentes e olhos de água	Raio mínimo de 50 metros
V – Encostas com declividade > que 45°	100% da linha de maior declive
VI – Restingas (se fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues)	Toda sua extensão
VII – Manguezais	Toda sua extensão
VIII – Bordas de tabuleiros e chapadas	Faixa nunca inferior a 100 m.
IX – Topos de morros (com altura maior que 100 m. e inclinação média maior que 25°)	Área delimitada a partir da curva de nível que corresponde a dois terços da altura mínima de elevação em relação a base
X – Altitude superior a 1.800 metros (Independente do tipo de vegetação)	Toda sua extensão
XI – Veredas	Faixa marginal com largura mínima de 50 metros.

Quadro 3 - Áreas de Preservação Permanente previstas pelo Novo Código Florestal Brasileiro.
Fonte: adaptado de BRASIL (2012)

Já o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído em 18 de julho de 2000 por meio da Lei 9.985, determina normas e critérios para a criação, implantação e o gerenciamento de **unidades de conservação**, que no capítulo I, artigo 2º são definidas como:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. (BRASIL, 2000)

No SNUC as Unidades de Conservação encontram-se divididas em duas classes ou grupos: as Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável (Quadro 4):

Unidades de Proteção Integral	Unidades de Uso Sustentável
I - Estação Ecológica; II - Reserva Biológica; III - Parque Nacional; IV - Monumento Natural; V - Refúgio de Vida Silvestre.	I - Área de Proteção Ambiental; II - Área de Relevante Interesse Ecológico; III - Floresta Nacional; IV - Reserva Extrativista; V - Reserva de Fauna; VI - Reserva de Desenvolvimento Sustentável; VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Quadro 4 - Unidades de Conservação segundo a Classe de proteção.
 Fonte: adaptado de Brasil (2000).

As Unidades de Proteção Integral têm como objetivo a preservação da natureza e, nestas, são permitidos apenas usos indiretos dos recursos naturais. Por isso, em algumas destas Unidades (caso das Estações Ecológicas e Reservas Biológicas) é até mesmo proibida a visita humana, estando estas áreas restritas somente a visita de pesquisadores previamente autorizados. Nas demais categorias de Proteção Integral (Parques Nacionais, Monumentos Naturais e Refúgios da Vida Silvestre) a visita é permitida, ao menos em partes das Unidades de conservação. Por outro lado, em Unidades de Uso Sustentável são permitidos usos diretos contanto que não seja comprometido o desenvolvimento natural das espécies. Assim, são permitidas até mesmo as atividades de extração de recursos (BRASIL, 2000).

Dada a diversidade de ambientes existentes em território brasileiro, Dios; Marçal (2012) destacam dois cenários principais dentro dos quais estão inseridas as Unidades de Conservação: 1) áreas florestadas; 2) áreas de uso antrópico consolidado. Na primeira situação, quando uma unidade de conservação se encontre inserida em uma área florestada as Unidades de Conservação são circundadas por florestas naturais similares as florestas da área protegida. Já na segunda situação, quando inseridas em áreas de uso antrópico consolidado, estas

são fragmentos em meio a paisagens dominadas por áreas urbanas ou agrícolas consolidadas.

Assim, do ponto de vista lógico, quando inserida em uma área florestada, uma unidade de conservação tem maiores possibilidades em cumprir com seus objetivos, uma vez que em seu entorno as características biogeográficas são semelhantes, o que significa menor pressão sobre esta unidade. Já em unidades de conservação localizadas em áreas de uso antrópico consolidado, existem maiores dificuldades em assegurar a proteção, dada a pressão antrópica, seja por atividades agrícolas, de mineração ou urbano/industriais. No entanto, para que as unidades de conservação possam cumprir com seus objetivos, estas precisam estar interligadas de forma e evitar o seu isolamento e fragmentação (DIOS; MARÇAL, 2012).

Assim, o SNUC, de modo a garantir condições mínimas para a manutenção da biodiversidade, estabelece que, com exceção das áreas de proteção ambiental e reservas particulares do patrimônio natural, cada unidade de conservação deve possuir uma **zona de amortecimento** ou, quando conveniente, corredor ecológico. No capítulo I, artigo 2º, parágrafo XVIII da lei do SNUC (Lei 9.985), a zona de amortecimento é definida como: “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”.

No entanto, quanto aos limites de uma zona de amortecimento, o SNUC não traz uma definição específica, mas designa ao órgão responsável pela administração da unidade o dever de estabelecer as normas que regulamentam a ocupação, o uso e também, os limites desta zona.

Entretanto, anterior ao SNUC, a resolução 13/1990 do CONAMA, de 28/12/1990, que regulamenta o artigo 27 do decreto nº 99.274 de 1990, já estabelecia restrições para o uso no entorno das unidades de conservação. Nesta resolução estão previstas as denominadas áreas circundantes com uma faixa de 10 quilômetros no entorno da unidade que em 2010, através da resolução 428 do CONAMA passou a ser de apenas 3.000 metros (BRASIL, 2010). Com isso, ao recorrermos a literatura correlata a esta temática, percebem-se distintos pontos de vista.

A falta de uma definição específica por parte do SNUC (Lei 9.985), como também de maiores aprofundamentos sobre as particularidades presentes no entorno de uma unidade de conservação, leva Aguiar (2007) a defender a ideia de

que, para unidades de conservação com data de criação anterior a Lei 9.985, a zona de amortecimento deve seguir a definição dada pelo CONAMA (1990) com um limite fixo de 10 km no entorno.

Por outro lado, Bensusan (2006) e Dios; Marçal (2012), consideram que no Brasil, dada a diversidade de ambientes existentes, não se podem traçar limites únicos para as zonas de amortecimento de todas as unidades de conservação. O ideal seria “adequar a zona de amortecimento à realidade da região na qual a unidade de conservação está inserida” (DIOS; MARÇAL, 2012 p. 188). Bensusan (2006) destaca que não faz sentido uma zona de amortecimento com 10 km no entorno de uma unidade de conservação localizada no perímetro urbano de uma grande metrópole como também não faz sentido uma zona de amortecimento de apenas 10 km no entorno de um parque com mais de 10.000 hectares. De acordo com Dios; Marçal (2012):

Entendimentos como esse podem levar ao fracasso do objetivo das zonas de amortecimento, uma vez que podem gerar grandes entraves ao desenvolvimento da região, agravados em grande parte, pelo descontentamento da população local (DIOS; MARÇAL, p. 188-189).

Em definição dada por GALANTE et al (2002), para Parques Nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas, o limite de 10 km no entorno da unidade de conservação deve ser o ponto de partida para a definição da zona de amortecimento e, a partir deste, vão se aplicando critérios que podem incluir ou excluir áreas, ajustando assim, a zona de amortecimento da unidade de conservação. Entre os critérios de inclusão ou exclusão de áreas, a bacia hidrográfica é lembrada como primeiro critério.

Dadas as discussões realizadas até aqui e, considerando que a proposta do presente estudo está atrelada a definição da zona de amortecimento de uma unidade de conservação integral (Reserva Biológica do Mato Grande), defende-se a adoção da bacia hidrográfica como zona de amortecimento.

A Reserva Biológica (REBIO) do Mato Grande, localizada no município de Arroio Grande, região sul do estado do Rio Grande do Sul, foi instituída em 12 de março de 1975 por meio do decreto estadual nº 23.798 e, conforme o Ministério do Meio Ambiente (MMA), abriga resquícios da Mata Atlântica, sendo seu objetivo

proteger áreas úmidas presentes na região, dentre as quais estão banhados, campos arenosos e matas de restinga (RIO GRANDE DO SUL, 1975; MMA, 2015).

Na região, predominam os cultivos agrícolas de soja e arroz irrigado o que causa preocupação quando consideramos que estes são cultivo que demandam a utilização de grandes quantidades de agrotóxicos. Além disso, o cultivo de arroz, na região, é realizado em sistemas de inundação o que contribui para que partículas derivadas dos produtos utilizados nas lavouras cheguem até os mananciais hídricos, pois como visto anteriormente, em uma bacia hidrográfica os fluxos de matéria e energia circulam e confluem para uma saída em comum, que no caso é a REBIO Mato Grande. Assim, o manejo inadequado nestes cultivos agrícolas acarretará em prejuízos para a manutenção do equilíbrio ecológico na Referida unidade de conservação.

A REBIO do Mato Grande é abastecida pelas águas de três bacias hidrográficas. Dentre estas a BHAM tem maior destaque, pois, drena diretamente para o interior da REBIO, representando os maiores fluxos de matéria e energia recebidos pela referida unidade de conservação.

Assim, para fins deste estudo, a adoção da BHAM como unidade de análise ambiental, possibilita compreender a dinâmica de cobertura e uso da terra na região para identificar as pressões, derivadas de processos antrópicos, que representam riscos para a manutenção da biodiversidade existente na REBIO Mato Grande.

3.2 Diagnóstico Ambiental da bacia hidrográfica do Arroio Moreira.

A BHAM (Figura 4), com extremos: Oeste 52°52'13,8"W, Leste 52°37'48,7"W, Norte 31°54'40,7"S e Sul 32°9'12,8"S, está localizada na região sul do estado do Rio Grande do Sul e abrange porções dos municípios de Arroio Grande (Sul - sudeste) e Pedro Osório (Norte - noroeste). A bacia hidrográfica está inserida na área de domínio do Bioma Pampa, reconhecido por suas formações de campos nativos com a presença de matas ciliares, matas de encostas, formações arbustivas, butiazais, banhados e afloramentos rochosos (MMA, 2017)

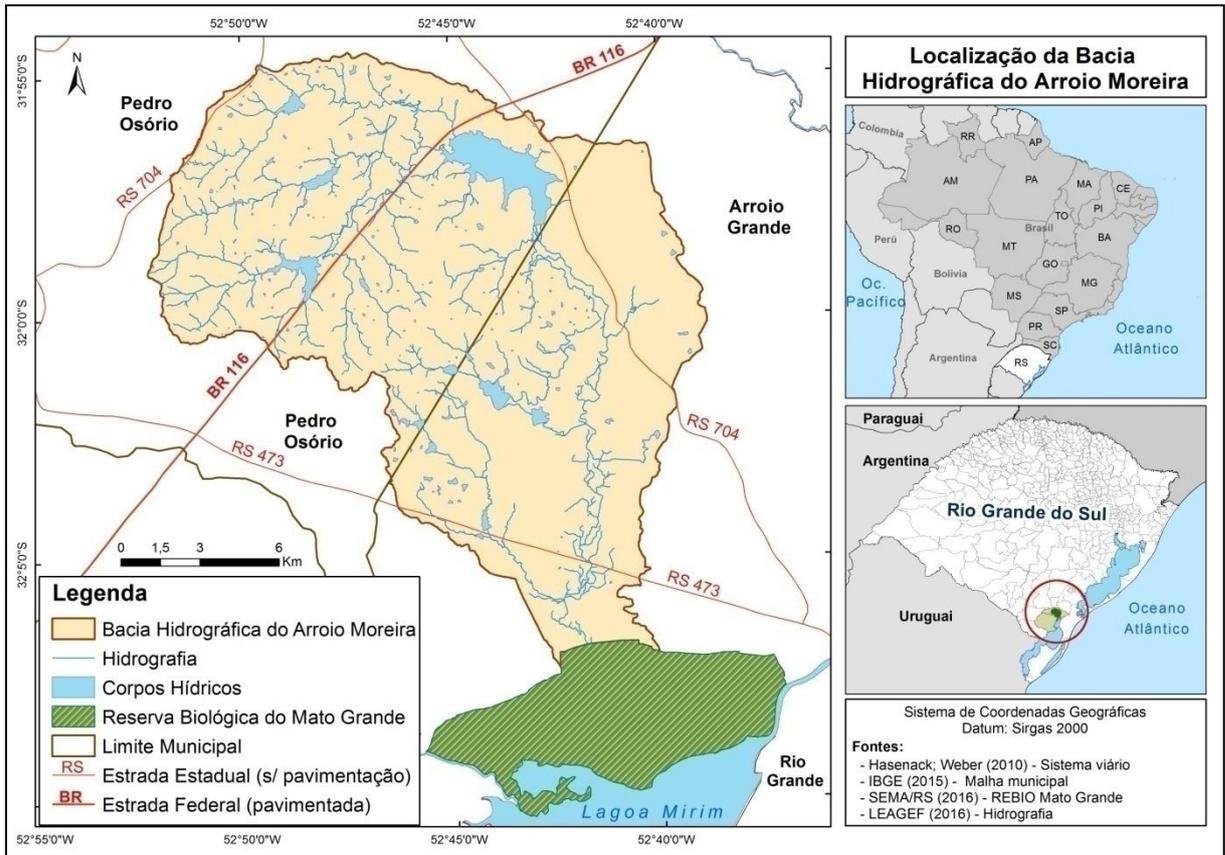


Figura 4 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.
Elaboração: a autora

A área drenada pela bacia corresponde a 279,07 km², dos quais 128,75 km² pertencem ao município de Arroio Grande e 150,32 km² ao município de Pedro Osório.

3.2.1 Caracterização do Meio Biofísico

3.2.1.1 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

Com base no mapeamento Geológico e Geomorfológico realizado pelo IBGE /Projeto RADAMBRASIL (1986), na área de estudo (Figura 5), foram identificadas quatro unidades litológicas distintas: Aluviões Holocênicos ou Depósitos Aluviais, Formação Chuí, Formação Graxaim (ambos do Quaternário) e Complexo Canguçu (do Criogeniano). Além disso, em termos de estrutura geológica, registra-se a ocorrência de falhas à noroeste da Bacia.

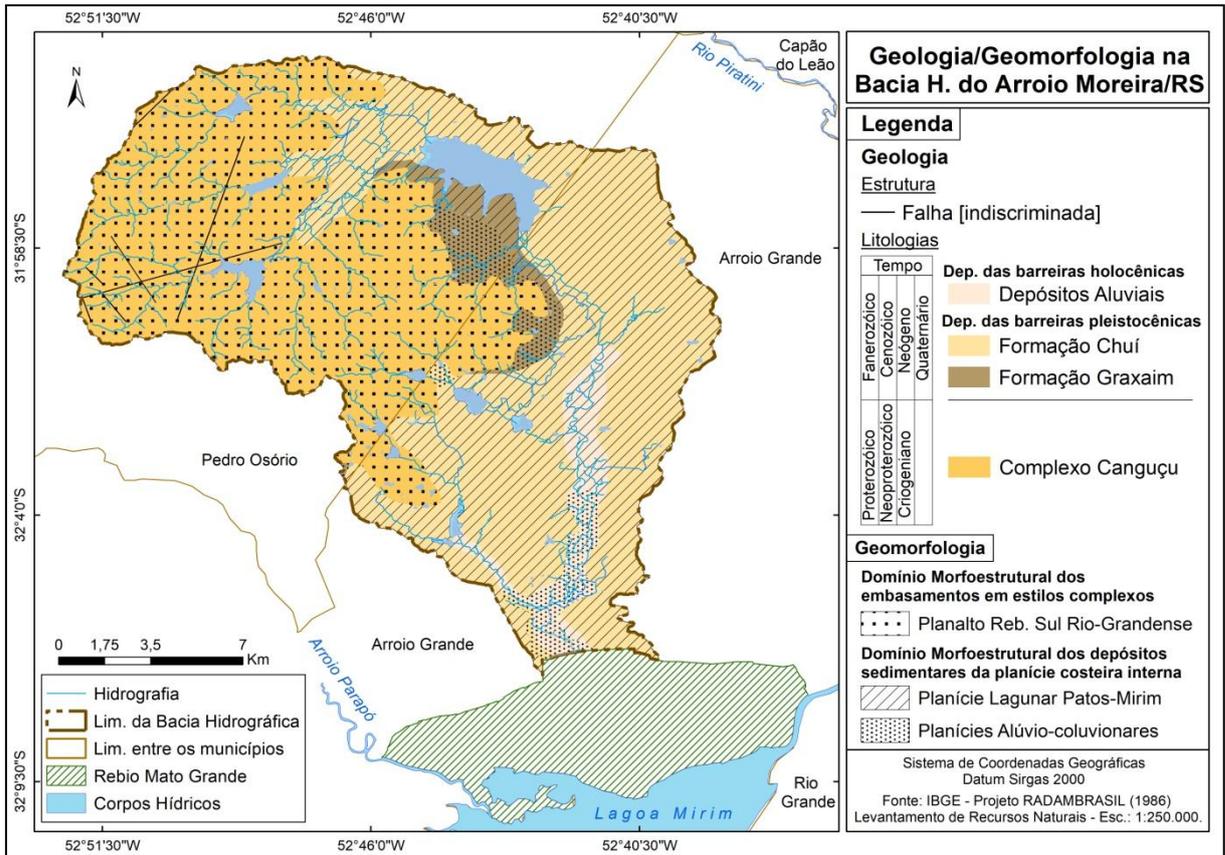


Figura 5 - Mapa geológico e geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.
Elaboração: a autora

O complexo Canguçu, que ocorre do centro para o noroeste da BHAM, é constituído por rochas metamórficas, com fácies de Anfibolito predominante e Granulito. Neste complexo ocorrem minerais não metálicos como mármore e calcários, destacando-se uma grande jazida de calcários marmorizados, com cerca de 7 km de extensão, que se estende desde a Vila de Santa Isabel do Sul (município de Arroio Grande) até a localidade de Pedreiras no município de Pedro Osório (IBGE, 1986). Em termos geomorfológicos, esta região pertence ao Domínio Morfoestrutural dos Embasamentos em Estilos Complexos do Planalto Sul Rio-Grandense e recebe a denominação de Planalto Rebaixado Residual Canguçu (IBGE, 1986). A complexidade deste tipo de estrutura é observada no relevo a partir de saliências que demonstram a justaposição de camadas dobradas com diferentes resistências que formam ondulações, como também a partir de relevos mais alongados com topos aplainados onde predominam vertentes com declividades moderadas (IBGE, 1986).

As formações Chuí (que se estende de sul a nordeste/norte da bacia, abrangendo toda a porção leste) e Graxaim (pequena exposição entre a formação Chuí e o Complexo Canguçu – Figura 5) são formações que apresentam sequencias sedimentares dos processos de transgressão e regressão do mar que ocorreram durante o Quaternário, sendo os sedimentos da formação Chuí considerados os mais recentes do Pleistoceno na Planície Costeira Gaúcha (IBGE, 1986). Esta região, de acordo com a figura 5, pertence ao Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares da região geomorfológica da Planície Costeira Interna e subdivide-se em duas unidades geomorfológicas: Planície Lagunar Patos-Mirim (praticamente toda a extensão da formação Chuí e porção leste da formação Graxaim) e Planície Alúvio-Coluvionar (porção oeste da formação Graxaim e pequenas porções na região central da bacia hidrográfica) (Figura 5). As áreas da Planície Lagunar Patos-Mirim são áreas planas que resultaram de processos de acumulação lagunar devido à movimentos tectônicos ou às variações do nível do mar. Já as planícies Aluvio-Coluvionares, de acordo com o IBGE (1986, p. 325) são áreas planas que resultaram “da convergência de Leques de Espreadamento Coluviais, Cones de Dejeção ou concentração de Depósitos de Enxurradas”.

Em menor representatividade na bacia, acompanhando o leito principal do Arroio Moreira (Figura 5), são verificados os Depósitos Aluviais que de acordo com o IBGE (1986, p. 247) “ocupam as calhas dos rios atuais, sendo constituídos de areias, cascalhos, silte e argilas”. Nestes, os sedimentos mais grosseiros ocupam as cabeceiras dos canais de drenagem e a sedimentação de silte e argila ocorre na planície de inundação (áreas de várzea onde geralmente ocorrem transbordamentos), podendo também constituir barras de meandros. Na porção sul, tem-se a Planície Alúvio-Coluvionar, que se caracteriza por ser uma “área plana levemente inclinada”, com “rupturas de declive em relação ao leito do rio e às várzeas recentes situadas em nível inferior”, que apresentam entalhamentos em função de mudanças nas condições de escoamento e consequentes processos erosivos (IBGE, 1986, p.325). Nas porções à norte desta unidade tem-se a continuidade da Planície Lagunar Patos-Mirim que, como visto anteriormente, abrange toda a porção da formação Chuí.

3.2.1.2 Cobertura Vegetal

A vegetação natural na BHAM, na parte que se estende por toda a área do Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares da Planície Costeira Interna (Figura 5), condiz com áreas de Formações Pioneiras. Estas formações, de acordo com o IBGE (1986):

[...] independem de clima, razão pela qual são encontradas esparsamente distribuídas desde a Planície Costeira, a leste, onde ocorrem temperaturas médias compensadas mensais dos últimos dez anos superiores a 15°C, até o Chuí, no extremo sul, e o Planalto da Campanha, a oeste, onde as plantas suportam temperaturas médias compensadas mensais inferiores a 15°C durante os meses de junho, julho e agosto (IBGE, 1986, p. 593).

Este tipo de formação vegetal é predominante na Planície Costeira, região onde ocorrem rochas de baixa consolidação e depósitos sedimentares do Quaternário (lagunares, eólicos e aluvionares) ocorrendo variações entre espécies herbáceas e arbóreas (Figura 6) que se apresentam sob variadas formas biológicas resultantes de adaptações a diferentes condições edáficas (IBGE, 1986).



Figura 6 – Fotografia: formações pioneiras em área de planície da bacia.
Fonte: Flavio Baumbach.

Na porção Noroeste, onde ocorre o Domínio Morfoestrutural dos Embasamentos em Estilos Complexos (Figura 5), desenvolve-se a vegetação de Savana (Figura 7). Esta se caracteriza pela presença de campos associados, em maior ou menor quantidade, à árvores e arbustos (IBGE, 1986). Este tipo de vegetação se desenvolve sob determinadas condições: clima estacional; solos rasos ou arenosos lixiviados; relevo geralmente aplainado; e vegetação gramíneo-lenhosa (IBGE, 1986).



Figura 7 – Fotografia: cobertura savânica em meio às áreas agrícolas no noroeste da bacia.
Fonte: arquivo pessoal

3.2.1.3 Hidrografia e relevo

A hidrografia da BHAM (Figura 8) é composta por cursos de água naturais, corpos hídricos e canais de irrigação artificiais. Os cursos de água naturais são os segmentos de afluentes do Arroio Moreira que não foram submetidos a alterações antrópicas significativas. Os corpos hídricos são representados por lagos/lagoas naturais e/ou artificiais que podem recobrir pequenas ou grandes extensões de terras e servem para o consumo animal e irrigação de cultivos agrícolas. Já os canais de irrigação correspondem aos canais naturais que foram modificados ou canais criados com finalidade específica para a irrigação de cultivos agrícolas

Na porção sul, município de Arroio Grande, tem-se a predominância de canais de irrigação e uma série de represamentos que estão associados ao cultivo de arroz irrigado, principal atividade econômica do município de Arroio Grande. Na porção norte da BHAM, já no município de Pedro Osório, destacam-se grandes represamentos e a presença de canais de irrigação entre estes. Nessa última região concentra-se a maior parte de canais naturais da bacia hidrográfica.

As altitudes do relevo na BHAM variam entre 2 e 160 metros em relação ao nível do mar, observando-se maiores elevações na porção noroeste da bacia e relevos planos com baixas altitudes na porção sul (limite com REBIO Mato Grande).

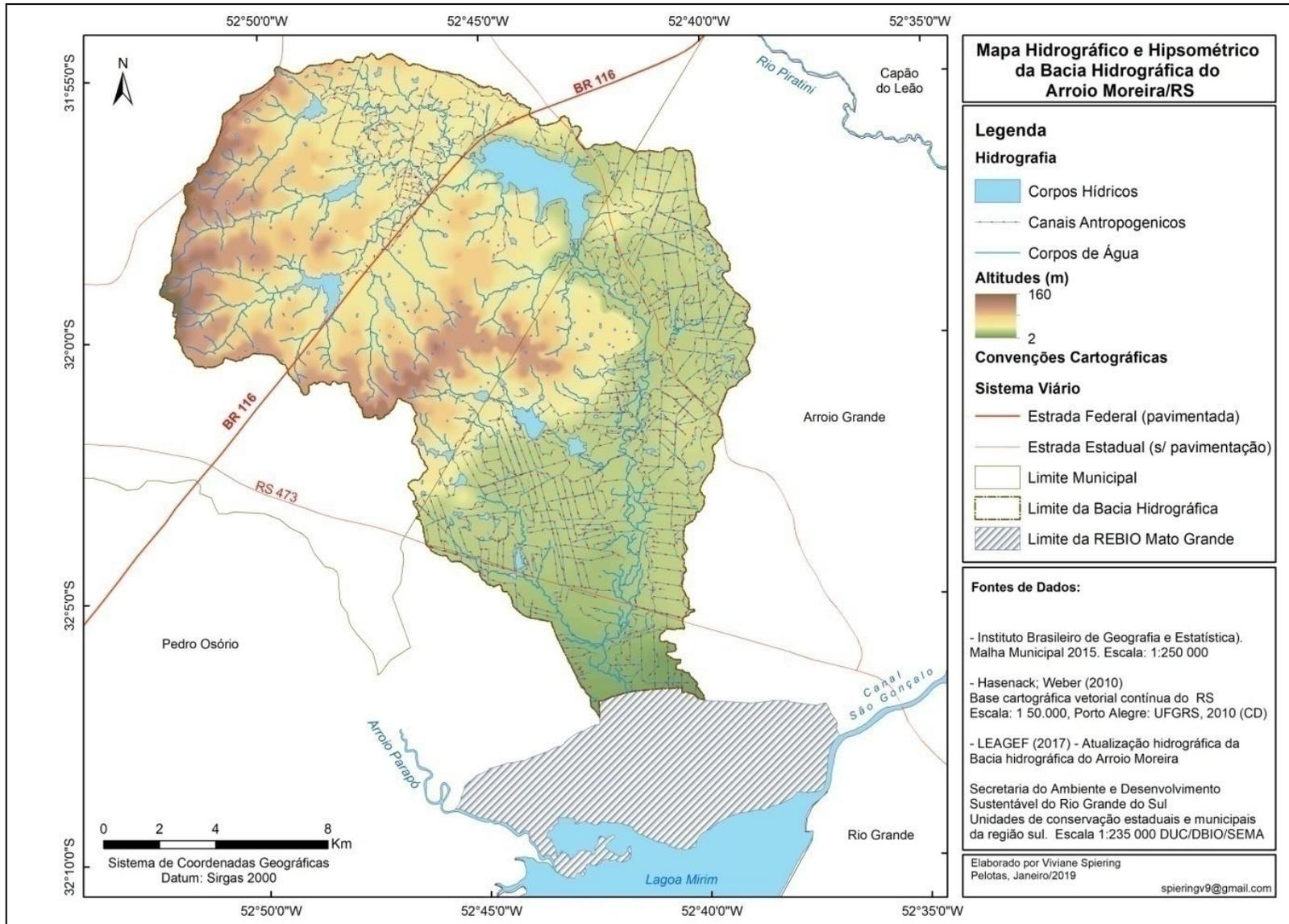


Figura 8: Mapa Hidrográfico e Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.
Elaboração: a autora.

3.2.1.4 Solos

Conforme (Figura 9), na BHAM ocorre o predomínio de cinco classes de solos: 1) Argissolos amarelos; 2) Argissolos vermelho-amarelos; 3) Neossolos Flúvicos; 4) Gleissolos melânicos e 5) Planossolos háplicos.

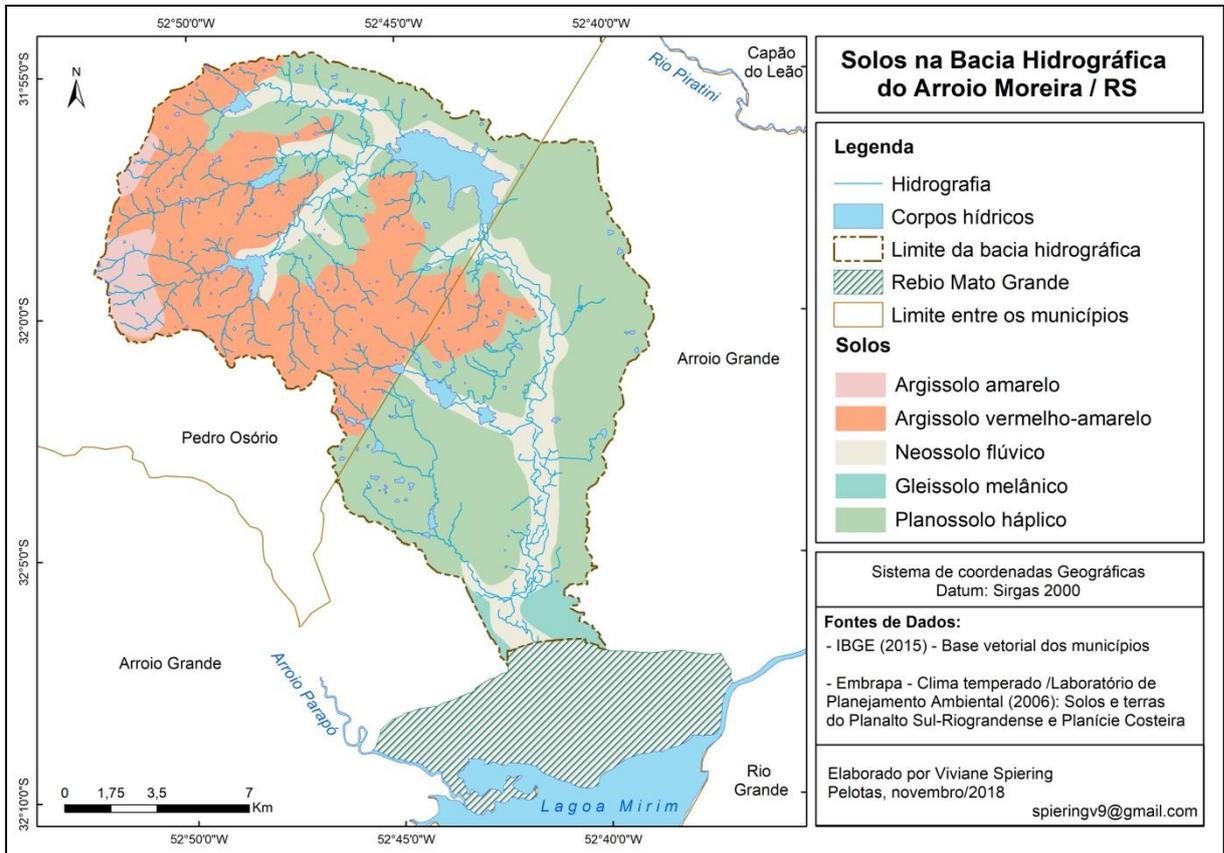


Figura 9 - Mapa de solos da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.
Elaboração: a autora

Em áreas da planície aluvial predominam os Neossolos Flúvicos. Estes solos, de acordo com Santos et al (2018), são pouco evoluídos, constituídos por materiais minerais e orgânicos, geralmente derivados de sedimentos aluviais. Tais solos são pouco profundos (20 e 40 cm) e permanecem saturados por água em alguns períodos do ano. Conforme Cunha (1996), o material de origem destes solos corresponde aos sedimentos argilosos aluviais que datam do Holoceno e em geral se constituem em áreas planas podendo ser utilizados para pastagens.

Na porção mais ao sul da bacia hidrográfica existe o predomínio de Gleissolos Melânicos (Figura 9). Estes, conforme Santos et al (2018), são solos minerais que na maior parte do ano permanecem inundados. De acordo com Cunha (1996) estes são solos profundos que por serem imperfeitamente drenados geralmente são

utilizados para o cultivo de arroz irrigado. Estes solos apresentam, de forma geral, constituição semelhante às superfícies que conformam a REBIO Mato Grande.

Em toda a extensão leste/nordeste da bacia como também à sudoeste, predominam Planossolos Háplicos (Figura 9). Estes, de acordo com Santos et al (2018) são solos minerais que tem como base a intensa acumulação de argilas no horizonte subsuperficial. Conforme Cunha (1996) os solos neste local são originados por argilas, siltes e areias da formação Graxaim, sendo frequente a ocorrência de cascalhos.

Nas demais áreas da bacia predominam solos da classe dos Argissolos os quais, de acordo com Santos et al (2018), são compostos por materiais minerais que possuem caráter argiloso. Cunha (1996) destaca que estes são solos bem drenados e bastante profundos que se encontram associados a relevos ondulados.

3.2.1.5 Clima

O clima na região, de acordo com a classificação de Koppen, é subtropical úmido e enquadra-se na classe Cfa – clima temperado com chuvas bem distribuídas e temperaturas agradáveis. De acordo com dados da Estação Pluviométrica Granja Coronel Pedro Osório, localizada no município de Arroio Grande (Gráfico 1), na BHAM as precipitações, em um panorama geral, variam entre 1.000 e 1.500 mm ao ano, sendo exceções anos mais chuvosos (precipitações próximas a 2.000 mm/ano) e outros com chuvas escassas (inferior a 1.000 mm/ano).

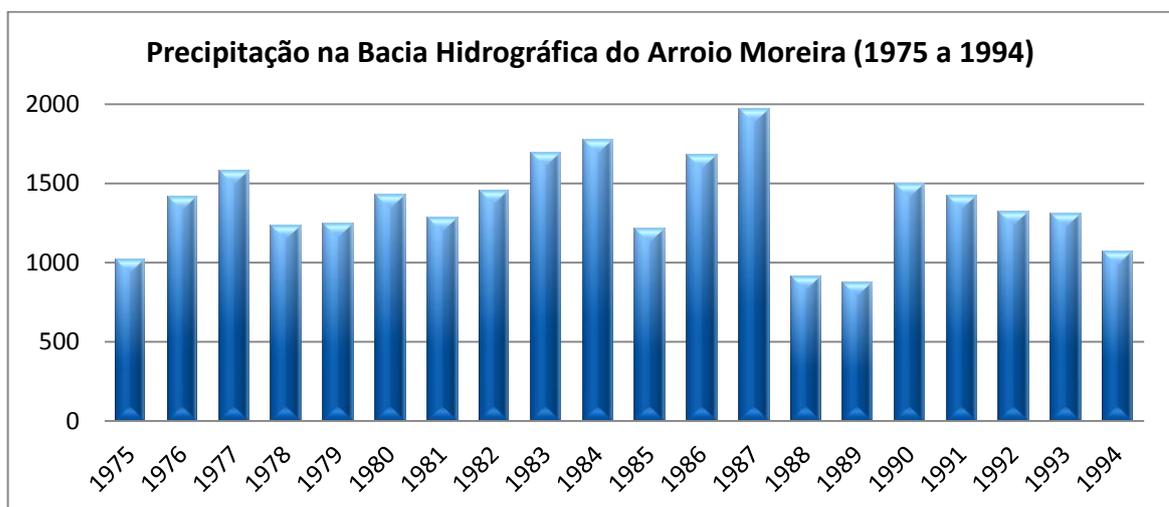


Gráfico 1: Precipitação na bacia hidrográfica do Arroio Moreira.

Fonte: Agência Nacional de águas (ANA) - Dados da Estação Pluviométrica Granja Coronel Pedro Osório. Organização: a autora

Os meses mais chuvosos (Gráfico 2) são os meses de fevereiro, julho e setembro, quando em média tem-se volumes de precipitação que ficam acima de 120 mm. Nos demais meses, os volumes médios de precipitação ficam em torno de 100 mm. No mês de dezembro ocorrem as menores precipitações (inferiores à 100 mm).

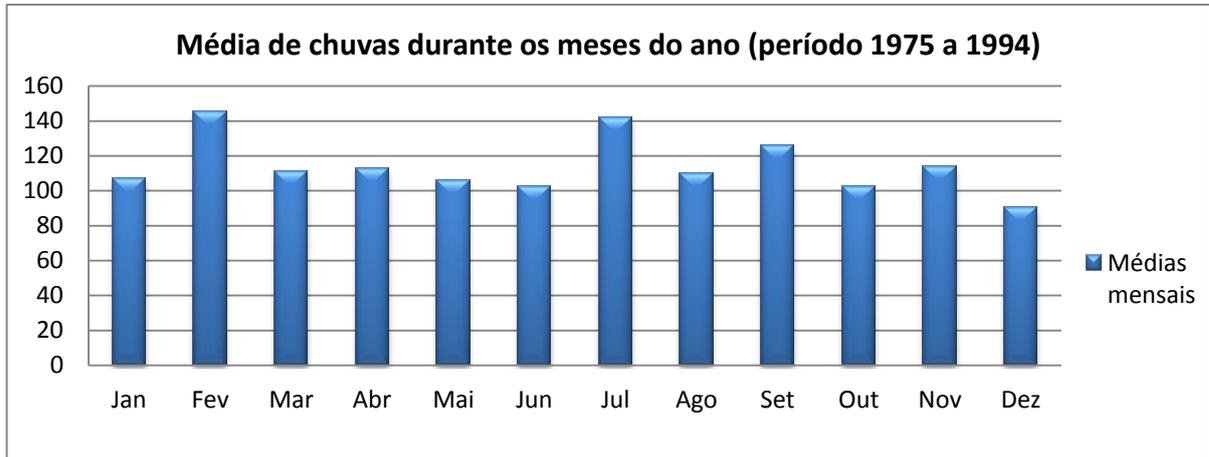


Gráfico 2 - Precipitação média durante os meses do ano.

Fonte: Agência Nacional de águas (ANA) - Dados da Estação Pluviométrica Granja Coronel Pedro Osório. Organização: a autora

Na região, de acordo com dados da Estação Agroclimatológica da EMBRAPA – clima Temperado de Pelotas (Gráfico 3), as temperaturas mais elevadas ocorrem durante os meses de janeiro e fevereiro, quando as médias das temperaturas máximas ficam em torno de 27°C. Por outro lado, as temperaturas mínimas ocorrem durante os meses de junho e julho, quando, em média, tem-se mínimas abaixo de 10°C.

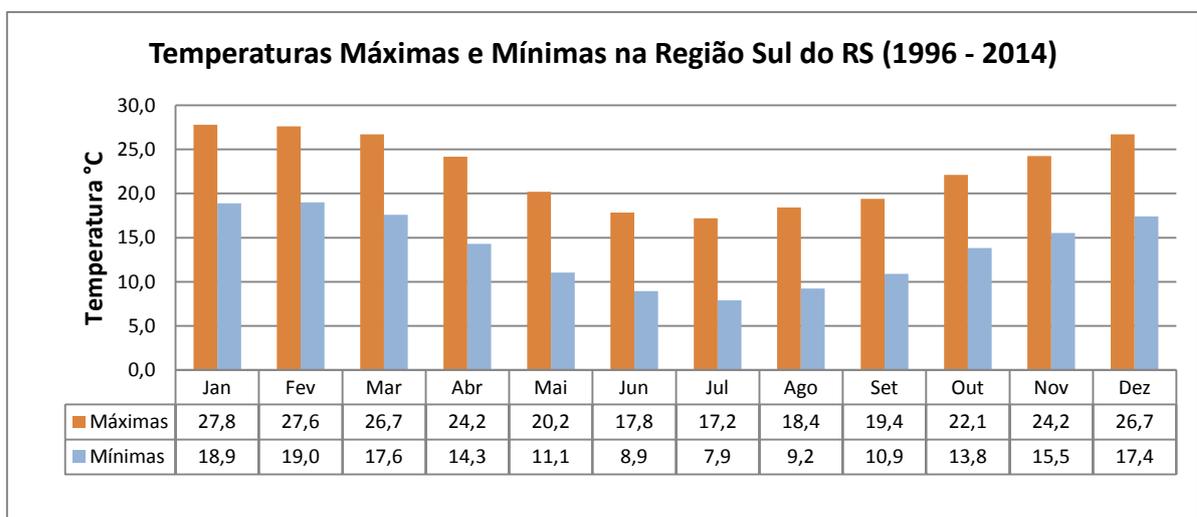


Gráfico 3 - Temperaturas máximas e mínimas.

Fonte: Estação Agroclimatológica EMBRAPA – Clima Temperado.

Organização: a autora

3.2.1.6 Capacidade de uso das terras

Com base no estudo sobre a capacidade de uso das terras do Planalto Sul-riograndense e da Planície Costeira, realizado por Cunha (2006), foi possível identificar, na BHAM, 05 (cinco) classes de capacidade quanto aos usos da terra (Figura 10).

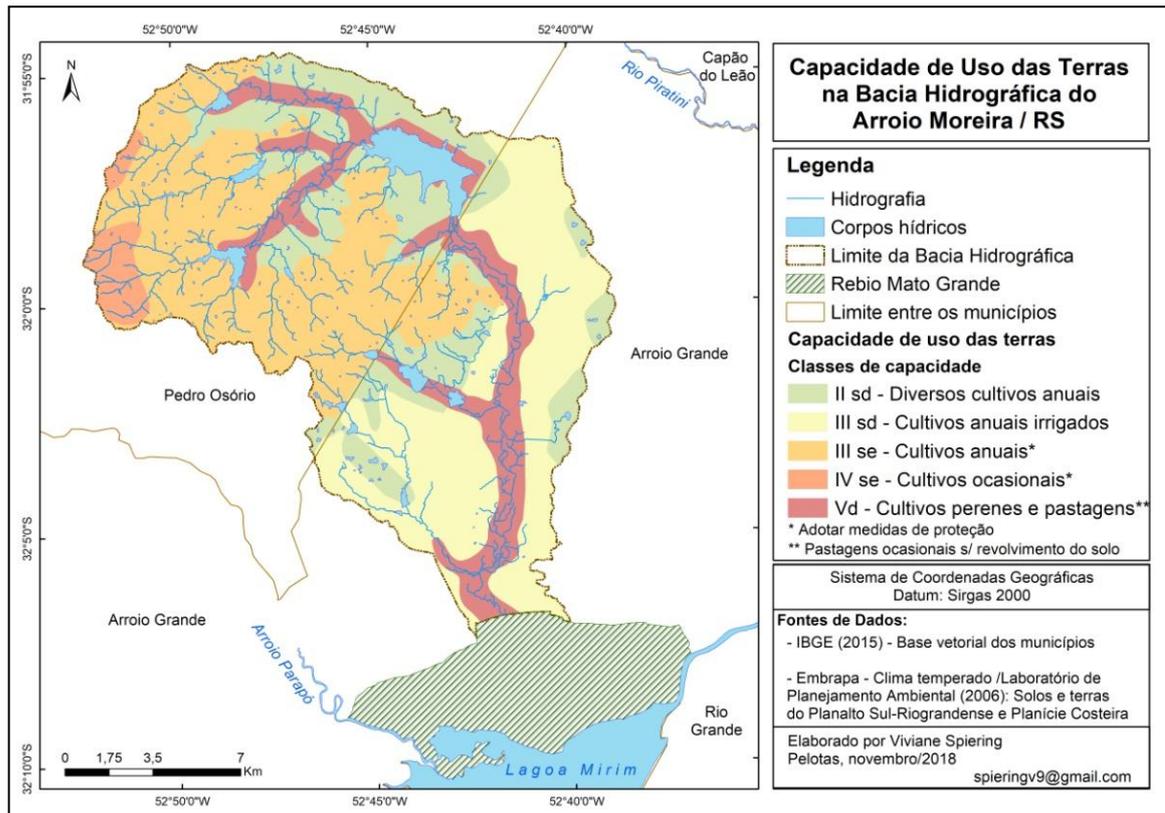


Figura 10 - Mapa de capacidade de uso das terras na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.
Elaboração: a autora

As maiores fragilidades (classe Vd) são observadas na região que corresponde às áreas de planície aluvial. Estas áreas, por apresentarem solos pobres e pouco profundos e por permanecerem inundadas em determinados períodos representando riscos de contaminação dos mananciais hídricos por materiais em suspensão (sedimentos e partículas de agrotóxicos), são indicadas somente para cultivos perenes e pastagens temporárias observadas boas práticas agrícolas.

A porção que vai do centro para o oeste da bacia (classes III se e IV se) - região mais elevada e com declividades mais acentuadas, onde predominam os Argissolos, é indicada para os cultivos anuais e ocasionais contanto que adotadas

medidas preventivas como o plantio direto, técnica que consiste no mínimo revolvimento do solo evitando o desencadeamento de processos erosivos.

As áreas planas da bacia (classe III sd), que coincidem com a formação Graxaim, onde ocorrem Planossolos e Gleissolos (que em geral são pouco profundos e não oferecem riscos de erosão) são indicadas para os cultivos anuais irrigados como, por exemplo, o arroz irrigado. As regiões que se encontram sob influência da classe II sd (Figura 10) oferecerem riscos mínimos de erosão em decorrência das pequenas declividades associadas ao tipo de solo (predomínio de Planossolos). Nessas áreas são indicados diversos cultivos anuais como soja, milho, sorgo, cebola, entre outros.

3.2.2 Histórico e Características Socioeconômicas dos Municípios de Arroio Grande e Pedro Osório

Como já mencionado anteriormente, a BHAM se localiza em porções dos territórios dos municípios de Arroio Grande (sul) e Pedro Osório (norte). Conforme dados do IBGE (2017) o município de Arroio Grande emancipou-se do município de Jaguarão em 1872. Teve sua formação oficialmente reconhecida em 1890 sob a denominação de Federação, posteriormente (06 de julho de 1891) alterada a municipalidade para Arroio Grande. Já o município de Pedro Osório emancipou-se dos municípios de Arroio Grande e de Canguçu em 3 de abril de 1959.

De acordo com dados do IBGE (2017), o município de Arroio Grande possui uma extensão de 2.513,597 km² e está dividido em quatro distritos: Arroio Grande (sede), Distrito de Mauá, Distrito das Pedreiras e o distrito de Santa Isabel do Sul (onde está localizada porção da BHAM). A população no município é de 18.470 habitantes (censo 2010), o que significa uma densidade demográfica de 7,35 habitantes por km². O Produto Interno Bruto (PIB) per capita no município é de R\$ 26.843,77 e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) no município é de 0,657.

O município de Pedro Osório, conforme o IBGE (2017), possui uma extensão de 608,789 km² e uma população 7.811 habitantes (censo 2010), o que resulta em uma densidade demográfica de 12,83 habitantes por km². O PIB per capita é de R\$ 15.458,90 e o IDH do município é de 0,678.

A base da economia dos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório é o setor agropecuário. Na agricultura (Tabela 2), em ambos os municípios, o cultivo de arroz irrigado aparece em destaque com uma área de 412 km² cultivados no município de Arroio Grande e 272 km² no município de Pedro Osório. Em ambos os municípios a soja destaca-se como a segunda maior produção sendo cultivados 12 km² no município de Arroio Grande e 08 km² no município de Pedro Osório.

Tabela 2: Dados relativos a agricultura nos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório.

Produção Agrícola nos Municípios de Arroio Grande e Pedro Osório – Ano base 2015				
Culturas	Arroio Grande		Pedro Osório	
	Área plantada (km²)	Produção (ton)	Área plantada (km²)	Produção (ton)
Arroz	412	337.840	272	16.320
Cevada	-	-	2,5	690
Batata doce	0,15	60	-	-
Feijão	0,40	60	0,08	6
Mamona	-	-	1,5	30
Mandioca	0,10	60	-	-
Melão	4	12.000	-	-
Milho	0,10	60	-	-
Soja	12	1.440	8	756
Sorgo	4	84.000	0,6	1.080
Trigo	-	-	0,6	84

Fonte: Adaptado de IBGE (2015).

Na atividade pecuária (Tabela 3), se destaca a criação de bovinos e ovinos. No município de Arroio Grande encontram-se os maiores rebanhos.

Tabela 3 - Dados relativos a pecuária nos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório.

Pecuária nos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório - IBGE (2015)		
	Arroio Grande	Pedro Osório
Bovinos (cabeças)	108.465	39.955
Bubalinos (cabeças)	55	587
Equinos (cabeças)	5.245	1.553
Ovinos (cabeças)	35.063	15.345
Suínos (cabeças)	1.532	274

Fonte: Adaptado de IBGE (2015).

3.3 Cobertura e Uso da Terra e os Conflitos Ambientais na bacia hidrográfica do Arroio Moreira

A partir dos mapeamentos de cobertura e uso da terra (Apêndices A e B) foram identificadas significativas alterações na cobertura e uso da terra ocorridas entre os cenários pré e pós instituição da REBIO Mato Grande. Dentre estas alterações, é sobressaliente a substituição de campos limpos (formações campestres de vegetação nativa e rasteira) por usos antrópicos agrícolas, especialmente pastagens (áreas que apresentam o revolvimento do solo e a introdução de espécies exóticas que podem ser rasteiras ou não) e cultivos temporários.

A quantificação dos resultados obtidos a partir destes mapeamentos (Tabela 4) mostra que, em um panorama geral, as classes campo limpo e instalações agrícolas são as únicas com perdas no tamanho de suas áreas. No entanto a diminuição de área entre estas classes não se equipara, sendo 84,44 km² de perda na classe de campos limpos e 1,11 km² na classe de Instalações agrícolas.

Tabela 4: Levantamento dos aspectos de cobertura e uso da terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira em cenários pré e pós instituição da REBIO Mato Grande.

Quantificação dos Mapeamentos de Cobertura e Uso da Terra					
Classe	Mapeamento 1964		Mapeamento 2014		Aumento Diminuição (Área km²)
	Área (km²)	%	Área (km²)	%	
Campo limpo	101,4315	36,35%	16,9946	6,09%	- 84,44
Campo sujo	28,3359	10,15%	31,7086	11,36%	+ 3,37
Florestal	0,9501	0,34%	2,8881	1,03%	+ 1,94
Águas Continentais	6,4309	2,30%	10,7736	3,86%	+ 4,34
Áreas descobertas	0,5358	0,19%	0,7535	0,27%	+ 0,21
Cultura temp. (Arroz Irrigado)	86,1013	30,85%	99,0379	35,49%	+ 12,94
Demais culturas temporárias	32,1324	11,51%	58,0954	20,82%	+ 25,96
Pastagem	16,9053	6,06%	52,2020	18,71%	+ 35,30
Silvicultura	2,7103	0,97%	4,1883	1,50%	+ 1,48
Instalações agrícolas	3,5367	1,27%	2,4281	0,87%	- 1,11
Total geral	279,0702	100,00%	279,0702	100,00%	-

Fonte: Mapeamentos de cobertura e uso da terra – cenários 1964 e 2014.

Organização e elaboração: a autora

Por outro lado, entre as classes em que ocorreu a expansão de áreas, observam-se dois padrões distintos, onde, tem-se classes que aumentaram acima

de 10 km² (arroz, demais culturas temporárias e pastagens) e outras que não chegam a 5 km² (demais classes).

Com isso percebe-se um forte grau de antropização da bacia uma vez que ocorreu uma grande expansão de áreas de cultivos e pastagens sobre áreas, que em 1964, eram cobertas por campos limpos, considerados como fitofisionomias características do Bioma Pampa onde se insere a bacia hidrográfica em questão.

3.3.1 Principais alterações nas classes de cobertura da terra

Em 1964, com base na tabela 4, a BHAM possuía mais de 45% de sua área (130,72 km²) coberta por áreas de vegetação nativa (soma das classes florestal, campo limpo e campo sujo). No cenário mais atual (2014) estas áreas não chegam a 20% (51,59 km²) do total da bacia.

Esta retração, conforme evidencia o gráfico 4, é observada, sobretudo, em relação às áreas que originalmente eram cobertas por campos limpos. Em 1964 eram 101,43 km² cobertos por estas formações, ao passo que, em 2014 estas áreas encontram-se restritas a 16,99 km², resultando em uma redução superior a 80%.

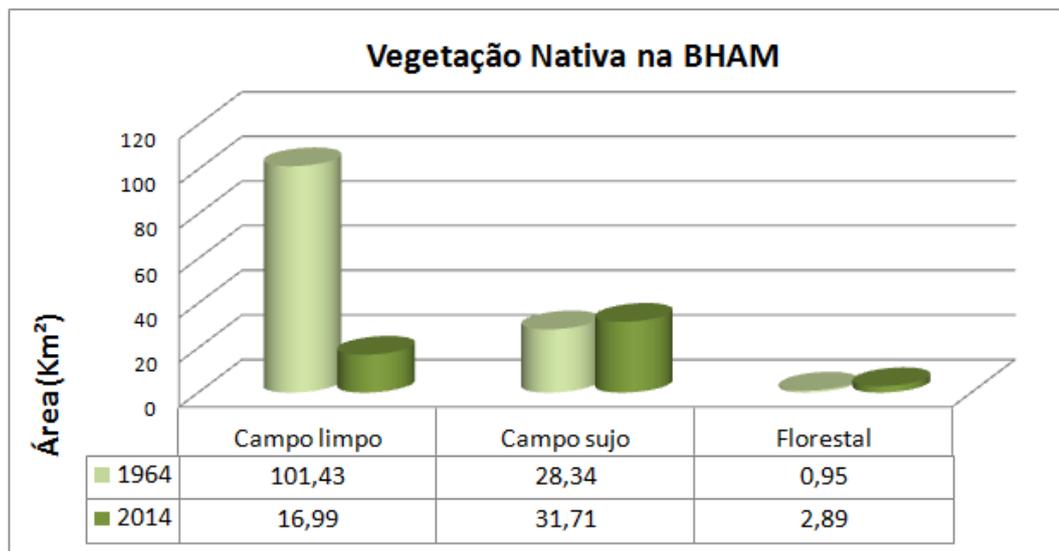


Gráfico 4: Vegetação nativa na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.
Organização e elaboração: a autora.

Conforme apêndice A, em 1964 áreas de campo limpo cobriam uma grande extensão na região centro oeste da bacia, além de significativas faixas a leste. No cenário mais atual (Apêndice B) os campos limpos restringem-se às áreas na porção central e extremo oeste da bacia, sendo que na alta bacia (porção onde, em 1964,

existiam extensas áreas de campos limpos), foram observadas poucas áreas fragmentadas. Na figura 11 é possível observar um destes fragmentos na alta bacia do Arroio Moreira.



Figura 11 – Fotografia: campo limpo no limite extremo oeste da bacia.
Fonte: arquivo pessoal

Por outro lado, campos sujos e áreas florestais apresentaram pequena expansão de suas áreas. Áreas de coberturas florestais, em 1964, somavam 0,95 km² e, conforme tabela 4, não chegavam a 1% da área total da bacia. Atualmente são 2,89 km² cobertos por florestas nativas o que significa três vezes mais em comparação com a área verificada no primeiro cenário analisado (1964). O mesmo ocorre com os campos sujos que, em 1964, cobriam 28,34 km² (Tabela 4) e atualmente abrangem 31,71km². Com base nos apêndices A e B verifica-se que estas coberturas geralmente estão estabelecidas às margens dos cursos de água. Assim, a regeneração de tais áreas pode estar atrelada a questões de legislação já que estas condizem com APP's.

Tais alterações podem ser compreendidas como aspectos positivos pois, como visto na revisão de literaturas (item 01 de resultados), significam o restabelecimento da dinâmica fluvial na bacia hidrográfica uma vez que a presença da vegetação ciliar diminui os riscos de erosão nas margens dos canais fluviais além de atuar como uma espécie de filtro que pode reter grande quantidade de poluentes e sedimentos, melhorando a qualidade do produto desse sistema que chegará a REBIO Mato Grande.

No entanto, é preciso lembrar que esta é uma avaliação generalizada e, portanto, não significa que estas condições são encontradas ao longo de todos os

segmentos de cursos de água da bacia. Deste modo, a qualidade das APPs será avaliada posteriormente a partir da segmentação da bacia em setores de contribuição de drenagem.

3.3.2 Principais alterações nas classes de uso antrópico agrícola

Somadas as classes que representam usos antrópicos agrícolas (arroz irrigado e demais culturas temporárias, pastagem, silvicultura e instalações agrícolas), em 1964 estas chegavam a 50,66% (141,39 km²) do total da área da bacia. Atualmente a soma destas mesmas áreas chega a 77,39% (215,95 km²) da área total da bacia, o que significa que durante o período analisado as áreas de usos antrópicos agrícolas na bacia aumentaram em mais de 25%. Tal situação é preocupante uma vez que este incremento de usos agrícolas ocorreu em um sistema aberto que drena diretamente para uma unidade de conservação integral da natureza. A partir do gráfico 5, percebe-se que, com exceção da classe instalações agrícolas, em todas as demais ocorreu significativa expansão de áreas.

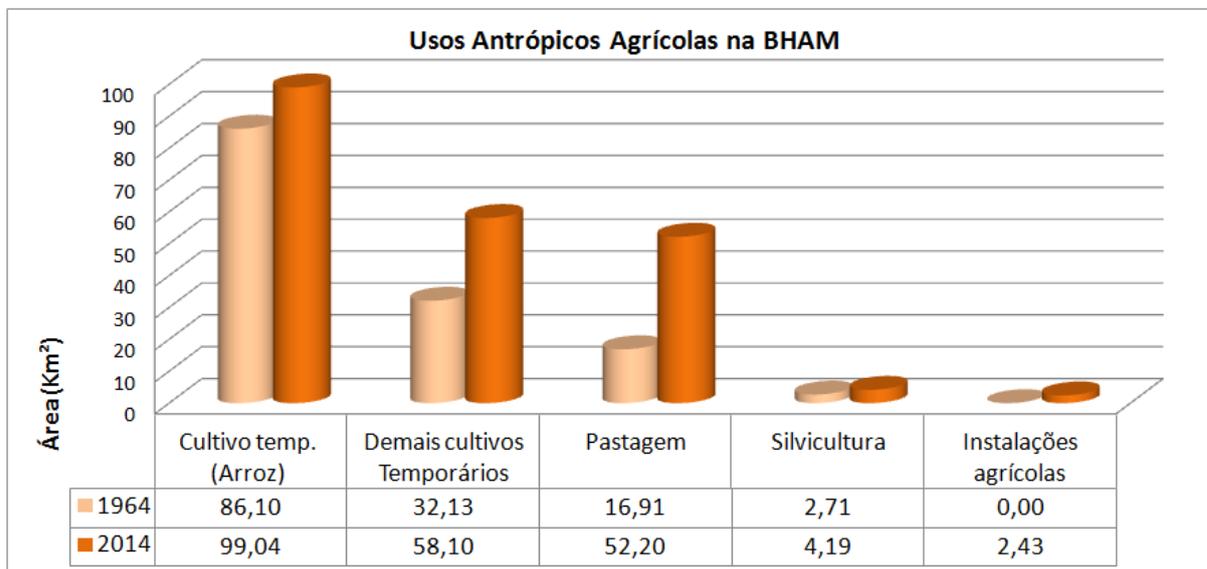


Gráfico 5: Usos antrópicos agrícolas na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.
Organização e elaboração: a autora

As áreas utilizadas para o cultivo de pastagens (Figura 12) mais do que triplicaram durante o período analisado. Em 1964 estes usos somavam 16,91 km². No cenário mais recente (2014) tem-se um acréscimo de 35,36 km², o que resulta em um total de 52,20 km². Com base nos Apêndices A e B verifica-se que esta

expansão deu-se sobre áreas que, originalmente, eram cobertas por campos limpos localizados principalmete na metade norte da bacia (município de Pedro Osório).



Figura 12 – Fotografia: pastagem na alta bacia do Arroio Moreira.
Fonte: Flavio Baumbach

As áreas ocupadas por cultivos temporários (arroz irrigado e demais cultivos) aumentaram significativamente. Conforme gráfico 05, em 1964, as áreas de arroz irrigado somavam 86,10 km² e áreas com demais cultivos temporários 32,13 km², totalizando 118,23 km² de cultivos temporários. No cenário mais recente (2014) áreas de arroz irrigado somam 99,04 km² e demais culturas temporárias 58,10 km². Assim, tem-se atualmente uma área de 157,13 km² (56,31% da bacia, conforme Tabela 4) ocupada por cultivos temporários.

Com base nos apêndices A e B, durante o período analisado, verifica-se a expansão das áreas com cultivo de arroz irrigado na porção central e extremidade leste da bacia (áreas mais planas), enquanto que as demais culturas temporárias tem a expansão de suas áreas a partir do centro e em direção à noroeste da bacia.

Fontana et al (2003) e Dellazoppa et al. (2010) destacam que na região onde está localizada a BHAM, o cultivo do arroz irrigado é causador das maiores alterações ambientais. Com a implantação destes cultivos, importantes sistemas ambientais como o sistema hídrico, por exemplo, são alterados por obras de canalização (Figura 13) e barramentos de canais, diminuindo os fluxos hídricos do

sistema e, conseqüentemente, afetando diversas comunidades bióticas sem o planejamento para resguardar áreas de relevante interesse ecológico e a preservação de espécies da fauna e da flora local.



Figura 13 – Fotografia: canal antropogênico localizado na porção central da bacia. Construído para a irrigação de cultivos de arroz, capta água do curso principal do Arroio Moreira. Fonte: arquivo pessoal.

Outra situação complexa, conforme destaca Dellazoppa et al (2010) é a prática frequente de controle de espécies da fauna e da flora que são consideradas prejudiciais a produção. Em geral esse controle é realizado perante a aplicação de agrotóxicos que possuem toxinas que podem ser prejudiciais a inúmeras espécies como aves aquáticas, peixes e rãs.

Para que tais prejuízos possam ser evitados ou ao menos minimizados devem ser adotadas técnicas de manejo adequadas como a manutenção da água nas canchas de cultivo evitando seu extravasamento e a conseqüente contaminação de mananciais hídricos.

3.3.3 Águas continentais e áreas descobertas na BHAM

As áreas cobertas por corpos de água continentais apresentaram acréscimo durante o período analisado. O gráfico na figura 14 mostra que em 1964, 6,43 km² da bacia eram cobertos por estes corpos de água. Atualmente esta área passou a ser de 10,77 km², o que significa um aumento em mais de 45% em relação a 1964.

A partir dos mapas em apêndices A e B é possível perceber o aumento no tamanho e na quantidade de reservatórios, em especial, na porção central da bacia.

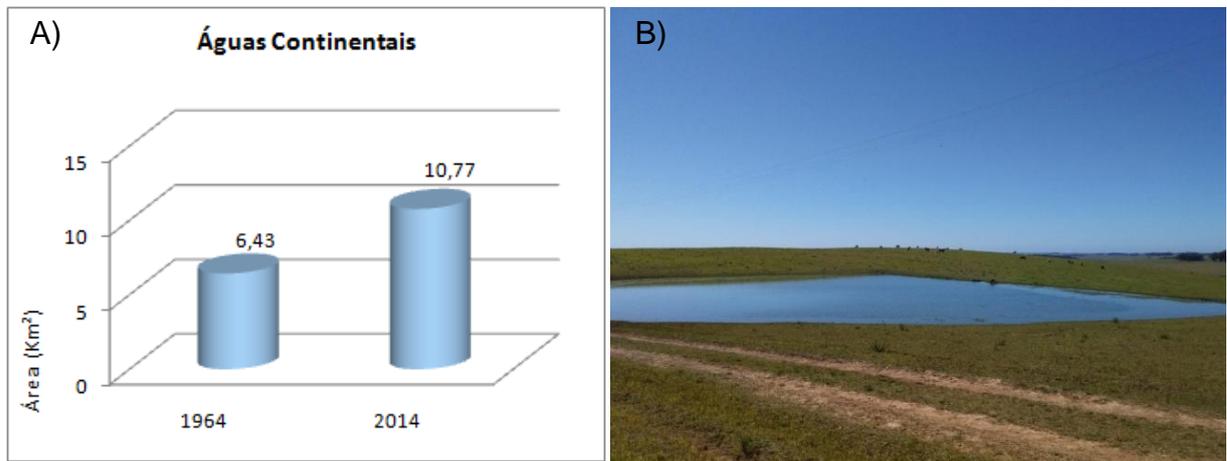


Figura 14 - A) Gráfico: classe águas continentais. Organização e elaboração: a autora. B) Fotografia: reservatório localizado na parte alta da bacia, nascente represada. Fonte: Marília Costa

As áreas descobertas na BHAM aumentaram em mais de 0,2 km². No cenário anterior a instituição da REBIO Mato Grande (1964, em Apêndice A) estas áreas, em maior parte, eram acumulações de areias ao longo do curso principal do Arroio Moreira. Em 2014 é observado aumento na quantidade de processos erosivos que, em maior parte, ocorrem junto a margens de reservatórios de água (Figura 15).

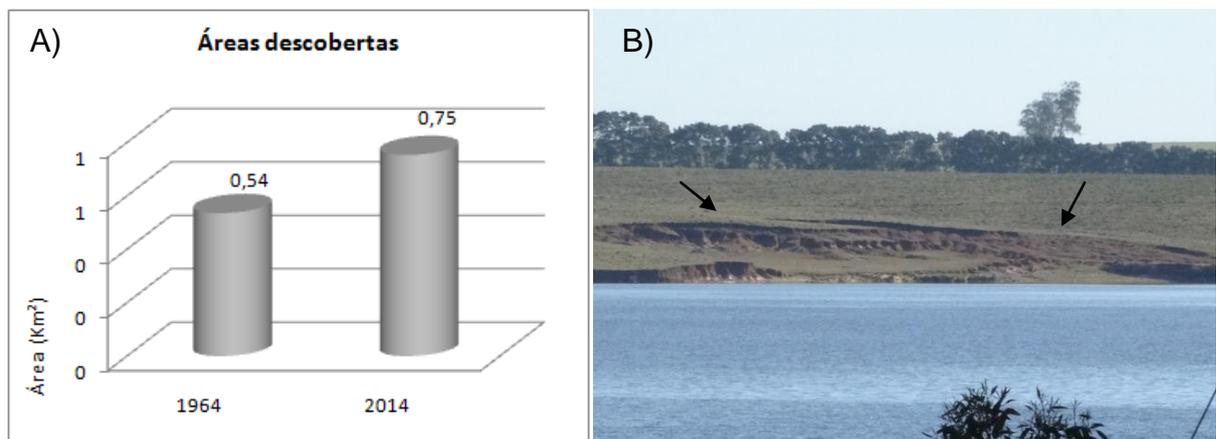


Figura 15 - A) Gráfico: classe áreas descobertas. Organização e elaboração: a autora; B) Fotografia: área descoberta (degraus de solapamento em margem de reservatório). Fonte: arquivo pessoal

Com base nestas informações preliminares, é possível perceber um elevado grau de antropização na bacia hidrográfica em questão. No entanto, são necessárias averiguações em um nível mais detalhado para que se possa identificar as ações e os locais responsáveis pelas maiores pressões antrópicas neste sistema. Neste

intuíto, tem-se, a seguir, o aprofundamento destas discussões a partir da fragmentação da BHAM em setores de contribuição de drenagem.

3.4 Setores de contribuição de drenagem: cobertura/uso da terra e conflitos ambientais

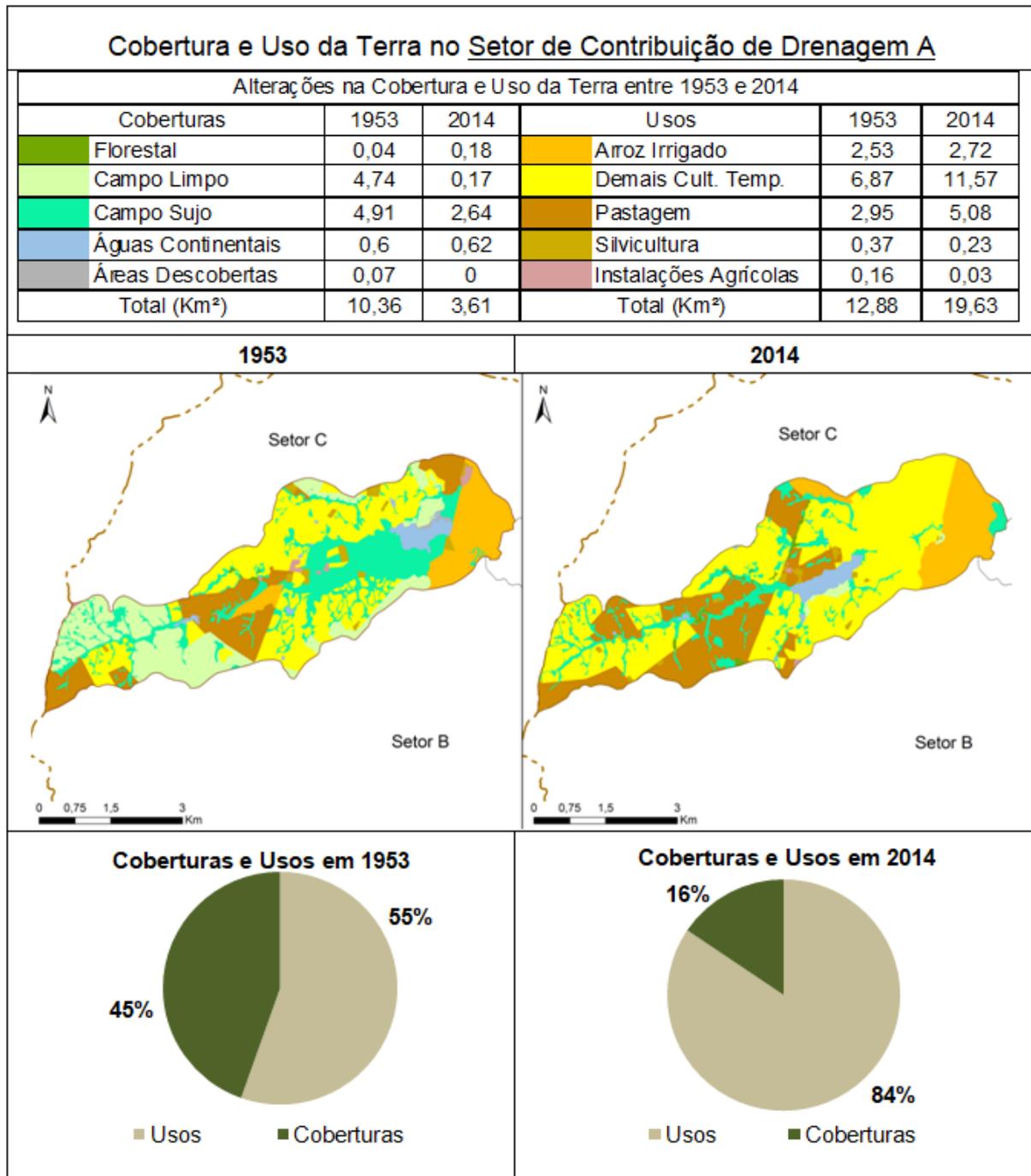
3.4.1 Setor de Contribuição de Drenagem A

Com 23,24 km² de área, o setor de contribuição de drenagem “A” (Apêndice C) compreende a porção central da alta bacia do Arroio Moreira e conta com um total de 29,61 Km de cursos de água naturais e 28 nascentes.

Neste setor, em termos de cobertura e uso da terra (Quadro 5), destaca-se a expressiva diminuição das áreas de coberturas campestres (campo limpo e campo sujo) durante o período analisado. Em 1953 o somatório destas áreas chegava a 9,65 km², o que correspondia a mais de 40% da área abrangida pelo setor. Em 2014 o somatório destas áreas reduziu-se a menos de um terço, restringindo-se a 2,81 km² (apenas 12% da área abrangida pelo setor), resultando em uma perda de 6,84 km² de área ou 29,4%.

Em 1953, existia uma extensa área de campo sujo localizada na metade leste do setor que, em 2014 aparece totalmente incorporada pela classe dos demais cultivos temporários. Algo similar ocorre com os campos limpos, que em 1953 estavam distribuídos entre uma grande extensão na metade oeste e fragmentos na metade leste do setor, e que em 2014 são totalmente incorporadas por cultivos temporários e pastagens. Com isso, pastagens (2,95 km² em 1953) e demais cultivos temporários (6,87 km² em 1953) praticamente duplicaram, passando para 5,08 e 11,57 km², respectivamente.

Como destaque positivo tem-se o aumento das áreas florestais do setor. Em 1953 eram apenas 0,04 km² que estavam distribuídos entre 06 fragmentos na porção central da bacia. Atualmente (2014) estas áreas totalizam 0,18 km² e estão distribuídas entre 14 fragmentos ainda concentrados na porção central.



Quadro 5: Setor de contribuição de drenagem A – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1953 e 2014).

Dadas estas constatações iniciais, compreende-se que este é um setor bastante fragilizado em decorrência das pressões antrópicas observadas. Assim, para garantir que esta situação não seja agravada, é importante que em áreas de usos antrópicos agrícolas faça-se o uso racional do solo com a adoção de técnicas conservacionistas como o plantio em nível a rotação de culturas e a adubação verde, por exemplo, evitando a formação de processos erosivos, já que este setor

condiz com áreas mais elevadas onde, conforme figura 9, há o predomínio de argissolo vermelho amarelo (solos com média predisposição aos riscos de erosão) além de serem escassas as formações florestais.

Partindo deste panorama geral, para que se possa compreender a real dimensão da fragilidade ambiental neste setor, é necessária a averiguação dos conflitos ambientais existentes.

Com base na lei 12.651 (Novo Código Florestal), considerando um cenário ideal de áreas de preservação, no setor de contribuição de drenagem em questão tem-se um total de 2,63 km² (8,88% da área total do setor) de APP (Figura 16). Em 42% destas áreas (1,09 km²) observam-se coberturas naturais (formações campestres e áreas florestais). Nos demais 58% (1,54 km²) são observados usos como o cultivo de arroz irrigado, demais cultivos temporários e pastagens.

As APP's na porção oeste do setor A (à montante do reservatório de água) apresentam melhores condições ambientais. Nesta porção predominam formações campestres (campo sujo) e ocorrem fragmentos de áreas florestais. Já na porção leste é escassa a existência de coberturas naturais, predominando, em vários segmentos, o cultivo de arroz irrigado e demais culturas temporárias.

Das 28 nascentes compreendidas por este setor, nenhuma possui APP 100% preservada. Em nove nascentes não há nenhum fragmento de vegetação nativa, estando estas, em meio a cultivos ou pastagens. Nas demais, observam-se fragmentos que, em sua maior parte, são formações campestres.

Com relação a estas constatações, primeiramente é importante compreender que dos 42% de coberturas observadas na faixa de APP (os quais teoricamente estão de acordo com a legislação ambiental) apenas 5,5% (0,06 km²) condizem com áreas florestais, sendo os demais 94,5% ocupados por formações campestres que não garantem, de forma eficaz, a preservação dos recursos hídricos, principalmente em margens de cursos de água.

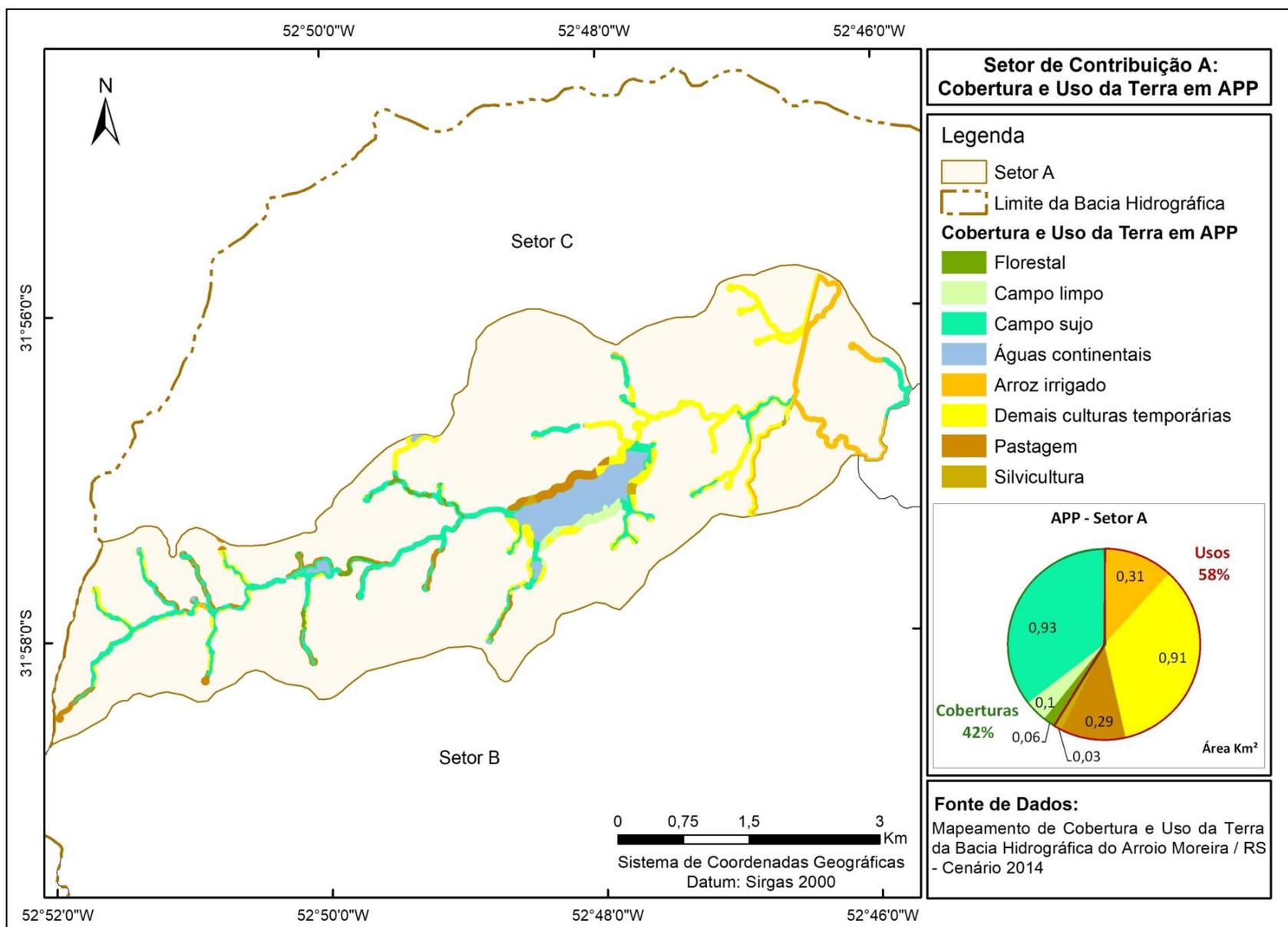


Figura 16 – Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem A
Elaboração: a autora.

No entanto, a maior preocupação diz respeito a faixa de 58% ocupada por áreas de usos antrópicos agrícolas, dentre as quais, estão inseridas nove nascentes sem nenhuma proteção. Por se tratar de uma APP, usos como cultivos temporários e pastagens não são tolerados, uma vez que algumas das técnicas utilizadas, como o revolvimento do solo, podem soterrar nascentes e desencadear processos erosivos, afetando a dinâmica de todo o sistema. Além disso, tem-se os riscos de contaminação de mananciais hídricos por fertilizantes e agrotóxicos empregados nestes cultivos.

Vistas todas estas questões, compreende-se que neste setor de contribuição de drenagem as APP's encontram-se bastante fragilizadas. Assim, são necessárias medidas de recuperação que podem ocorrer pelo simples isolamento destas áreas (principalmente as nascentes da bacia) para que possa ser restabelecida uma cobertura adequada, garantindo a melhoria da qualidade dos recursos hídricos que seguirão até a REBIO Mato Grande.

3.4.2 Setor de Contribuição de Drenagem B

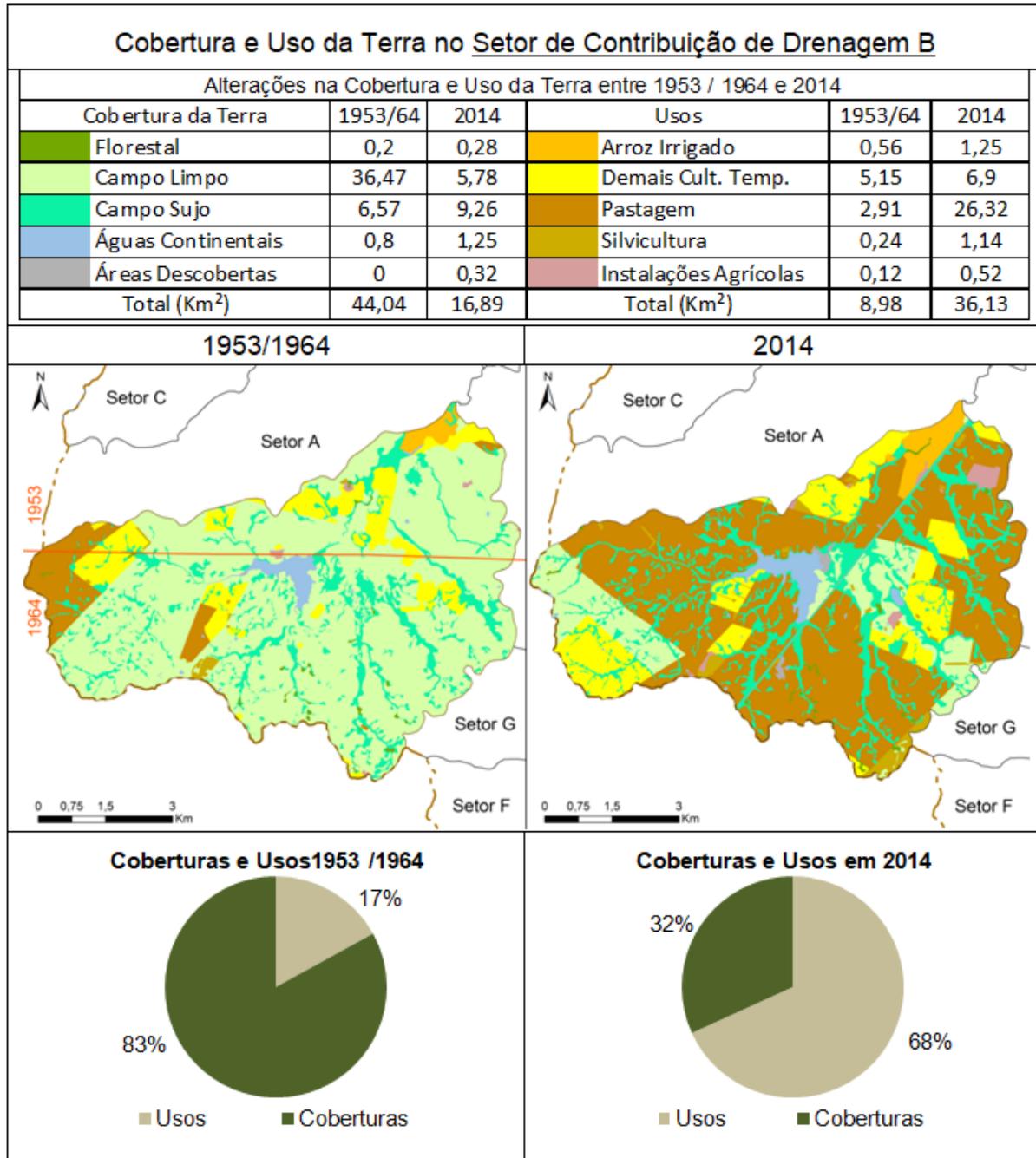
O setor de Contribuição de Drenagem "B", localizado na alta bacia do Arroio Moreira (porção inferior, conforme Apêndice C), abrange uma área de 53,03 km² sobre a qual tem-se um total de 74,98 Km de cursos de água naturais e 61 nascentes. Trata-se de um importante setor de contribuição para o sistema BHAM já que praticamente 1/3 das nascentes e mais de 1/4 dos cursos de água da bacia são abrangidos por ele.

Em termos de cobertura e uso da terra (considerando as informações expostas no Quadro 6), preocupa o avanço de áreas de usos sobre superfícies que em 1953 / 1964, eram cobertas por formações campestres.

Em 1953/1964, somadas as áreas de coberturas da terra, chegava-se a 44,4 km² (83% da área total do setor), com destaque para áreas de campos limpos que totalizavam 36,47 km² (praticamente 70% do setor) e se apresentavam associados a campos sujos em praticamente toda a extensão do setor, exceto em algumas porções na região central e limite norte.

Em 2014 tem-se a inversão deste cenário, predominando áreas de usos antrópicos agrícolas com 36,13 km² (68% da área total do setor) com destaque para áreas de pastagens que somam 26,32 km² e se estendem por praticamente toda a

superfície que em 1953/1964 era ocupada por campos limpos. Com isso, áreas de cobertura da terra atualmente aparecem restritas a 16,89 km², dentre as quais campos limpos perfazem apenas 5,78 km², o que corresponde a cerca de 10% da área do setor, indicando em torno de 60% de perdas nesta classe.



Quadro 6: Setor de contribuição de drenagem B – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1953/1964 e 2014)

Estas constatações evidenciam pressões antrópicas que podem afetar a sustentabilidade do sistema considerando que estas são áreas mais elevadas e que,

portanto, demandam maiores cuidados quando da utilização de técnicas empregadas tanto em áreas de pastagens quanto em áreas de cultivos temporários.

Mesmo que a introdução de áreas de pastagens não apresente riscos tão elevados quanto os cultivos temporários, deve-se considerar que para o preparo da terra são necessárias técnicas de revolvimento do solo que, associadas ao pisoteio do gado, podem vir a desencadear processos erosivos e, em consequência, afetar áreas de nascentes e cursos de água.

Tais fatos puderam ser verificados em campo, uma vez que no setor em questão foram identificados processos erosivos dentre os quais a voçoroca¹² registrada na figura 17, processo que pode ter sido desencadeado em função do mau uso do solo, visto que nesta região predominam solos argilosos com média predisposição a erosão (Figura 9) e declividades mais acentuadas (Figura 8), sendo verificada a conversão de campo limpo em pastagem (Quadro 6)

No local, foram identificadas tentativas de recuperação da área degradada a partir da associação de 02 técnicas: paliçada e revegetação (Figura 17). A paliçada é uma técnica de controle dos processos erosivos que utiliza materiais de baixo custo como bambus e madeiras e que tem como objetivo a redução do escoamento superficial e a retenção de sedimentos. Já a revegetação tem como objetivo a proteção e a melhoria das condições do solo a partir da semeadura de leguminosas herbáceas e arbustivas, de porte baixo, e crescimento rasteiro (MARTINS, 2013).

Estas iniciativas evidenciam a preocupação frente a este processo de degradação. No entanto, ações básicas como o isolamento da área ao acesso do gado não foram realizadas, levando o projeto de recuperação ao insucesso. Além disso, pode-se dizer que as técnicas utilizadas não foram aplicadas da maneira mais eficaz. A paliçada¹³, conforme destacam Guimarães et al. (2012), deve ser construída nos estreitamentos dos processos erosivos, fato que não foi observado na área em questão durante o trabalho de campo, sendo identificados somente 02

¹² “As voçorocas podem ser originadas pelo aprofundamento e alargamento de ravinas, ou por erosão causada pelo escoamento subsuperficial, o qual dá origem a dutos (pipes). São relativamente permanentes nas encostas. Tem paredes laterais íngremes, em geral fundo chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante os períodos chuvosos. Ao aprofundarem seus canais, as voçorocas atingem o lençol freático. Constituem um processo de erosão acelerada e de instabilidade nas paisagens” (SUERTEGARAY, 2008, p. 245).

¹³ Barragens construídas com bambus ou troncos de eucaliptos para reter os sedimentos que ainda possam ser transportados pela ação das chuvas (MARTINS, 2013, p. 226)

exemplares na parte final do processo erosivo. Por outro lado, na revegetação¹⁴ foi utilizada acácia negra (*Acácia mearnsii* De Wild), espécie florestal exótica, largamente empregada em reflorestamentos, mas que não condiz com os objetivos da revegetação.

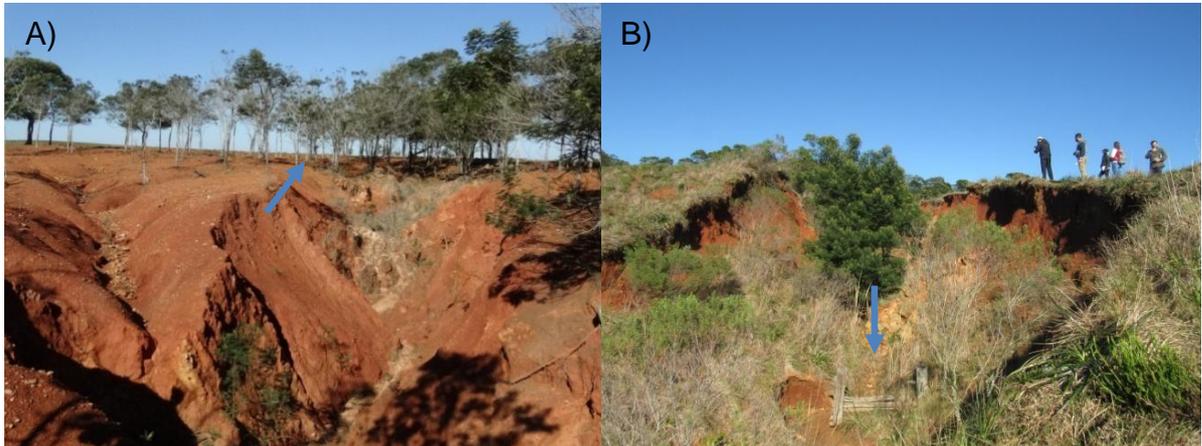


Figura 17 – Fotografias: tentativas de contenção do processo erosivo. A) Revegetação com a introdução de espécie florestal exótica; Fonte: arquivo pessoal; B) Resquícios da implantação de paliçadas. Fonte: Flavio Baumbach.

O processo de degradação em questão pode ser compreendido como uma evidencia de que o referido setor de contribuição de drenagem vem sendo negativamente impactado por conta da substituição de áreas de cobertura vegetal por áreas de usos antrópicos agrícolas. Entretanto para melhor avaliar a real situação ambiental neste setor é necessário que se faça a identificação de conflitos ambientais, o que se dá a partir do cruzamento de informações da cobertura e uso da terra e a legislação ambiental no que se refere a APP's.

No referido setor de contribuição de drenagem 11,6% da área (6,18 km²) correspondem a APP's (Figura 18). Em 64% desta faixa são observadas coberturas ao passo que nos demais 36% tem-se áreas com usos antrópicos agrícolas (que estão em total desacordo com a legislação e precisam ser legalizados).

¹⁴ Introdução de espécies vegetais (preferencialmente leguminosas) que propiciam a estabilização de solos instáveis e a fixação de nutrientes (PEREIRA, 2006)

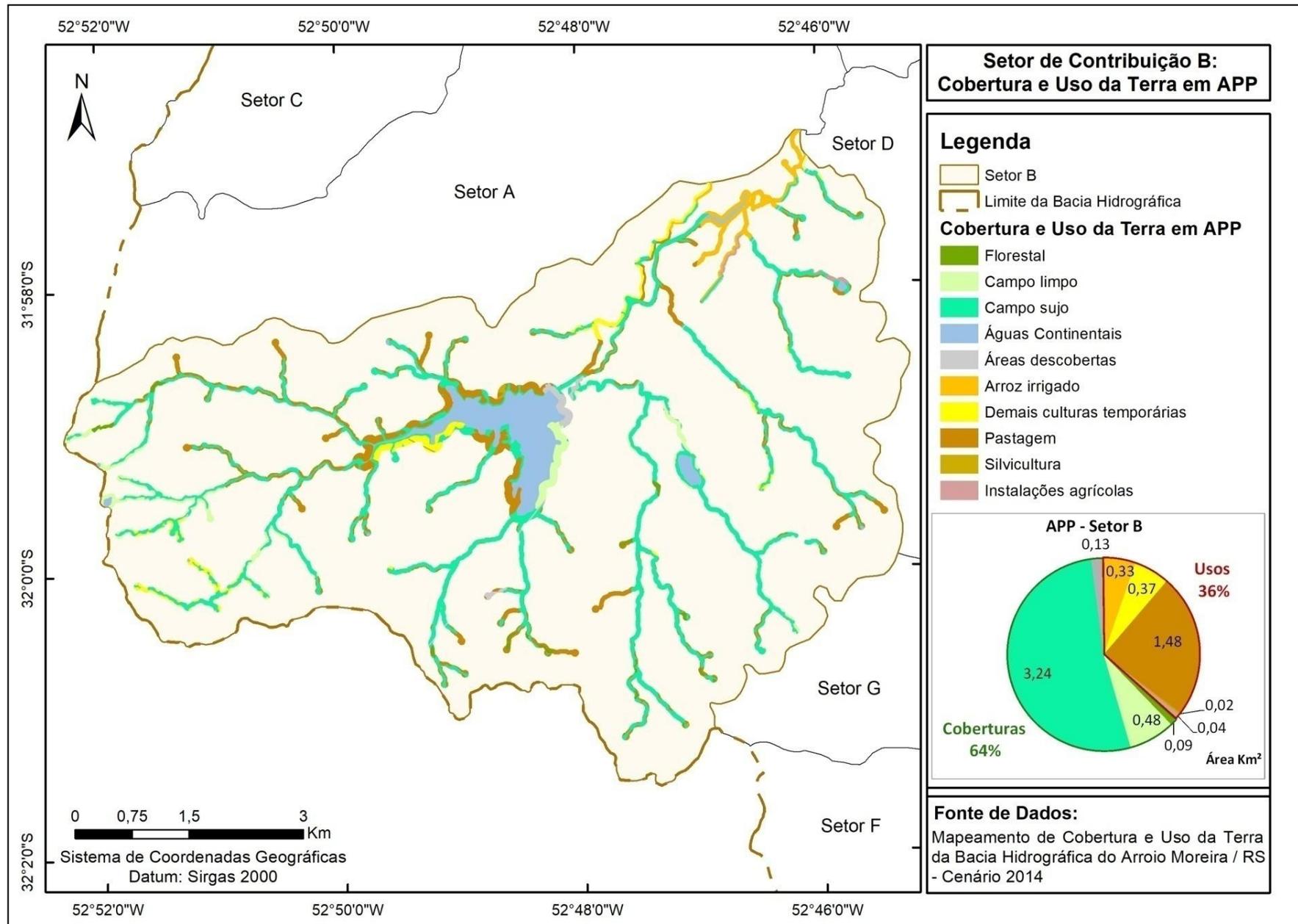


Figura 18 – Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem B
Elaboração: a autora.

Dentre os 64% de coberturas, que equivalem a 3,94 km², predominam campos sujos com 3,24 km² que no mapa (Figura 18) se apresentam como extensos segmentos distribuídos em todo o setor de contribuição de drenagem. Áreas florestais (0,09 km²) são bastante restritas, sendo observadas, de forma fragmentada, na porção oeste do setor. Na porção oeste tem-se a melhor integridade das APP's, predominando segmentos com coberturas campestres e significativos fragmentos de áreas florestais.

Nos demais 36% das APP's são observados usos antrópicos agrícolas, sendo em maior parte áreas de pastagens seguidas de cultivos temporários (arroz irrigado e demais). Na porção nordeste deste setor de contribuição se observa grande quantidade de segmentos das APP's onde não existe nenhuma cobertura campestre ou florestal, predominando sobre estas o cultivo de arroz irrigado.

Das 61 nascentes compreendidas pelo setor, 12 possuem usos em desacordo com as APP's (sendo estas em maior parte identificadas na porção oeste do setor, sobre as quais predominam pastagens). Em 36 nascentes são observados fragmentos preservados de áreas florestais ou formações campestres. Somente 11 nascentes estão em situação regular, predominando no entorno destas as formações campestres.

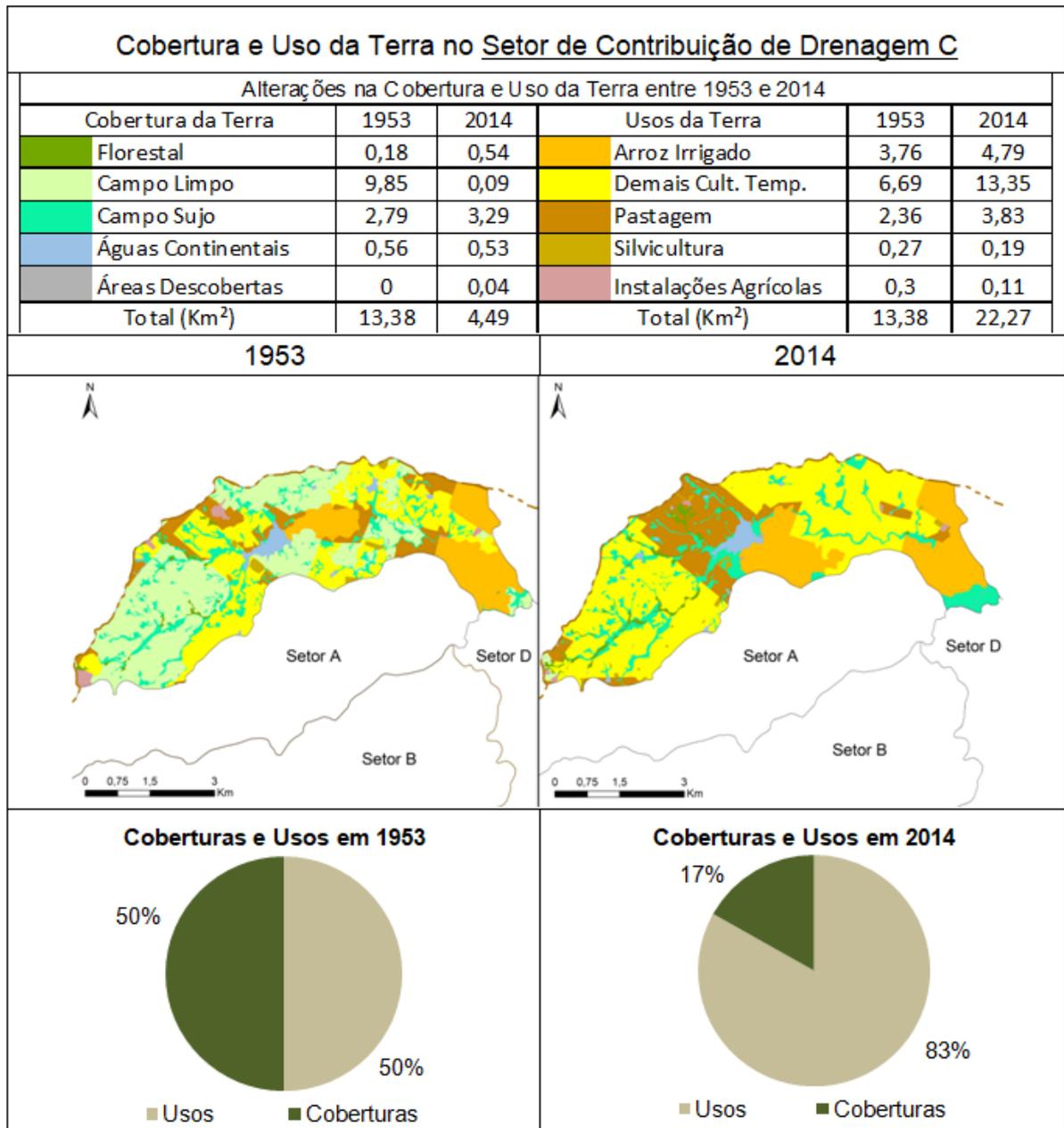
Com base nestas constatações, quando comparada a APP's de outros setores, a área em questão é a que apresenta os maiores percentuais de coberturas da terra preservadas. No entanto, situações como a degradação observada a partir de processo erosivo decorrente do mau uso do solo e o fato de que praticamente um quarto das nascentes do setor não possui APP regular causam preocupação.

3.4.3 Setor de Contribuição de Drenagem C

O setor de contribuição de drenagem "C", no extremo norte da bacia do Arroio Moreira (Apêndice C) abrange 26,76 km². Neste setor foram verificados um total de 33,21 Km de cursos de água naturais e 24 nascentes. Na cobertura e uso da terra (Quadro 7), destaca-se, no cenário de 2014, a implantação de cultivos temporários sobre áreas que em 1953 eram cobertas por campos limpos.

Em 1953, o referido setor apresentava uma configuração incomum, dividindo-se em exatos 50% de coberturas e 50% de usos. Neste cenário, dentre as classes de cobertura, destacavam-se grandes extensões de campos limpos, de centro para

oeste do setor, que totalizavam 9,85 km² (36,8% da área total do setor). Entre as classes de usos da terra, destacavam-se áreas de cultivos temporários (arroz irrigado = 3,76 km² e demais cultivos temporários = 6,69 km²) que somavam 10,45 km².



Quadro 7: Setor de contribuição de drenagem C - Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1953 e 2014)

Em 2014, o percentual de cobertura aparece reduzido a apenas 17% (4,49 km²), tendo sido verificada a introdução de cultivos temporários em detrimento aos campos limpos que ficaram restritos à pequenas áreas fragmentadas que somam apenas 0,09 km² (0,3% do setor). Por outro lado, áreas de usos antrópicos agrícolas

aumentaram em 8,89 km², com destaque para a classe “demais cultivos temporários” que dobrou sua extensão chegando a 13,35 km², o que significa (49,9%), metade do setor ocupado por esta classe de uso.

Com base nestas constatações, afere-se que o presente setor vem passando, ao longo destes anos, por um processo de degradação ambiental decorrente das pressões exercidas por conta de técnicas empregadas em cultivos temporários. Como exemplo toma-se o cultivo de soja (principal produto desta categoria na região, conforme caracterização ambiental da BHAM) onde, em caso de cultivo convencional (amplamente adotado na bacia; como pode ser constatado em campo), são utilizadas técnicas como o revolvimento do solo e o emprego de fertilizantes e agrotóxicos. Estas técnicas, quando aplicadas incorretamente, podem desencadear processos erosivos e causar a contaminação do solo e dos recursos hídricos, respectivamente.

Entretanto, para que se possa compreender a real dimensão deste processo de degradação, é preciso avaliar os conflitos ambientais existentes neste setor a partir da contraposição entre APP's e a atual configuração da cobertura e uso da terra.

A partir das situações previstas pela legislação ambiental, em um cenário adequado a preservação, 10,5% deste setor (2,81 km²) são APP's. Estas áreas, conforme a figura 19, se encontram bastante fragilizadas, sendo possível identificar extensos segmentos onde não há nenhum tipo de cobertura vegetal nativa (áreas florestais ou formações campestres). A soma dos segmentos de APP's que estão em desacordo com um cenário adequado (onde se verificam arroz irrigado e demais cultivos temporários, pastagens e áreas descobertas) atinge 1,46 km², ou seja, 52% da área total. Estes segmentos podem ser identificados por toda a extensão das APP's, no entanto, estão mais concentrados na porção leste do setor, destacando-se segmentos ocupados por cultivos temporários.

Dentre os 48% regulares, ou seja, onde são identificadas coberturas, predominam áreas de campos sujos (1,05 km²) que se estendem por este segmento que, em geral, acompanha o curso de água principal. Na porção oeste, à montante do reservatório de água, destacam-se significativas áreas de cobertura florestal em APP's de cursos de água.

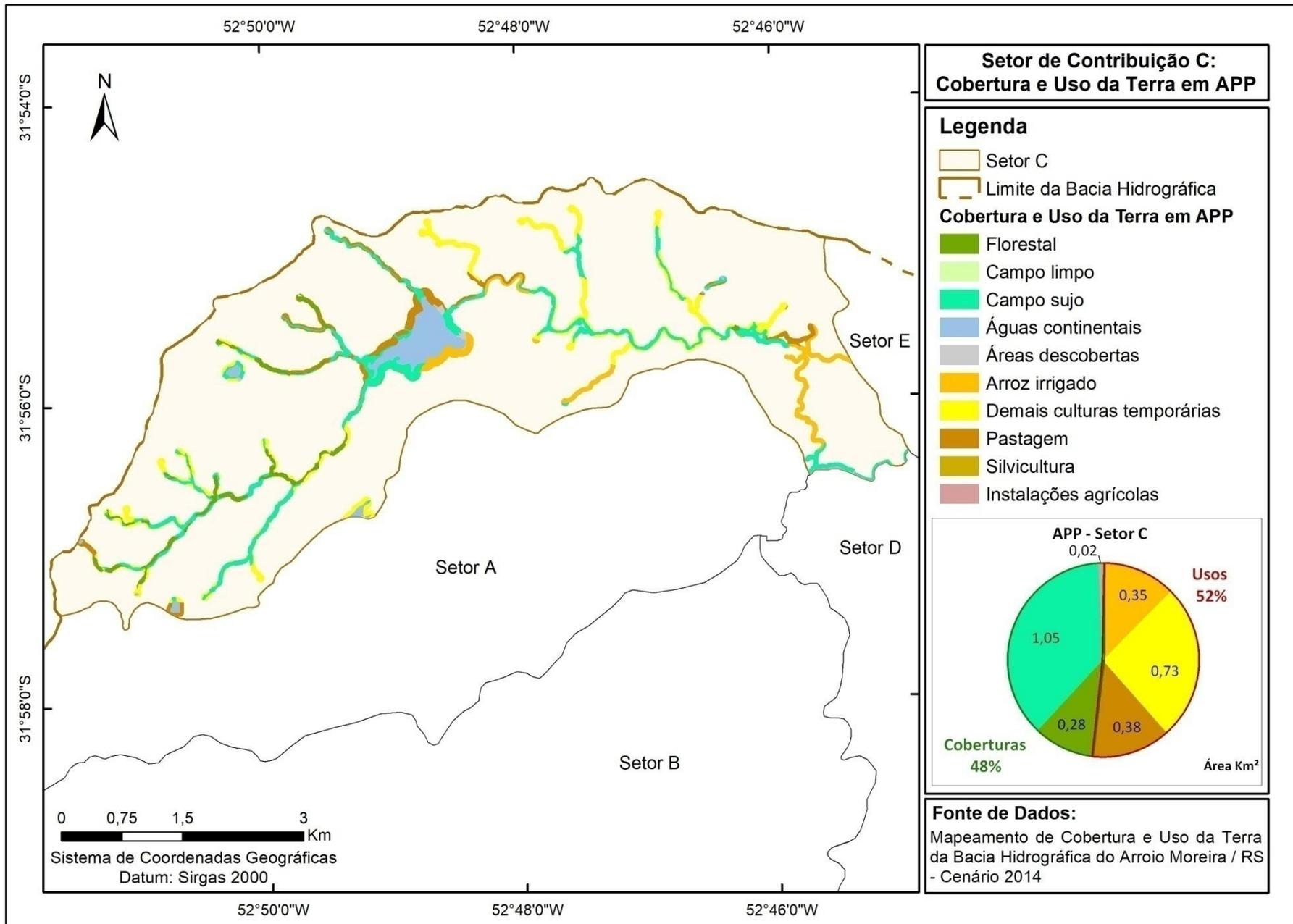


Figura 19 – Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem C
Elaboração: a autora

Com relação às nascentes, verifica-se, com base no mapa da figura 19, que nenhuma delas possui APP 100% preservada, preocupando o fato de que em mais da metade destas (13 nascentes) não há nenhum resquício de cobertura (áreas campestres ou florestais), estando estas em meio a cultivos e/ou pastagens (Figura 20).



Figura 20 – Fotografias: nascente represada e o que deveria ser uma APP em área de pastagem.
Fonte: arquivo pessoal

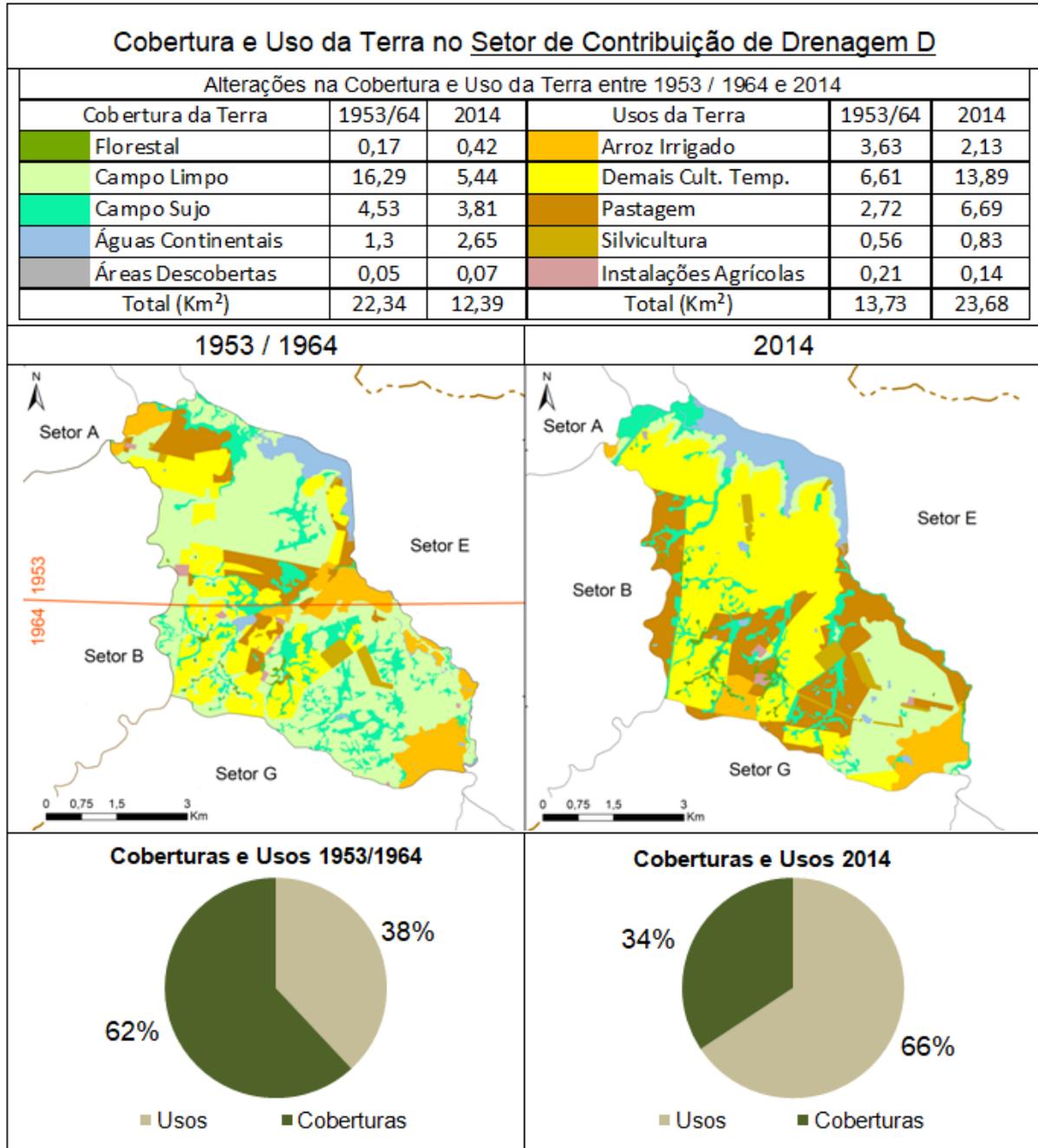
Com base em todas as constatações feitas em relação a este setor de contribuição de drenagem: I) redução no percentual de coberturas de 50 para 17%; II) 52% das APP's sem a devida proteção; III) nenhuma das nascentes 100% preservada; recomenda-se a adoção de boas práticas no preparo do solo, priorizando o plantio direto (já que estas são áreas mais elevadas da bacia) como também o isolamento de áreas para que possa ocorrer o restabelecimento da vegetação no entorno de nascentes e margens de cursos de água.

3.4.4 Setor de Contribuição de Drenagem D

O setor de contribuição de drenagem “D” (Apêndice C) condiz com a porção mais central da BHAM. Possui uma área de 36,07 km² e abrange um total 41,87 Km de cursos de água naturais e 31 nascentes.

Informações referentes à cobertura e uso da terra (Quadro 8) evidenciam a retirada de formações campestres (associação entre campos limpos e campos sujos) para a introdução de cultivos temporários e pastagens. Em 1953/1964 existiam extensas áreas de formações campestres, uma na porção norte deste setor

e outra ao sul. Em 2014 observa-se a total supressão da área campestre da porção norte com a inserção de cultivos temporários e significativa redução na área campestre na porção sul para a introdução de pastagens.



Quadro 8: Setor de contribuição de drenagem D – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1953/1964 e 2014)

Com isso, áreas de coberturas que, em 1953/1964, somavam 22,34 km² (62% da área do setor), em 2014 aparecem reduzidas a 9,95 km² (apenas 34% da área total do setor), o que resulta em um decréscimo de 12,39 km² (mais da metade das áreas de coberturas).

Por outro lado, áreas de usos antrópicos agrícolas, que em 1953/1964 eram 13,73 km², em 2014 passaram a ocupar 23,68 km² (66% da área total do setor). Neste cenário destacam-se as classes “demais cultivos temporários” e “pastagens” que duplicaram em área passando, respectivamente, de 6,61 para 13,89 km² e de 2,72 para 6,69 km².

A partir destas constatações iniciais afere-se que, tal como os demais setores avaliados até aqui, o presente setor também vem sofrendo forte influência antrópica, o que o torna vulnerável ao desencadeamento de impactos que podem afetar negativamente o sistema BHAM como um todo e, em consequência a REBIO Mato Grande. A introdução de cultivos e pastagens em áreas campestres significa a utilização de técnicas como o revolvimento do solo e o emprego de fertilizantes e agrotóxicos que podem desencadear processos erosivos como também a contaminação de recursos hídricos.

Assim, são necessárias maiores averiguações visto que, a partir da análise de conflitos ambientais (que se dá em função da avaliação das condições das APP's deste setor), estas hipóteses podem ser fortalecidas ou eliminadas.

Neste setor de contribuição de drenagem, as APP's, considerado um cenário adequado para a preservação (Figura 21) somam 4,31 km² (11,9% da área total do setor). Dentre estas, em 67% (2,88 km²) são observadas coberturas condizentes com a legislação ambiental (formações campestres e áreas florestais) enquanto 1,43 km² são ocupados por áreas de cultivos temporários, pastagens, silvicultura e áreas descobertas.

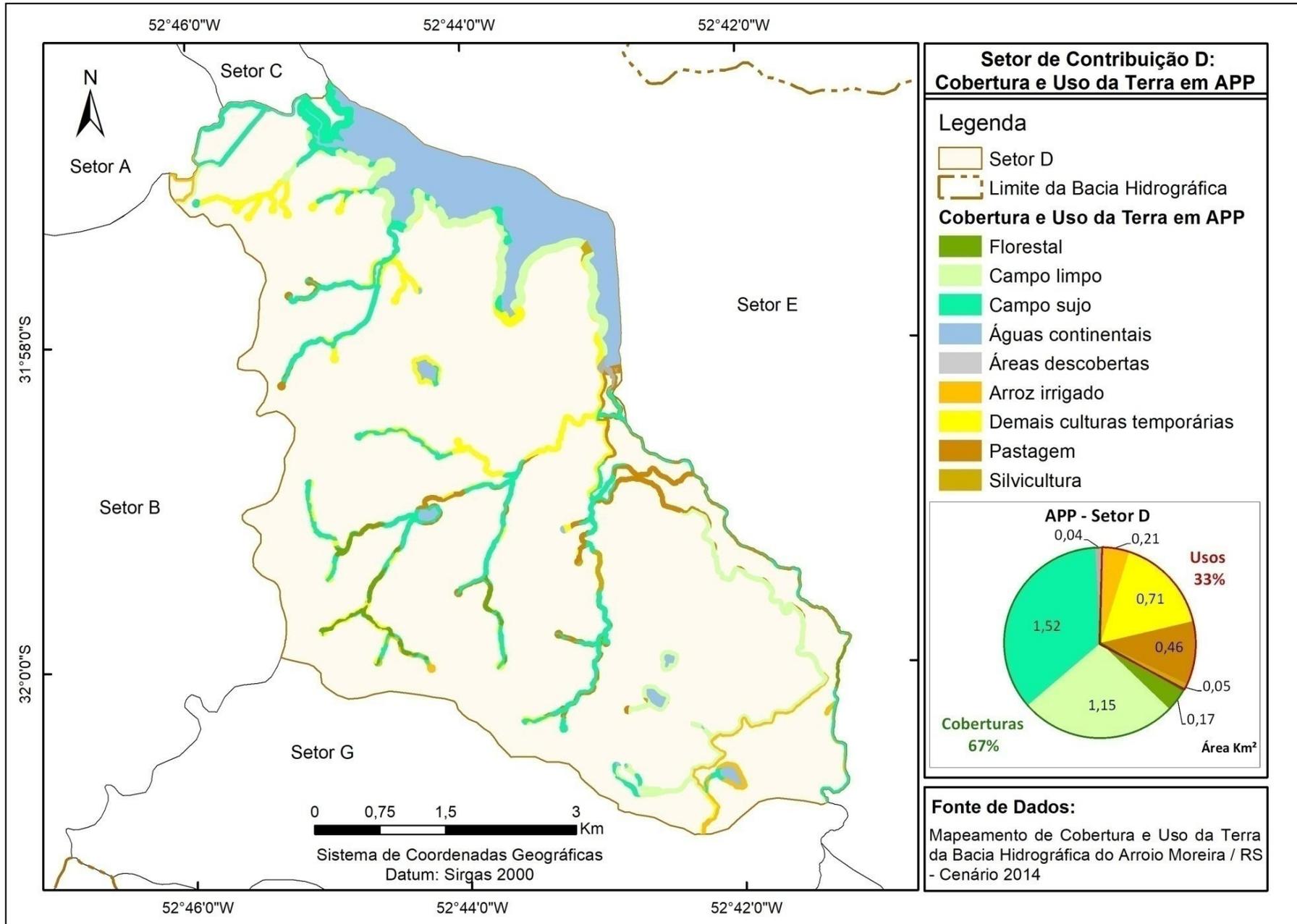


Figura 21 – Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem D
Fonte: autora.

Dentre os 67% de coberturas, predominam áreas campestres (campo sujo = 1,52 km²; campo limpo = 1,15 km²) que se distribuem de forma intercalada por toda a extensão do setor. Áreas florestais representam somente 0,17 km² e estão presentes apenas na metade sul do setor. Nas porções centro e oeste estão os segmentos de APP's melhor preservados, com significativas faixas de campo sujo intercaladas com áreas florestais. Na figura 22 observa-se APP com cobertura de campo sujo e, em seu entorno extensas áreas de pastagens.



Figura 22 – Fotografia: APP formada por áreas campestres Setor D.
Fonte: arquivo pessoal

Em 33% das APP's deste setor são desenvolvidas atividades antrópicas dentre as quais destaca-se a classe “demais cultivos temporários” com 0,71 km² distribuídos entre segmentos na porção norte do setor e pastagens com 0,46 km², em maior parte na porção sul.

Das 33 nascentes contabilizadas neste setor, apenas 03 possuem APP's condizentes com o que é estabelecido pelo Novo Código Florestal (Lei 12.651). As demais dividem-se entre nascentes com algum resquício de vegetação nativa (15

nascentes) e outras sem nenhuma proteção, que geralmente encontram-se inseridas em meio a cultivos ou pastagens (também 15 nascentes).

Com isso, verifica-se que este é um dos setores com APP's em melhores condições. No entanto isso não significa que nada precisa ser feito. Por ser uma APP, áreas em desacordo com a legislação precisam ser adequadas e portanto, tal como para os setores avaliados anteriormente, é indicado o isolamento destas áreas para que possa ocorrer a recomposição da vegetação e, por consequência, a melhoria na qualidade dos recursos que seguirão até a REBIO Mato Grande.

3.4.5 Setor de Contribuição de Drenagem E

O setor de contribuição de drenagem "E" (Apêndice C), situado no baixo curso da BHAM, abrange uma área de 48,23 km² onde tem-se um total de 14,96 Km de cursos de água naturais e 07 nascentes.

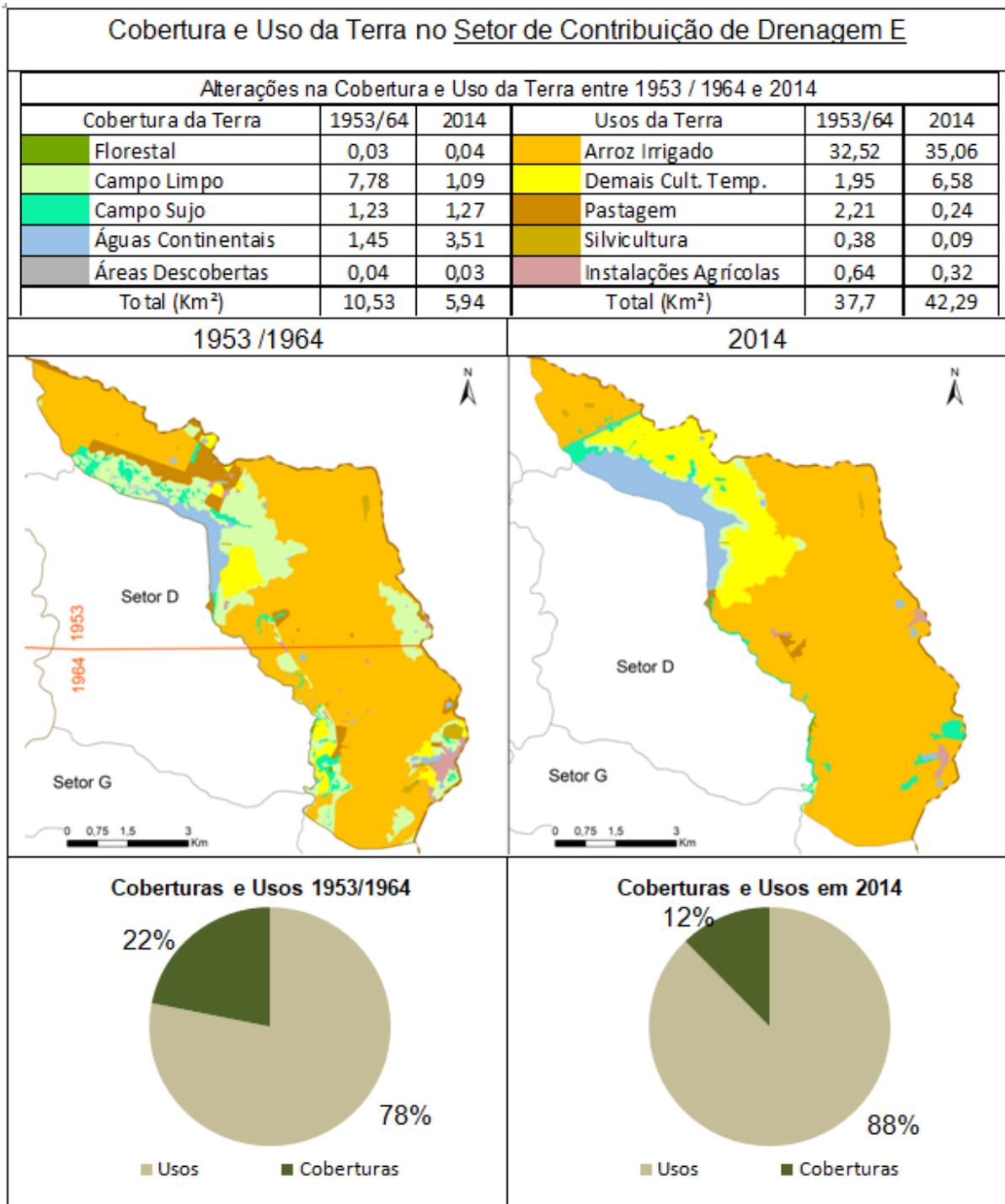
Este setor, com base nas informações do quadro 9, apresentou menor variação na cobertura e uso da terra ao longo do período analisado, quando comparado aos demais setores. No entanto, as alterações que se apresentaram não foram positivas, ocorrendo o fortalecimento de usos agrícolas a partir da expansão de áreas de cultivos sobre campos limpos.

Áreas de coberturas da terra em 1953/1964 somavam 10,53 km², o que correspondia a 22% do setor. Neste cenário destacavam-se áreas de campos limpos com 7,78 km², sendo uma extensa área na porção norte do setor e fragmentos junto aos limites leste e oeste. Em 2014 estas áreas aparecem restritas a pequenos fragmentos no entorno do reservatório e no limite entre áreas de arroz irrigado e demais cultivos temporários. Juntos estes fragmentos somam apenas 1,09 km². Com isso, áreas de coberturas foram reduzidas em 10% e somam apenas 5,94 km².

Com isso, áreas de usos antrópicos agrícolas, que em 1953/1964 somavam 37,7 km², em 2014 passaram a 42,29 km². Dentre estas áreas, predomina o cultivo de arroz irrigado com 35,06 km², o que corresponde a 72,7% da área total do setor.

Com base nestas constatações, acredita-se que este seja um dos setores mais fragilizados e antropizados na BHAM. Em 1953/1964 o percentual de coberturas já era bastante reduzido e mesmo assim áreas de vegetação nativa sofreram decréscimos. Com isso chegou-se ao ponto que atualmente, dentre as classes de cobertura, o maior percentual corresponde a águas continentais. Atrelado

a este fator existem sérios riscos de degradação por conta das grandes extensões de lavouras de arroz irrigado (35,06 km²), cultura onde são empregados mecanismos de controle que descaracterizam todo o sistema hídrico, assoreando cursos de água e nascentes sem contar os riscos de contaminação por conta da grande carga de fertilizantes e agrotóxicos que são utilizados.



Quadro 9: Setor de contribuição de drenagem E – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1953/1964 e 2014)

Para responder a estas suposições toma-se por base o cumprimento da legislação ambiental, no que se refere ao Novo Código Florestal. APP's bem conservadas refletem boas condições ambientais ao passo que, APP's em desacordo com o que é estabelecido na legislação indicam sérias ameaças de degradação ambiental.

A faixa de APP's neste setor (Figura 23), em função do reduzido número de nascentes e segmentos de cursos de água naturais, quando comparada a setores de tamanhos aproximados (setor "B" com extensão de 53,03 km² e 6,18 km² de APP's, por exemplo) é bastante reduzida: somente 1,92 km², o que equivale a apenas 4% da área deste setor.

Em 55% destas APP's do setor E existem coberturas, que em geral, são formações campestres. No entanto estas áreas somente são observadas ao longo do curso principal do arroio Moreira e no entorno de reservatórios (Figura 23). Áreas de campo limpo, com 0,62 km², ocorrem no entorno do reservatório e áreas de campo sujo estão distribuídas, em sua maioria, na metade sul ao longo do curso principal do Arroio Moreira. A cobertura florestal nestas APP's é irrisória (0,02 km²).

As APP's de segmentos tributários e até mesmo em segmento do rio principal (norte do setor) encontram-se totalmente em desacordo com a legislação ambiental e ao invés de coberturas campestres ou florestais observa-se o cultivo de arroz irrigado e demais cultivos temporários.

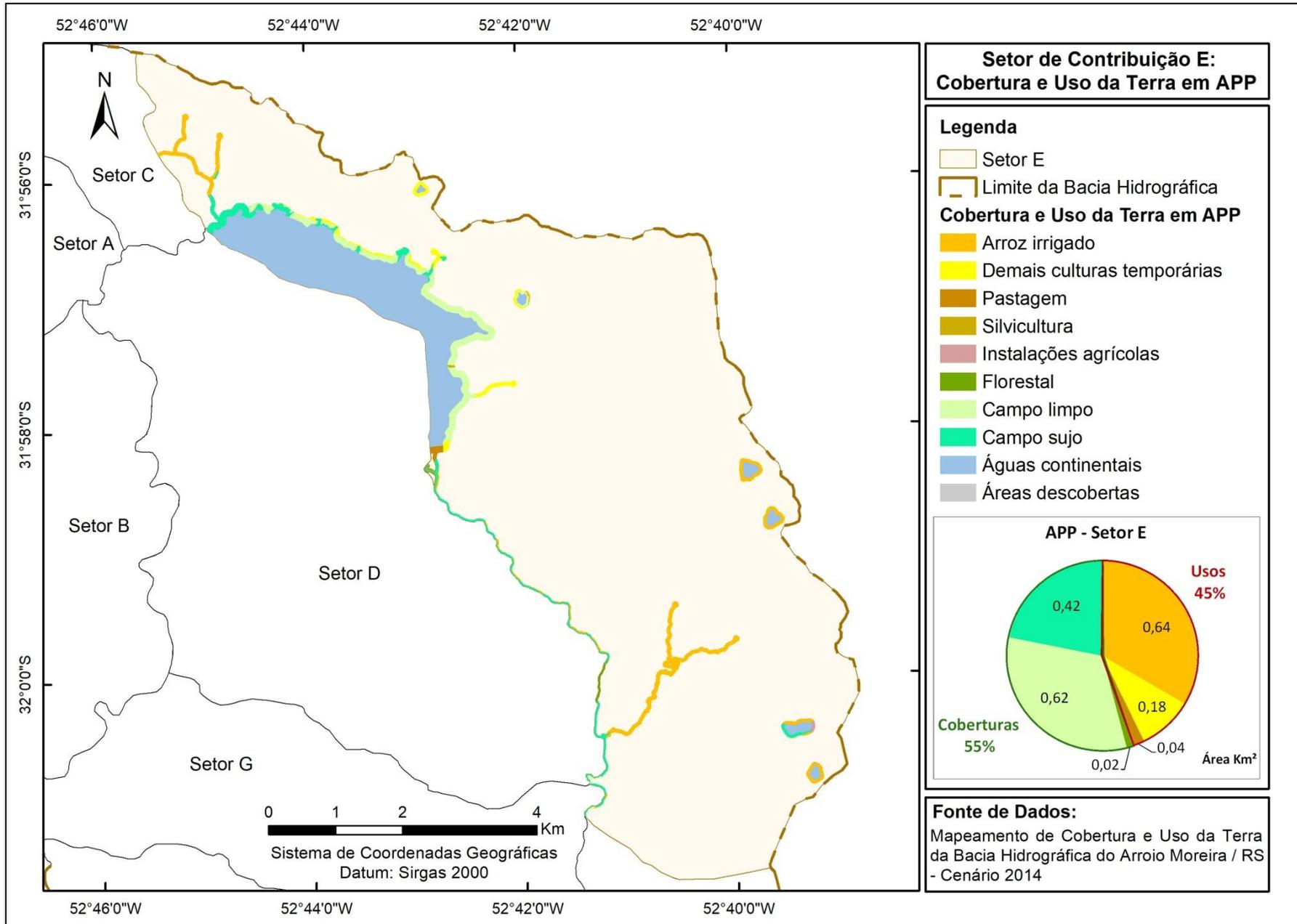


Figura 23 – Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem E
Fonte: autora.

Das nascentes deste setor (07 no total), em apenas uma (Figura 24 A) é possível identificar resquícios de cobertura nativa. As demais nascentes se encontram inseridas em meio a cultivos temporários e pastagens, sem nenhuma faixa de proteção (Figura 24 B).

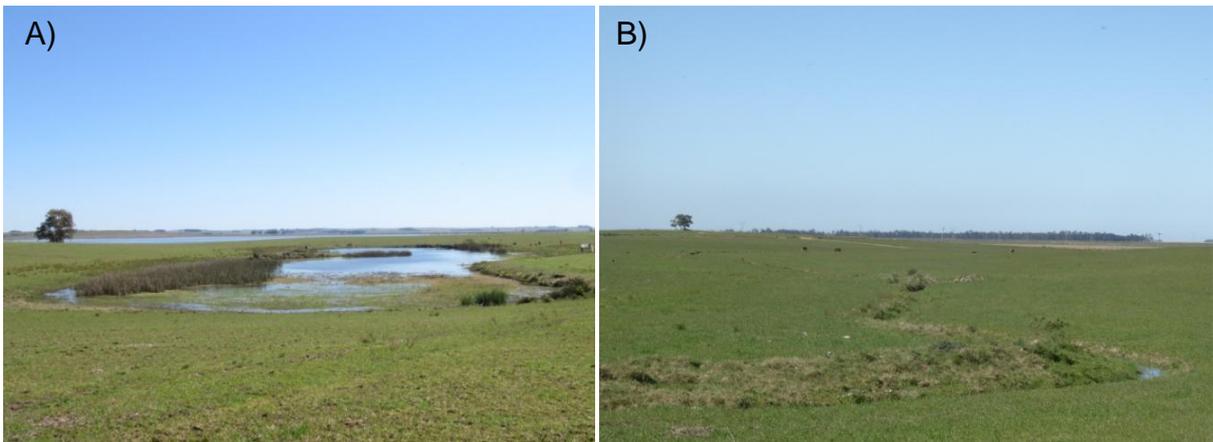


Figura 24: A) Aspectos da única nascente com resquícios de preservação da cobertura vegetal no setor de contribuição E. Fonte: Flavio Baumbach; B) Nascente e curso de água, sem APP. Fonte: Márlon R. Madeira

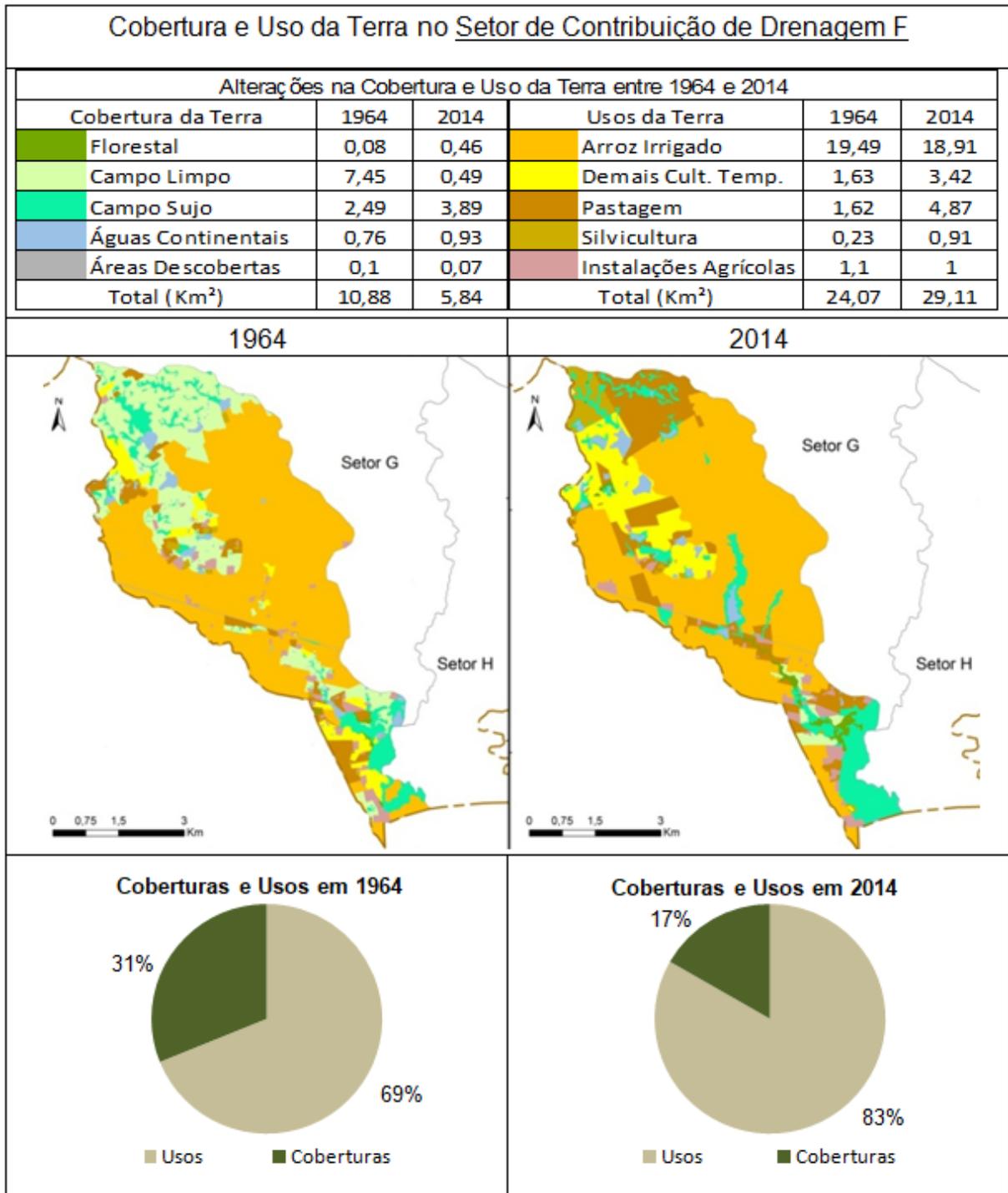
Com todas estas evidências, confirma-se a suposição de que este é o setor de contribuição de drenagem onde se apresentam as maiores fragilidades ambientais. A pouca cobertura nativa que resta (12%) é insignificante frente às superfícies de usos antrópicos agrícolas. No entanto o principal fato que nos leva a tal afirmação é o reduzido tamanho das áreas de APP (apenas 4% da área do setor), onde os poucos cursos de água tributários e nascentes estão em meio a cultivos sem nenhuma proteção. Assim, este é um setor que demanda maior atenção e a urgente recuperação de APP's, o que pode vir a demandar técnicas de restauração mais específicas (como o plantio de espécies nativas) além do isolamento de áreas e a adoção de boas práticas no preparo e cultivo do solo.

3.4.6 Setor de contribuição de drenagem F

O setor de contribuição de drenagem “F” inserido no médio curso da BHAM (Apêndice C) abrange 34,95 km². Este setor abrange um total de 27,03 Km de cursos de água naturais e 16 nascentes e possui grande importância para a manutenção do equilíbrio da REBIO Mato Grande uma vez que se limita diretamente

com a referida unidade de conservação além de sua porção sul estar inserida dentro do que seria a área padrão da zona de amortecimento (Apêndice E).

Neste setor, em relação a cobertura e uso da terra (Quadro 10), destaca-se a substituição de campos limpos por pastagens e silvicultura e o significativo aumento das áreas de águas continentais.



Quadro 10: Setor de contribuição de drenagem F – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1964 e 2014)

A soma das classes de cobertura da terra, em 1964, chegava a 10,98 km² (31% da área total do setor) com destaque para áreas de campos limpos que somavam 7,45 km² e se estendiam em uma grande faixa ao norte do setor e alguns fragmentos ao sul. Por outro lado, áreas destinadas aos usos da terra somavam 24,07 km² com destaque para cultivos de arroz irrigado ocupando 19,49 km².

Em 2014, áreas de campos limpos foram praticamente extintas neste setor, restando somente 0,49 km² que se concentram em pequenos fragmentos na porção sul (Figura 25). Com isso, tem-se um decréscimo de 5,04 km² sobre o total de áreas de coberturas. Em contrapartida, houve aumento significativo entre as classes demais culturas temporárias, pastagens e silvicultura.

Em 1964 as áreas cobertas por águas continentais somavam 0,76 km² e eram representadas por segmentos do curso principal do arroio Moreira e pequenos reservatórios distribuídos, em sua maior parte, na porção central do setor. Em 2014 a soma destas áreas resulta em um total de 0,93 km², verificando-se o aumento das áreas de reservatórios que abastecem lavouras de arroz irrigado e que se encontram localizados na porção central do setor.

A partir destas constatações iniciais, verifica-se intenso processo de antropização no referido setor de contribuição de drenagem. A introdução de cultivos e pastagens, onde antes existiam áreas campestres, pode ser um fator de risco para o equilíbrio dinâmico do sistema, sobretudo em um setor de contato imediato com a REBIO Mato Grande. Assim, é importante que se faça a verificação dos conflitos ambientais existentes, tendo em vista que estes são a resposta de quão fragilizado se encontra o referido setor.

Com base na legislação ambiental, no presente setor de contribuição de drenagem existem 2,92 km² de APP's, que equivalem a 8,3% de sua extensão. Conforme a figura 25, desta faixa de APP's, 48% correspondem a coberturas (APP preservada), dentre as quais predominam campos sujos (1,2 km²) e áreas florestais (0,15 km²). Nos demais 52% observam-se usos antrópicos agrícolas (APP irregular), dentre os quais predominam pastagens (0,52 km²) e cultivos temporários (arroz irrigado = 0,52 km²; demais cultivos temporários = 0,41 km²).

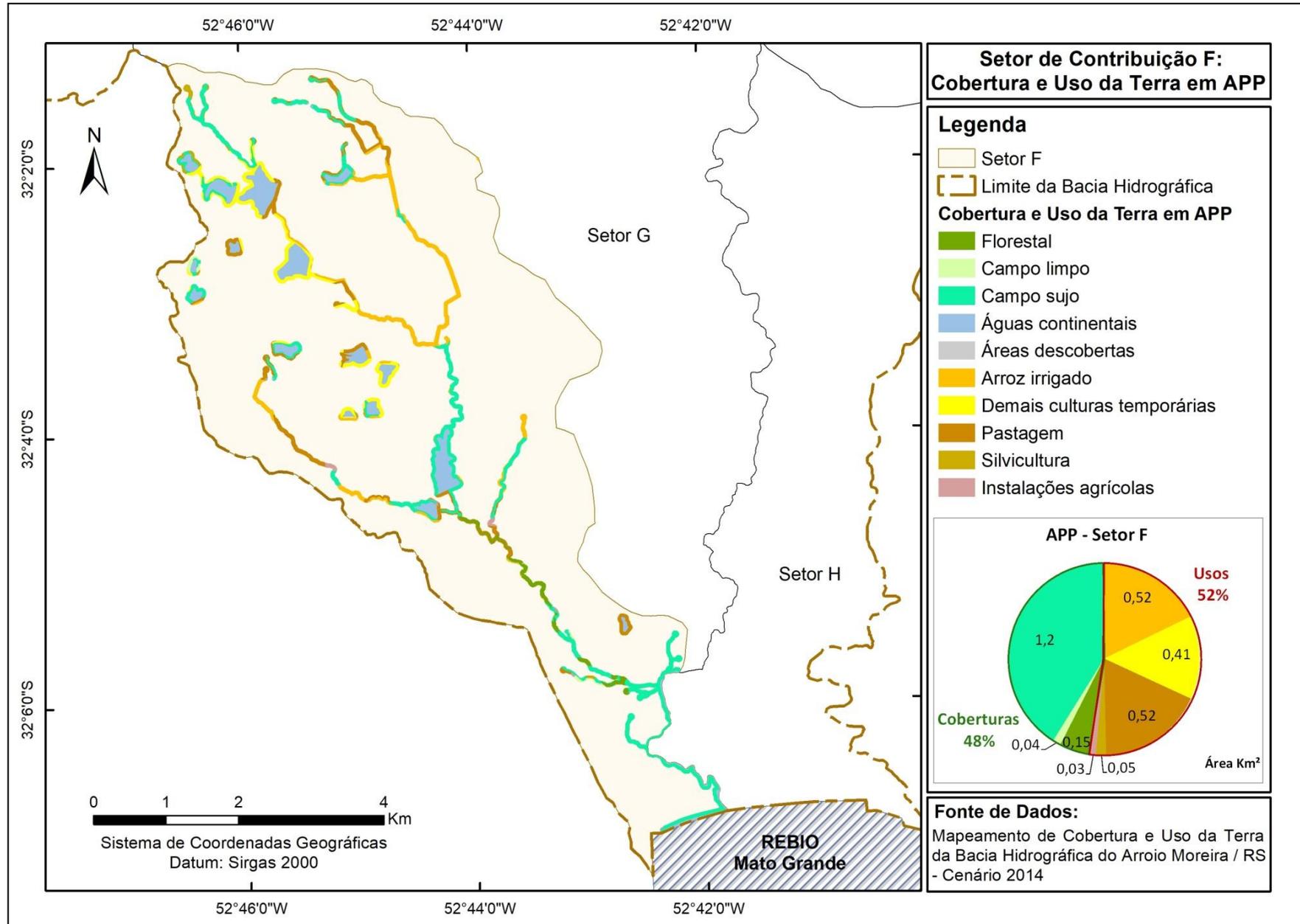


Figura 25 - Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem F
Elaboração: a autora.

A partir da figura 25 verifica-se que na porção sul do setor de contribuição F praticamente todos os segmentos de APP estão dentro dos padrões propostos pela legislação ambiental, variando a cobertura destes segmentos entre campo sujo e áreas florestais.

Das 15 nascentes existentes no setor, apenas 04 possuem APP 100% preservada. Estas, a partir da análise da figura 25, estão localizadas no extremo sul do setor, sendo em 03 destas a APP composta por campos sujos e em 01 composta por área florestal. Quanto as demais nascentes, em 06 verificam-se fragmentos de coberturas campestre ou florestal e em 04 nascentes não existe nenhum fragmento de cobertura vegetal nativa.

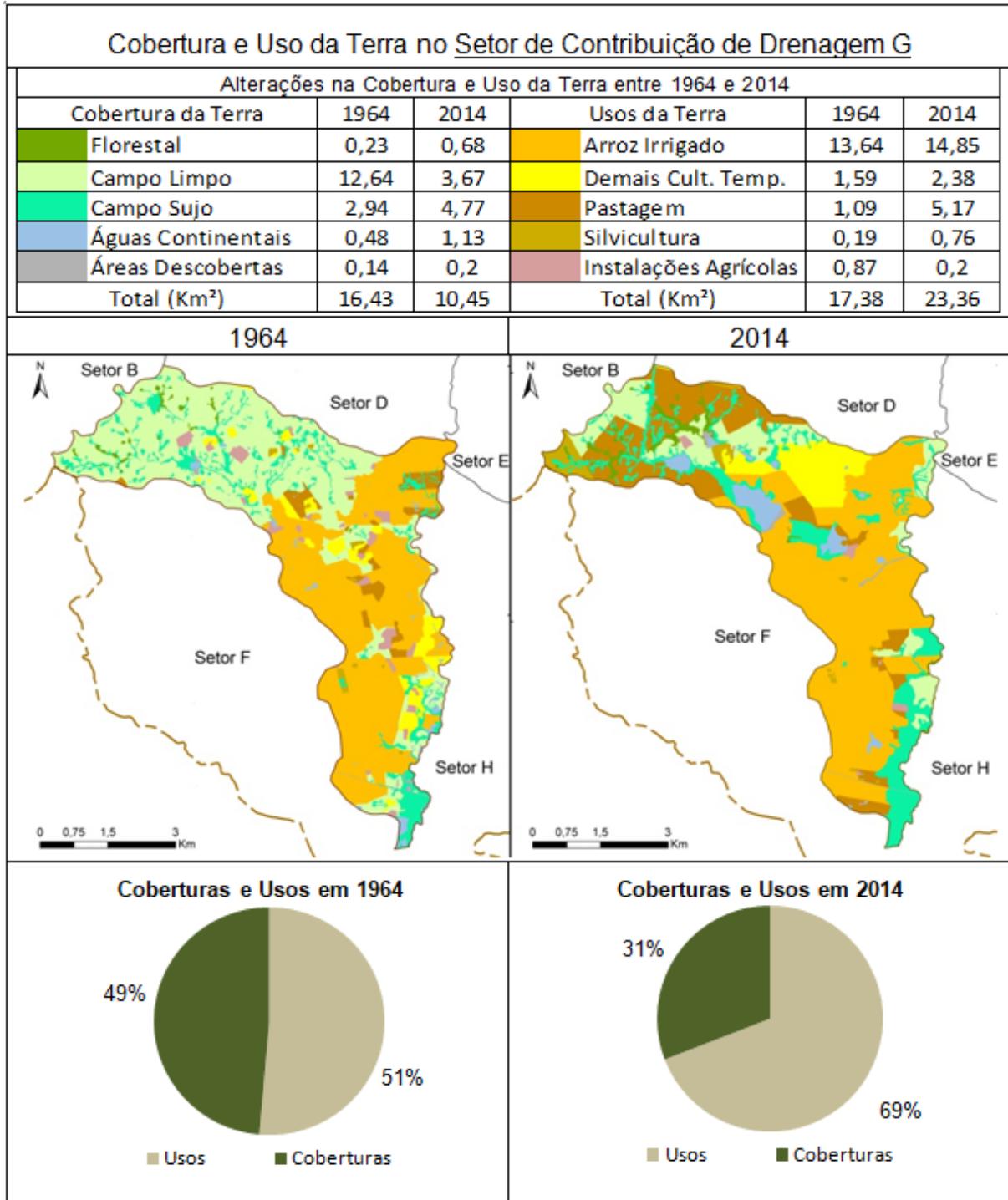
A faixa de APP neste setor já é significativamente reduzida em comparação com outros setores (apenas 8,3% da área do setor, enquanto em outros setores tem-se até 12%). Mesmo assim, 52% desta faixa é ocupada por usos antrópicos agrícolas. Com isso pode se dizer que mais da metade dos cursos de água, nascentes e reservatórios são diretamente assoreados por conta de técnicas utilizadas em cultivos.

Deste modo, é duvidosa a qualidade dos recursos hídricos nestes segmentos preocupando o fato de que o produto de conflitos ambientais irá, a seguir, adentrar diretamente nas áreas úmidas que compõem uma unidade de conservação (REBIO Mato Grande). Com isso, são necessárias medidas de recuperação destes segmentos sendo inicialmente indicado o isolamento destas áreas para a recomposição da vegetação, podendo ocorrer a necessidade de plantio de espécies nativas caso a vegetação não se recomponha ao natural.

3.4.7 Setor de Contribuição de Drenagem G

O setor de contribuição de drenagem "G" (Apêndice C), tal como os setores D e F, também está localizado no médio curso da BHAM. O referido setor abrange 33,80 km² e nele foram verificados 46,42 Km de cursos de água naturais e 23 nascentes. Além disso, cabe destacar que o referido setor, tal como o setor F, também, em seu extremo sul, está inserido dentro do que seria a área padrão da zona de amortecimento da REBIO Mato grande (Apêndice E).

A análise sobre a cobertura e uso da terra (Quadro 11), aponta que no setor de contribuição de drenagem em questão segue-se o padrão observado nos demais setores, predominando a substituição de campos limpos por usos antrópicos agrícolas.



Quadro 11: Setor de contribuição de drenagem G – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1964 e 2014)

Em 1964, 16,43 km² (49% deste setor) eram representados por áreas de coberturas consideradas nativas (áreas campestres e florestais), dentre as quais predominavam campos limpos com 12,64 km² que se estendiam por praticamente toda a porção norte do setor. Áreas com usos antrópicos somavam 17,38 km², dentre os quais 13,64 correspondiam a áreas utilizadas para o cultivo de arroz irrigado. No cenário de 2014, áreas de coberturas aparecem restritas a 10,45 km². Onde, em 1964, existia uma grande extensão de campos limpos (norte do setor) em 2014 são observadas grandes extensões de pastagens, cultivos temporários e silvicultura.

Além destas alterações, neste setor, observa-se o significativo aumento das áreas cobertas por corpos hídricos (classe águas continentais). Em 1964 estas áreas totalizavam 0,48 km², o que resultava da soma de pequenos reservatórios distribuídos por todo o setor. Em 2014, verifica-se uma série de reservatórios, na metade norte do setor, que tiveram suas áreas de captação expandidas, elevando o total da área ocupada pela classe para 1,13 km².

Ao considerar o estudo de capacidade de uso das terras (apresentado na caracterização ambiental da BHAM – Figura 10) tem-se toda a faixa leste do setor G restrita a cultivos perenes e pastagens ocasionais, o que significa que estas não são áreas aptas ao cultivo de arroz, como se observa na porção central desta faixa (Figura 26).

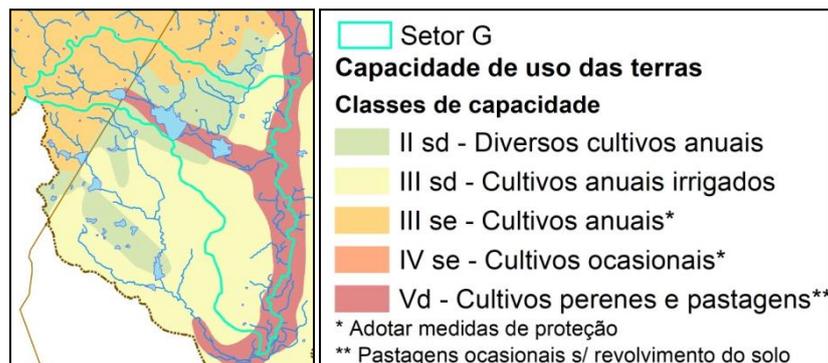


Figura 26: Capacidade de uso das terras no setor de contribuição de drenagem G.
Organização: a autora

Neste setor, as APP's (Figura 27) somam 3,88 km², o que corresponde a 11,5% de sua extensão. 2,23 km² destas faixas (57,5%) estão de acordo com a legislação ambiental (coberturas campestres e florestais) predominando, majoritariamente, áreas de campos sujos com 1,65 km².

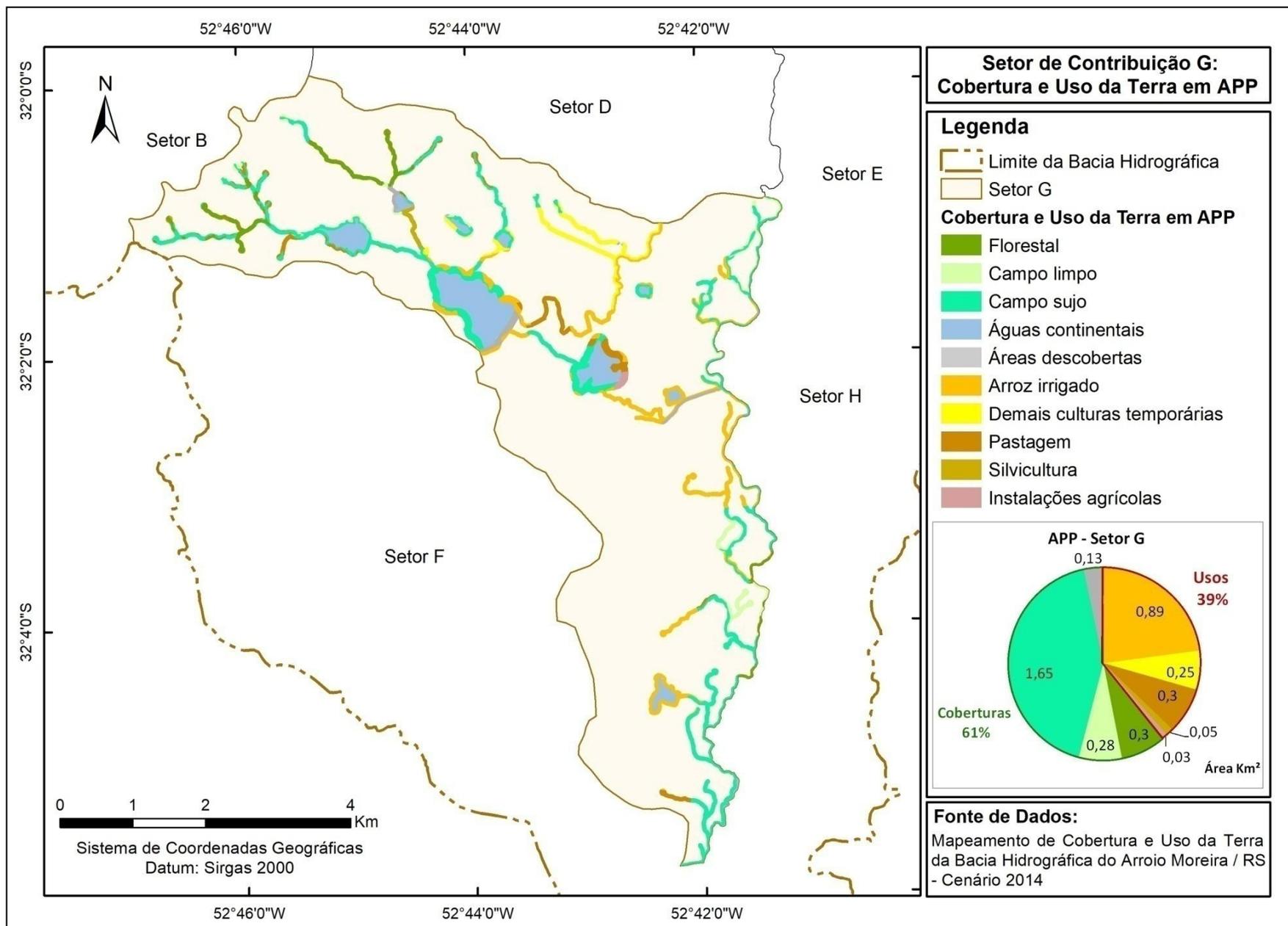


Figura 27 – Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem G
Elaboração: a autora.

Os demais segmentos de APP (1,65 km²) correspondem a áreas irregulares que não oferecem a devida proteção dos recursos (áreas de usos antrópicos agrícolas e áreas descobertas) e, em sua maior parte, são ocupadas por cultivos temporários (arroz irrigado e demais culturas temporárias). Estas áreas conflitantes estão concentradas ao norte do setor onde foram introduzidos usos antrópicos (pastagens e cultivos temporários) no lugar de campos limpos.

Das 23 nascentes existentes no setor, 11 possuem APP's 100% preservada. Estas estão localizadas a noroeste do setor e a sua composição varia entre formações campestres (campo sujo) e florestais. Em 09 nascentes observam-se fragmentos de coberturas vegetais e 03 não possuem nenhum fragmento de vegetação nativa.

Deste modo, este é um dos setores que apresentam melhores condições ambientais sendo que mais da metade de suas APP's cumprem com os preceitos da legislação ambiental. No entanto, isso não significa que APP's irregulares não devam ser regularizadas. Assim é recomendável que estas áreas sejam isoladas para que possa ocorrer a recomposição natural da vegetação.

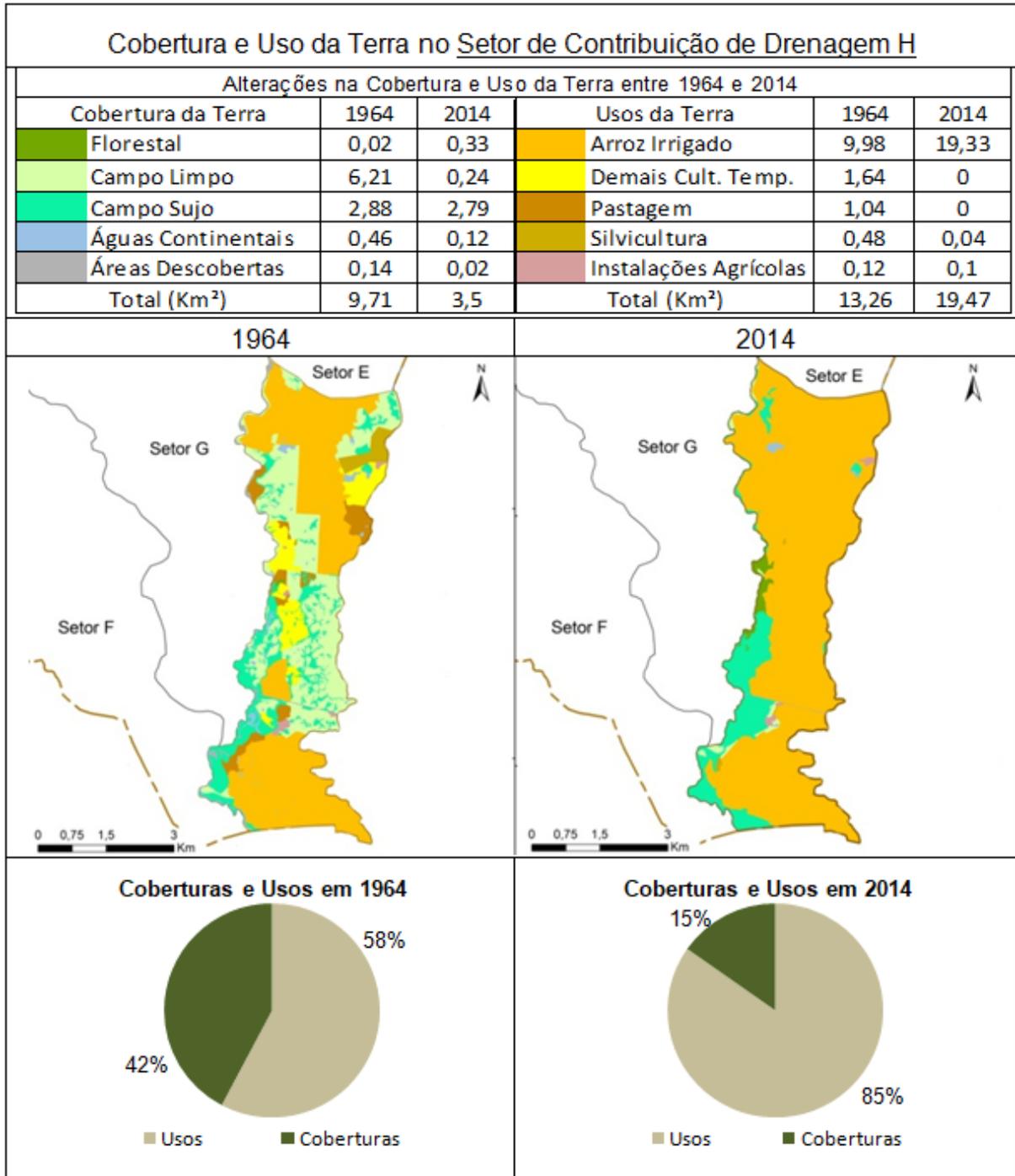
3.4.8 Setor de contribuição de drenagem "H"

O setor de contribuição de drenagem "H" (Apêndice C) está localizado na baixa bacia do Arroio Moreira e abrange uma área de 22,97 km². Neste setor, tem-se um total de 22,66 Km de cursos de água naturais e nele estão localizadas 09 nascentes. Tal como o setor de contribuição de drenagem "F", limita-se, ao sul, com a REBIO Mato Grande e também, em sua porção sul, está inserido dentro do que seria a área padrão da zona de amortecimento (Apêndice E) da referida unidade de conservação.

Com relação a cobertura e uso da terra (Quadro 12), verifica-se a ampliação das áreas de arroz irrigado com a expansão destas sobre praticamente toda a extensão do setor. Em 1964, estas áreas somavam 9,98 km², já se apresentando como a classe predominante, com extensas faixas, sendo uma ao norte e outra ao sul do setor. No entanto, destacavam-se também, campos limpos, que somavam 6,21 km² e se apresentavam associados a campos sujos, na porção central do setor.

Em 2014, áreas de arroz irrigado aumentaram em 9,35 km² chegando a um total de 19,33 km², o que corresponde a 84% da área total do setor. Este

crescimento deu-se, principalmente, com a incorporação das áreas campestres da porção central do setor, fazendo com que áreas de campos limpos fossem resumidas a poucos fragmentos que somam apenas 0,24 km².



Quadro 12: Setor de contribuição de drenagem H – Comparativos entre as classes de Coberturas e Usos da terra (1964 e 2014)

Junto ao limite oeste do setor, considerando o estudo de capacidade de uso das terras (Figura 28), existe, a oeste (acompanhando o curso principal do Arroio Moreira), uma faixa altamente restritiva (por conta dos riscos de contaminação dos recursos hídricos) que é indicada somente para cultivos perenes e pastagens ocasionais. No entanto esta faixa, na metade norte (Quadro 12 - cobertura e uso da terra 2014) é ocupada por cultivos de arroz irrigado.

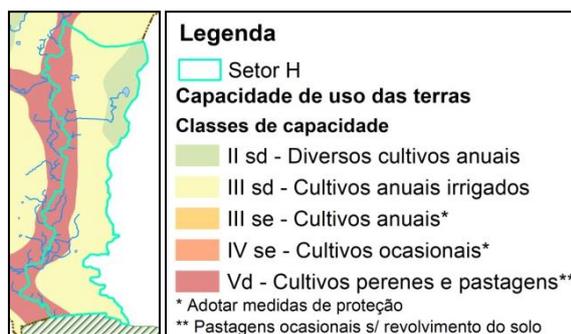


Figura 28: Capacidade de uso das terras no setor de contribuição de drenagem H
Organização: a autora.

Como destaque positivo, observa-se o fortalecimento da cobertura florestal na porção centro-oeste do setor. Em 1964 áreas florestais eram representadas por apenas um fragmento de 0,02 km², quase imperceptível no mapeamento (Quadro 12). Em 2014 observam-se vários fragmentos florestais, distribuídos em uma faixa que acompanha o curso principal do Arroio Moreira, no centro do setor, que juntos, somam 0,33 km².

Com base nestas particularidades, pode-se aferir que o setor de contribuição de drenagem em questão apresenta fragilidades que podem afetar, de maneira direta, a REBIO Mato Grande. Pelo fato deste ser um dos setores que fazem limite com a REBIO, danos causados em decorrência das técnicas utilizadas nas lavouras de arroz irrigado logo adentrarão a unidade de conservação. Neste sentido, a avaliação da qualidade das APP's é de grande importância, uma vez que, áreas em desacordo com a legislação ambiental reforçam o fato de que fragilidades observadas no setor terão efeito direto sobre a REBIO.

Conforme figura 29, no setor de contribuição de drenagem em questão, tem-se um total de 1,54 km² (6,7% da área total do setor) de APP's. Desta faixa, 65% correspondem a coberturas e 35% a usos antrópicos agrícolas.

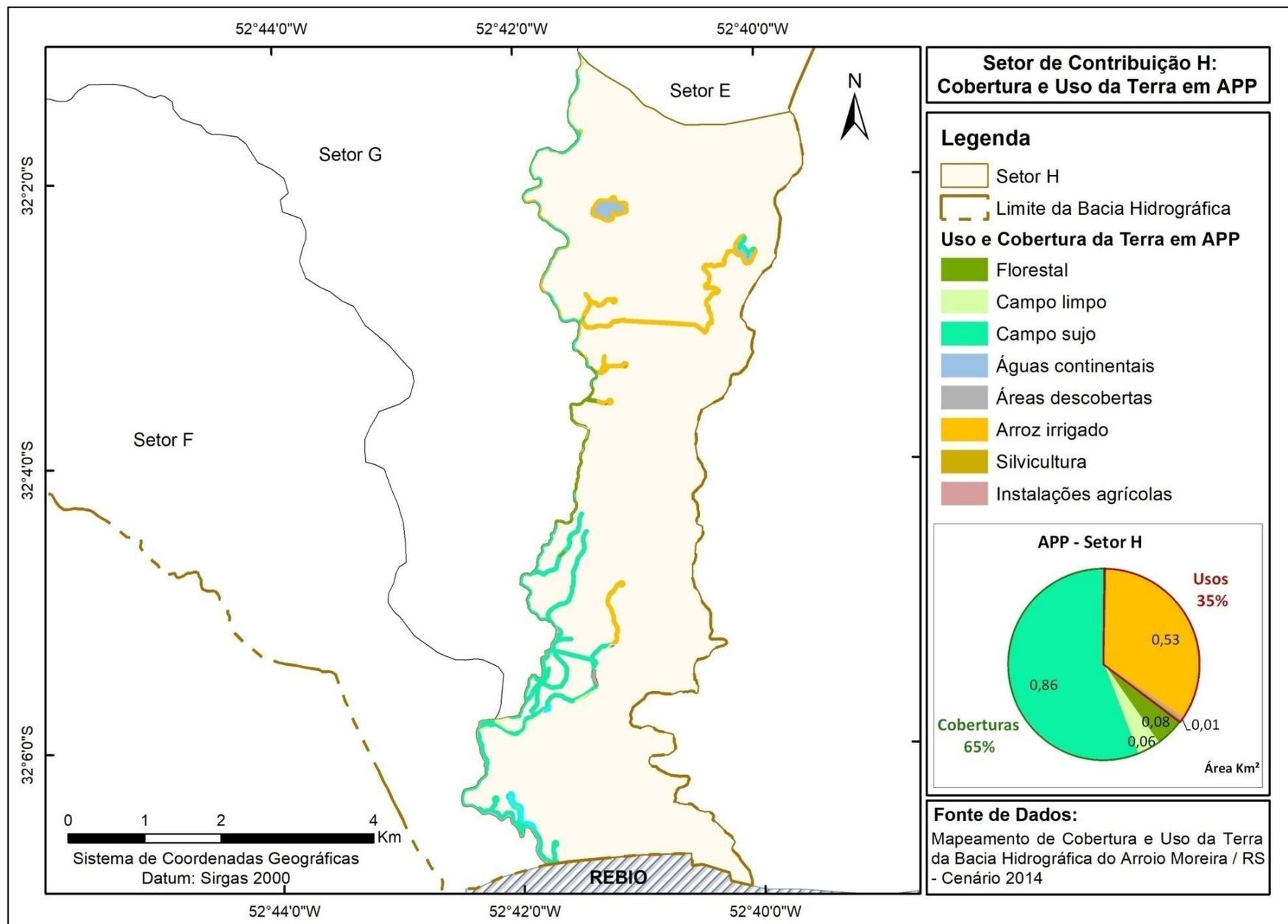


Figura 29 – Mapa de cobertura e uso da terra em APP - setor de contribuição de drenagem H
Elaboração: autora.

Áreas de coberturas da terra são verificadas na faixa que acompanha o curso principal do Arroio Moreira. Nesta faixa predominam campos sujos com 0,86 km², mais expressivos ao sul. Áreas florestais somam 0,08 km² e campos limpos 0,06 km². Por outro lado, áreas de usos antrópicos na APP são representadas por cultivos de arroz irrigado, com 0,53 km².

Das 07 nascentes localizadas neste setor apenas 02 possuem APP regular. Quanto as demais, em uma, foram verificados fragmentos de vegetação nativa e em 04 não existe nenhum tipo de cobertura, estando estas em meio a áreas utilizadas para o cultivo de arroz irrigado conforme figura 30.



Figura 30: Fotografia: preparo para o cultivo de arroz irrigado em área de nascente e curso de água - sem APP. Fonte: arquivo pessoal.

Por fim, é preciso dar atenção ao fato de que mesmo com a verificação de 67% de áreas de APP com presença de cobertura (o maior percentual dentre todos os setores da BHAM), este setor apresenta sérios problemas quando lembramos que 04 nascentes e vários canais tributários estão simplesmente “abandonados” em meio a grandes extensões utilizadas para o cultivo de arroz irrigado. Assim, dada a importância deste setor para a qualidade do produto que adentra a REBIO Mato Grande, é importante e necessária a adoção de boas práticas no manejo e cultivo do

solo, como também a recomposição dos segmentos de APP's irregulares a partir do isolamento e introdução de espécies nativas.

3.5 Avaliação ambiental dos setores de contribuição de drenagem

Em síntese, todos os setores de contribuição de drenagem passaram por grandes alterações durante o período avaliado. Entretanto é possível dividir estes setores entre os que apresentaram os maiores índices de degradação e setores com índices menores. Esta distribuição pode subsidiar a ação das propostas de recuperação de áreas de APP's, bem como viabilizar a atuação de propostas de manejo agrícola em áreas mais impactadas. A tabela 5 traz uma súmula dos resultados obtidos para cada setor, com relação ao percentual de uso antrópico e os conflitos ambientais gerados em função destes usos.

Tabela 5: síntese dos níveis de degradação em cada setor de contribuição de drenagem.

Síntese dos principais impactos ambientais nos setores de contribuição de drenagem (em vermelho os piores impactos)						
Setor	Áreas Antrópicas (Usos)		Situação das nascentes			
	No setor	Em APP	Total	Preservada	Parcialmente P.	Sem APP
A	84%	60%	28	0	19	09
B	68%	36%	61	11	36	12
C	83%	52%	24	0	11	13
D	66%	33%	33	03	15	15
E	88%	45%	07	0	01	06
F	83%	52%	15	04	06	04
G	69%	40%	23	11	09	03
H	85%	35%	07	02	01	04

Organização e elaborado: a autora

Os setores considerados mais degradados, em geral, apresentam mais de 80% de suas áreas ocupadas por usos antrópicos agrícolas, menos da metade de suas APP's preservadas e significativo número de nascentes em meio a cultivos ou pastagens sem proteção alguma. Nesta situação encontram-se 05 setores: A, C, E, F e H. Dos setores que compreendem as principais áreas de nascentes da bacia (A, B e C) A e C encontram-se nesta situação. Os setores F e H que fazem contato

direto com a REBIO e que tem porções (sul) inseridas dentro do limite que deveria ser a zona de amortecimento padrão também encontram-se nesta situação.

Os setores da bacia onde são observados menores graus de degradação possuem em torno de 60% de suas áreas ocupadas por atividades antrópicas e mais da metade de suas nascentes e faixas de APP's preservadas. Neste grupo estão os setores A, C e F.

Com isso, verifica-se que em mais da metade dos setores de contribuição de drenagem da bacia é difícil assegurar a qualidade dos recursos hídricos, visto que não existe o mínimo de proteção para que se possa diminuir os riscos de erosão dos solos e contaminação dos recursos hídricos por meio do material em suspensão e agroquímicos utilizados nas lavouras. Além disso, os setores que se limitam diretamente com a REBIO (F e H) estão entre os mais degradados, quando, de fato, esses setores já deveriam estar sendo alvo de estratégias de preservação e fiscalização ambiental por estarem situados na zona de amortecimento padrão proposta pelo CONAMA.

Assim, é permissível concluir que a qualidade do produto do sistema BHAM que adentra a REBIO Mato Grande não é de boa qualidade e pode estar afetando o propósito desta unidade que é o da conservação da biodiversidade local, inserida em áreas úmidas marginais à Lagoa Mirim e ao Canal São Gonçalo. Este fato justifica que a bacia hidrográfica do Arroio Moreira, bem como as demais bacias hidrográficas que drenam para a REBIO Mato Grande, devem ser consideradas no momento da elaboração do plano de manejo da unidade de conservação e na definição de sua zona de amortecimento.

4. Considerações Finais

Com base nos resultados apresentados, pode-se considerar que os objetivos (geral e específicos) definidos para o presente estudo foram concluídos com êxito. Como resultado principal conclui-se que, dadas as atuais condições ambientais observadas na bacia hidrográfica do Arroio Moreira não há como assegurar o propósito da REBIO Mato Grande em proteger integralmente a biodiversidade local, sustentada pelas áreas úmidas que recebem constantemente água e sedimentos oriundos das bacias hidrográficas adjacentes. Essa questão reforça o fato de que os limites destas unidades naturais devem ser considerados na definição da zona de amortecimento da unidade de conservação em questão.

Como proposto no primeiro objetivo específico, foi apresentada discussão sobre temas, referentes ao sistema bacia hidrográfica, que contribuíram para a compreensão de que estas unidades precisam ser consideradas na definição da zona de amortecimento da REBIO Mato Grande.

Com a elaboração do diagnóstico ambiental, foi possível determinar aspectos físicos (geologia/geomorfologia, solos, hidrografia, clima, vegetação e capacidade de uso das terras) e socioeconômicos deste sistema. A aquisição de bases para a confecção dos produtos cartográficos apresentados foi de fácil acesso e o programa utilizado para a execução destes mapeamentos (ArcGis) foi eficaz, sendo possível apresentar resultados satisfatórios. O resultado obtido a partir da análise destes produtos mostrou que a BHAM é um sistema ambiental que demanda maior atenção quando da ocupação antrópica, uma vez que, existem áreas e condições ambientais (como observado no mapeamento de capacidade de uso das terras) que inviabilizam determinadas atividades.

A partir dos mapeamentos de cobertura e uso da terra em cenários pré e pós instituição da REBIO Mato Grande, foi possível identificar inúmeras alterações, sendo mais expressiva a substituição de coberturas campestres por cultivos temporários e pastagens, refletindo o fato de que não é evidente uma preocupação com a ocupação antrópica no local, já que, após a instituição da referida unidade de conservação os usos da terra em seu entorno deveriam ser mais restritivos. Deste modo, o terceiro objetivo também foi concluído com êxito. No entanto, a aquisição de bases para a confecção do mapa de cobertura e uso da terra da BHAM no cenário pretérito a instituição da REBIO Mato Grande foi um desafio, uma vez que os materiais aos quais se tem conhecimento (fotografias aéreas da ALM) não recobriam toda a área de estudo em faixas de vôo realizadas em um mesmo ano, sendo preciso reunir faixas de vôos de dois anos diferentes (1953 e 1964). Mesmo assim foi possível concluir o mapeamento e considera-se que o lapso temporal pouco interferiu nos resultados obtidos e na comparação realizada.

Por meio da elaboração do mapa das Áreas de Preservação Permanente da bacia foi possível realizar a correlação com as informações espaciais do mapa de cobertura e uso da terra mais atual (2014) e identificar os conflitos ambientais que podem interferir na manutenção das condições de equilíbrio e integridade ambiental da REBIO Mato Grande. No entanto não foi possível seguir, a rigor, a legislação na definição e delimitação das áreas passíveis de preservação na bacia. Com a completa descaracterização dos cursos de água naturais e a dificuldade de acesso à licenças ambientais de reservatórios de água artificiais da bacia foi necessária a seleção de segmentos de canais antropogênicos que fazem a conexão de cursos de água naturais e a generalização da faixa de entorno de reservatórios artificiais

Com a fragmentação da BHAM em setores de contribuição de drenagem foi possível desenvolver uma análise detalhada da bacia indicando setores que necessitam de maior atenção em caso de adoção desta unidade natural enquanto zona de amortecimento. Sugere-se, ainda, que estudos abordando a mesma metodologia utilizada sejam realizados nas demais bacias que drenam para a REBIO Mato Grande, contribuindo para a organização de um banco de dados robusto para a gestão da unidade de conservação.

No entanto, a partir destes resultados ficam questões para reflexão e futuras análises. As instruções e recomendações apresentadas ao final da análise de cada um dos setores de contribuição de drenagem precisam ser postas em prática para

que se possa melhorar as condições ambientais na bacia como um todo. O isolamento de nascentes e segmentos de cursos de água que correspondem à APP's (desconsiderando áreas de uso consolidado anterior a 2008 conforme Lei 12,651) para a recomposição da vegetação é de simples aplicação e seus custos mínimos.

Sabe-se que a proposta apresentada encontrará encaixos que podem comprometer a sua implementação. Por ser uma região de uso consolidado da produção de arroz irrigado, com toda uma estrutura organizada para este fim, os produtores locais tendem a não aceitação da proposta.

Por fim, há de se lembrar que a definição da zona de amortecimento da REBIO Mato Grande é urgente, uma vez que unidades de conservação sem plano de manejo e zona de amortecimento definidos tem, de acordo com a resolução 428 do CONAMA, até o ano de 2020 para que assim o façam. Caso contrário é dispensada a necessidade de que a unidade de conservação em questão tenha uma zona de amortecimento. Deste modo, espera-se que esta pesquisa possa auxiliar para que seja, em fim, definida uma zona de amortecimento que possa contribuir para com o propósito de manutenção da biodiversidade existente na REBIO.

Referências

AGUIAR, F. **Área circundante, zona de amortecimento e a Lei n. 9.885/2000.** (Boletim científico) Brasília: Escola Superior do Ministério Público da União, n. 24/25, p. 67-73, jul./dez. 2007.

BENSUSAN, N. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas.** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006, 176 p.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil.** 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012

BRASIL a, Constituição Federal de 1934. **Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil.** Rio de Janeiro, Diário do Poder Legislativo, 1934. Disponível em: <http://imagem.camara.gov.br/Imagem/d/pdf/DCD19DEZ1935.pdf>; Acessado em: abril de 2019.

BRASIL b, Código Florestal de 1934. **Decreto número 23.793 de 23 de janeiro de 1934.** Revogado pela Lei 4.771 de 1965. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23793.htm; Acessado em : abril de 2019.

BRASIL, Código Florestal de 1965. **Lei número 4.771 de 16 de setembro de 1965.** Revogada pela Lei número 12.651. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm; Acessado em: abril de 2019.

BRASIL, Constituição Federal de 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal - Centro Gráfico, 1988, 292 p

BRASIL, **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 19 de julho de 2000, seção 1, página 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm Acessado em: novembro/2015

BRASIL, **Código de Águas:** e Legislação Correlata. Brasília: Senado Federal - Secretaria de edições técnicas, 2003. 234p. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70322/653798.pdf>; Acessado em: abril de 2019.

BRASIL a, **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 25 de maio de 2012; 191^o da Independência e 124^o da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm, Acessado em maio/2017

BRASIL b, **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Publicado no DOU de 18.10.2012, Brasília, 17 de outubro de 2012 Disponível em:

CAMARA, G.; MONTEIRO, A. M. Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação. In: CAMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; MEDEIROS, J. S. **Introdução a Ciência da Geoinformação**. São Paulo: São José dos Campos, INPE, 2004.

CASTRO JUNIOR, E. de; COUTINHO, B. H.; FREITAS, L. E. de. Gestão da Biodiversidade e áreas protegidas. In: GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. (Org.) **Unidades de Conservação: abordagens e características geográficas**. 2ª Ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012, p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1974, 149 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistema Ambientais**. São Paulo: Editora Blucher, 1999, 236 p. 1ª Ed.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente, **Resolução nº 13 de 06 de dezembro de 1990**. Dispõe sobre normas referentes às atividades desenvolvidas no entorno das Unidades de Conservação. Brasília, DF, 28 de dezembro de 1990, Seção 1, página 25541 Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=110> Acessado em: novembro/2015

CUNHA, N. G da; SILVEIRA, R.J da C; SEVERO, C.R.S. **Estudo dos Solos do município de Arroio Grande**. Pelotas: EMBRAPA/CPACT; Ed. UFPel, 1996.

CUNHA, S. B. da.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org) **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009, 7ª ed., p. 337 – 379

DELLAMATRICE, P. M.; MONTEIRO, R. T. R. **Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas**. Campina Grande/PB: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v 18, nº 12, p. 1296-1301, 2014. (Informação)

DELLAZOPPA, A. R.; (Org.) **Sustentabilidade socioambiental da bacia da Lagoa Mirim**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 292 p.

DIOS, C. B. de; MARÇAL, M. dos S. Legislação ambiental e a gestão de unidades de conservação: o caso do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ. In: GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. (Org.) **Unidades de Conservação: abordagens e características geográficas**. 2ª Ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012, p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Base vetorial – **Solos e terras do planalto central e planície costeira - escala: 1:50.000**. Pelotas: Laboratório de Planejamento Ambiental, 2006.

FELIPIM, T. **Análise das alterações morfohidrográficas vinculadas construção do reservatório e da dinâmica de cobertura e uso da terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Chasqueiro – RS**. Dissertação (mestrado) Programa de Pós Graduação em Geografia: UFPEL, 2014.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. (Ed.). **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003, 632 p.

GASS, S. L. B. Áreas de Preservação Permanente no meio rural: uma discussão metodológica para a adequação dos parâmetros legais para a região noroeste do estado do RS. In: GASS, S. L. B.; FORNO, M. A. R. D.; HASS, M. B. (Org.) **Áreas de Preservação Permanente – APPs: Legislação, praticas científicas e conservação da natureza**. Ijuí: Editora Unijuí, 2013 p. 57 – 108. (Informação).

GUIMARÃES, J. C. C.; ALMEIDA, W. F. de; PAIS, P. S. M; ANDRADE, M. L. de C. Abordagem de práticas conservacionistas na recuperação de voçorocas. Revista Enciclopédia Biosfera, Goiânia – GO: v. 08, n. 14, p. 977 – 989, 2012.

HASENACK, H.; WEBER, E. (org.). **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000**. Porto Alegre, UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3)

GALANTE, M. L. V.; BESERRA, M. M. L.; MENEZES, E. O. **Roteiro Metodológico de planejamento**: Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica. Edições do IBAMA, 2002.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento de Recursos Naturais - Folha SH 22 Porto Alegre e parte das folhas SH 21 Uruguaiana e SH 22 Lagoa Mirim**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. vol. 33. Rio de Janeiro: IBGE, 1986, 796 p. v:33

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 3ª ed. Brasília: IBGE, 2013 (Manuais técnicos em geociências, nº 7).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal 2015**. Escala: 1:250 000. Disponível em: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_top.php. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa por município – Arroio Grade e Pedro Osório RS**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php> >. Acessado em: julho/2017

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F.; KANDUS, P.; LACERDA, L. D.; BOZELLI, R. L.; ESTEVIS, F. A.; CUNHA, C. N. da; MALTCHIK, L.; SCHÖNGART, J.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; AGOSTINHO, A. A. **Brazilian wetlands**: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 24: 5 – 22, 2014

MACHADO, P. J. de O.; TORRES, F. T. F. **Introdução a Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012, 178 p.

MARCHESAN, E.; ZANELLA, R.; AVILA, L. A.; MACHADO, S. L. de O.; CAMARGO, E. R.; MACEDO, V. R. M. **Rice herbicide monitoring in two Brazilian rivers during the rice growing season**. *Revista Scientia Agricola, Piracicaba – Brasil*, v.64, n 2, p. 131 – 137, 2007.

MARTINS, S. jV. **Recuperação de áreas degradadas: como recuperar áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e áreas de mineração**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2013, 264p.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Consulta por Unidades de Conservação: Reserva Biológica do Mato Grande.** Disponível em: <<http://www.ministeriodomeioambiente.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/consulta-por-uc>> Acesso em 03/08/2015.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Biomass do Brasil – Bioma Pampa.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomass/pampa> Acessado em: julho/2017

MENDONÇA NETO, W. L.; PINTO, J. G.; DE-CAMPOS, A. B. **Normas e conflitos sociais na gestão de zonas úmidas em unidades de conservação: o caso do Parque Municipal de Serra da Areia em Aparecida de Goiânia, Goiás.** Goiânia: Boletim Goiano de Geografia, v. 31, n 1, 2011, p. 97 – 112. (Informação)

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão.** Belo Horizonte/MG: Editora FAPI, 2006, 150 p

POLETO, C.; MARTINEZ, L. L. G. Introdução aos estudos de sedimentos. In: POLETO, C. (Org.) **Introdução ao Gerenciamento Ambiental.** Rio de Janeiro: Interciência, 2010, p. 47-70. (Informação)

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 23.798, de 12 de março de 1975.** Cria Parques Estaduais e Reservas Biológicas e dá outras providências. Porto Alegre: Palácio Piratini, 1975.

ROCHA, J. S. M. da. **Manual de projetos ambientais.** Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S. Técnicas Fundamentais para o estudo de Bacias Hidrográficas. In: VENTURI, L. A. B. (ORG.) **Praticando Geografia: Técnicas de Campo e Laboratório em geografia e análise ambiental.** São Paulo: oficina de textos, 2009, p. 147-166.

ROSS, J. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental.** São Paulo: Oficina de textos, 2009, 208 p.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, H. G. dos. (Org.), JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F.; EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 5ª ed., E-book.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e pratica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004, 184 p.

SEMA/RS - Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul. **Localização das unidades de conservação estaduais e municipais da região sul**. Escala 1:235 000 DUC/DBIO/SEMA, 2016.

SILVA, P. F. da. **Identificação e análise de tipologias morfo-fitogeográficas na Reserva Biológica do Mato Grande – Arroio Grande/RS**. Dissertação (mestrado) Programa de Pós Graduação em Geografia: UFPEL, 2016.

SIMON, A. L. H. **A dinâmica de uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara-Pelotas (RS)**. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia) Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2007.

SOUZA, M. F. L. de; COUTO, E. C. G. **Caracterização Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí (SE)**. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Org.) **Conceitos de Bacias Hidrográficas: Teorias e aplicações**. Ilhéus, Ba: Editus, 2008, p. 193-218.

XXX REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Santa Maria: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2014, 192 p.

VASQUEZ, B. A. F. Recuperação de áreas degradadas. In: POLETO, C. (org.) **Introdução ao Gerenciamento Ambiental**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010, p. 183 – 237. (Informação)

Apêndices

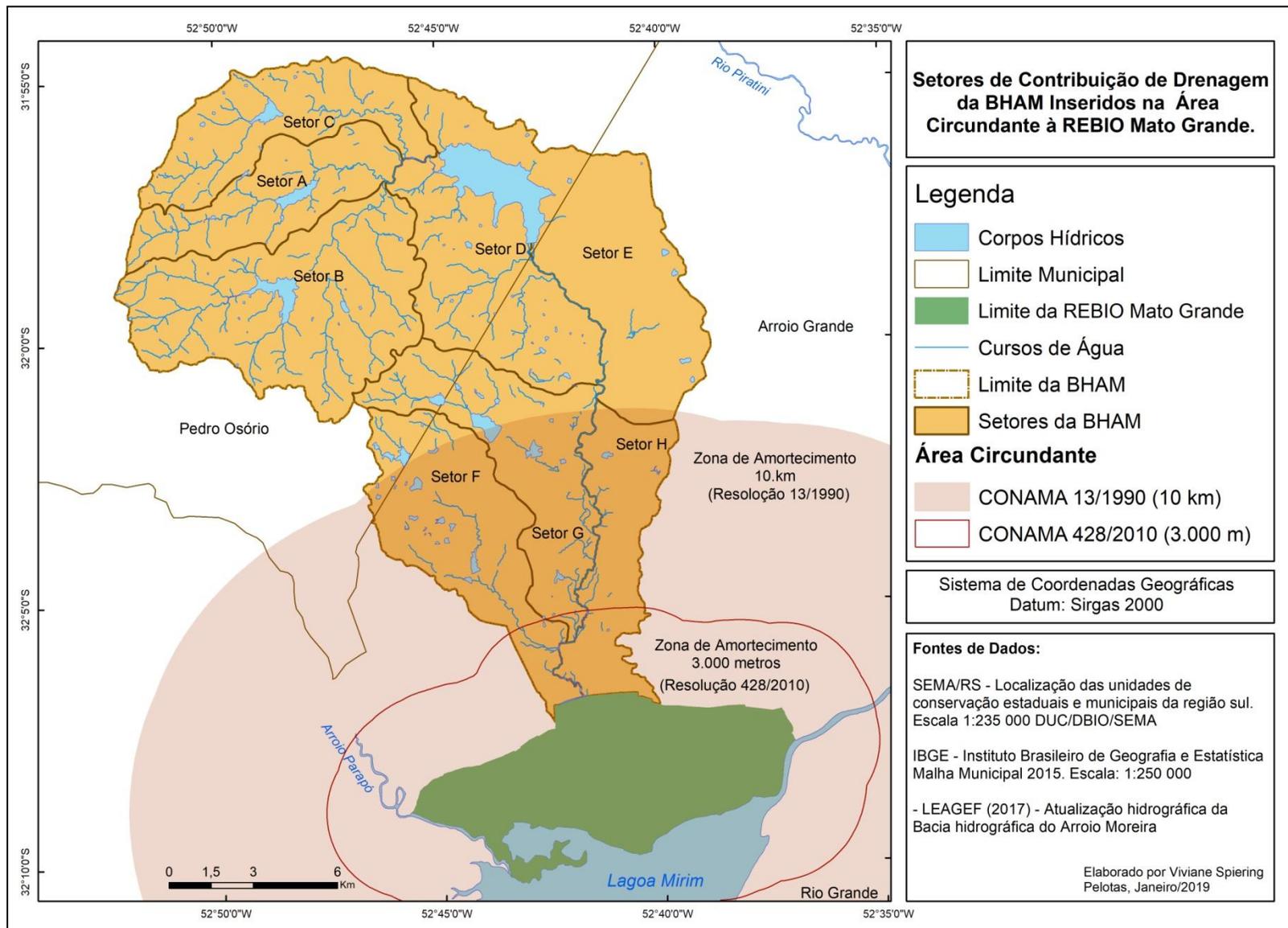
Apêndice A - Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio
Moreira – Cenário 1953/1964. Folha em tamanho A2

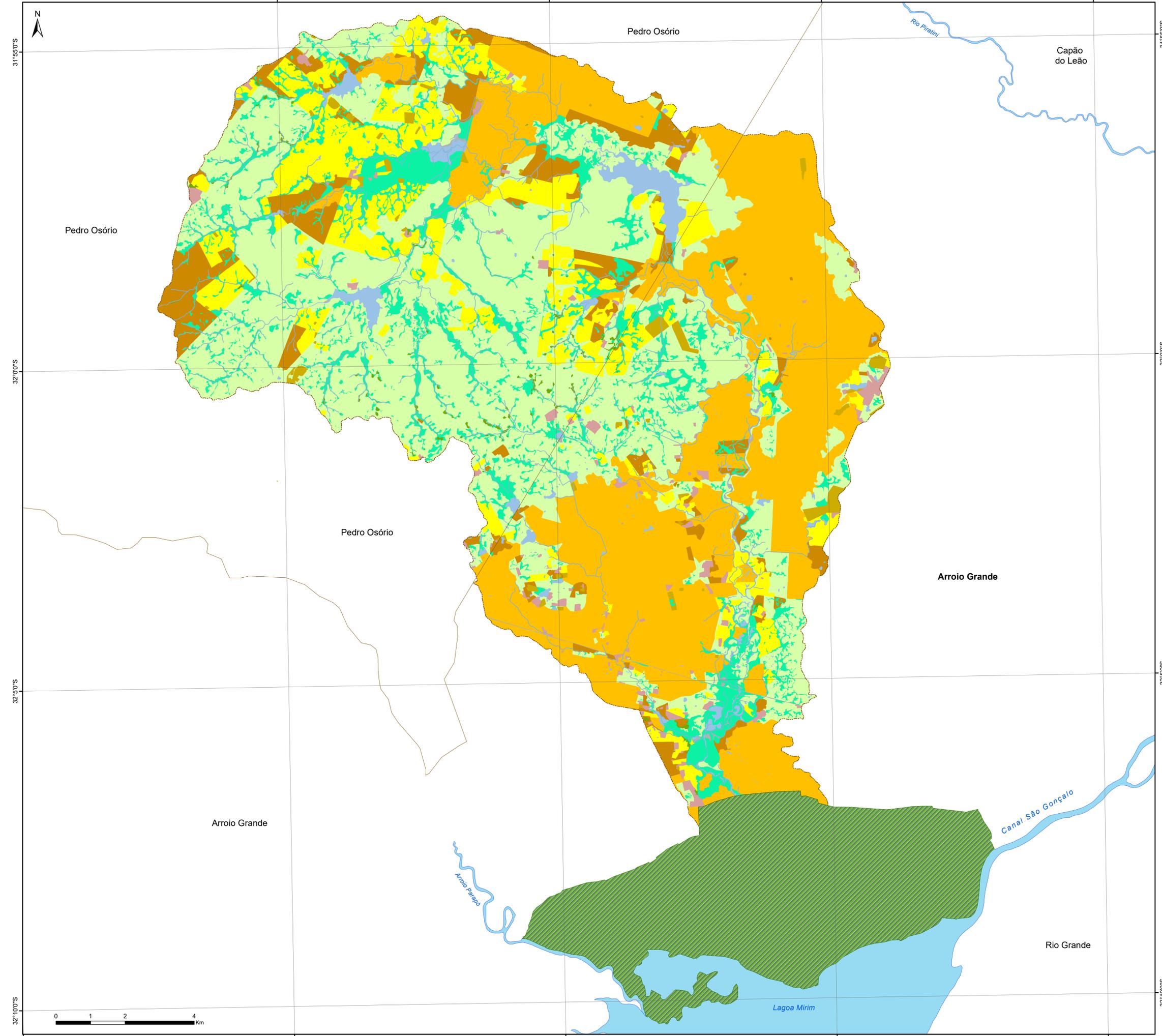
Apêndice B - Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio
Moreira – Cenário 2014. Folha em tamanho A2

Apêndice C - Mapa dos Setores de Contribuição de Drenagem da Bacia
Hidrográfica do Arroio Moreira. Folha em tamanho A2

Apêndice D - Mapa das Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. Folha em tamanho A2.

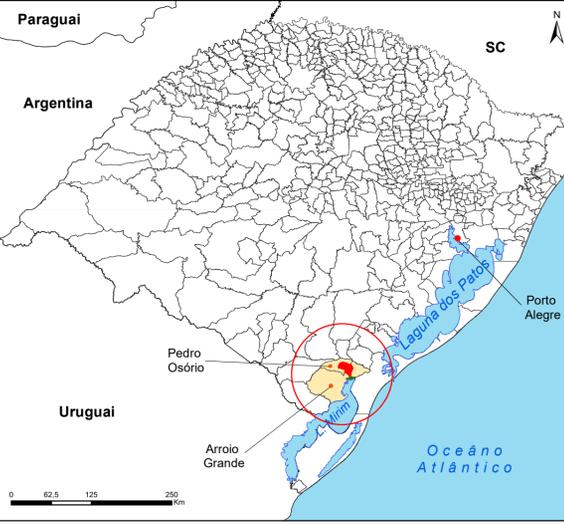
Apêndice E – CONAMA (13/1990 e 248/2010) – Área circundante da Reserva Biológica do Mato Grande





Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira / RS
Cenário: 1953 / 1964

Localização da Área de Estudo no Estado do RS



Legenda

- Classes de Cobertura e Uso da Terra**
- Vegetação Nativa**
- Campestre { Campo Limpo
 - { Campo Sujo
 - Florestal
- Águas**
- Águas Continentais
- Outras Áreas**
- Áreas Descobertas
- Usos Antrópicos Agrícolas**
- Culturas Temporárias { Arroz Irrigado
 - { Demais Culturas Temporárias
 - Pastagem
 - Silvicultura
 - Instalações Agrícolas
- Convenções Cartográficas**
- Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira
 - Hidrografia
 - Reserva Biológica do Mato Grande
 - Limite Municipal

Sistema de Coordenadas Geográficas
 Datum: Sirgas 2000
 Escala: 1:52 000

Fontes de Dados

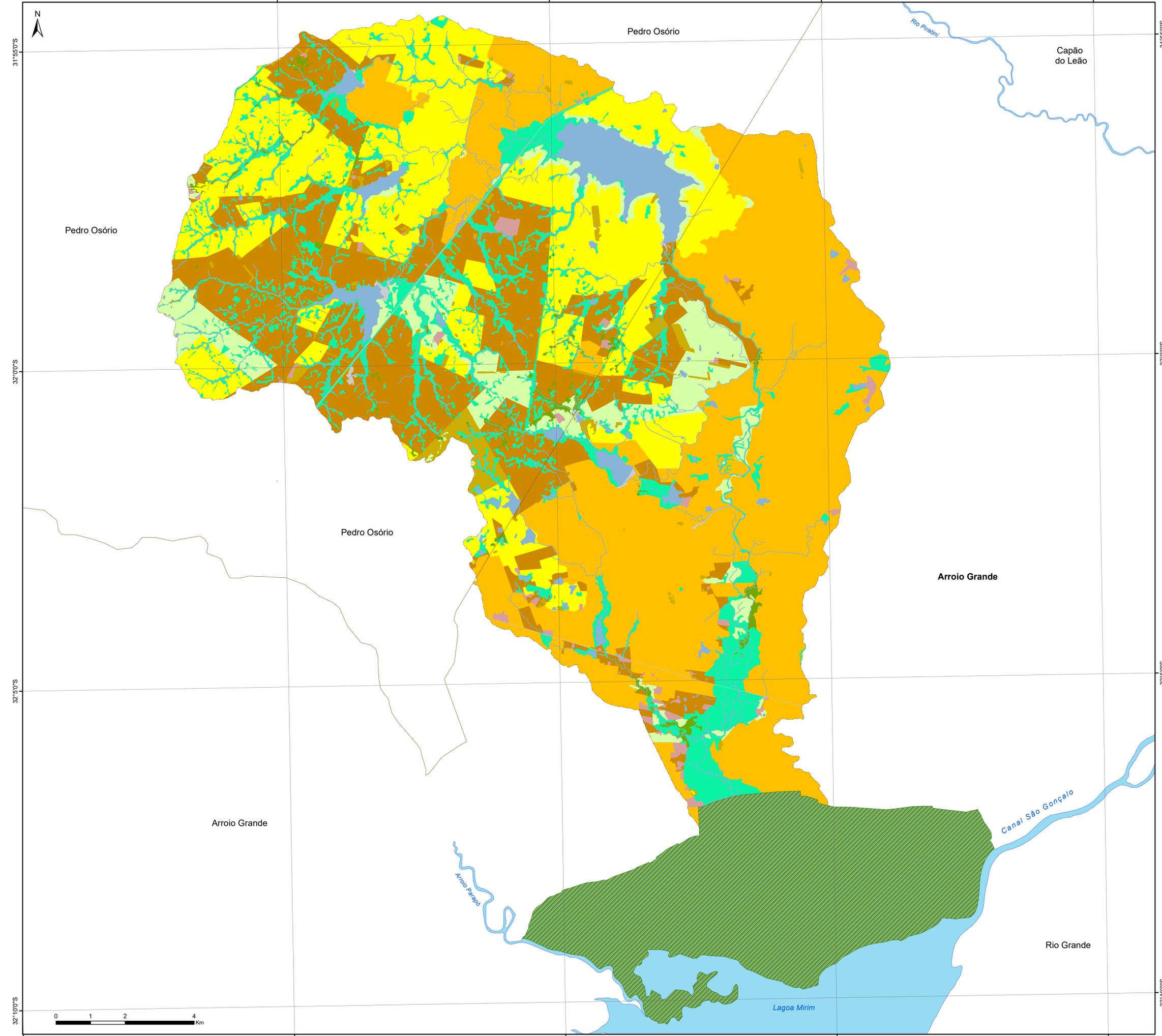
Bases Vetoriais
 HASENACK; WEBER (2010)
 Base cartográfica vetorial contínua do estado do Rio Grande do Sul
 Escala: 1:50 000, Porto Alegre: UFGRS, 2010 (CD)

Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul
 Localização das unidades de conservação estaduais e municipais da região sul.
 Escala 1:235 000 DUC/DBIO/SEMA

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
 Malha Municipal 2015. Escala: 1:250 000

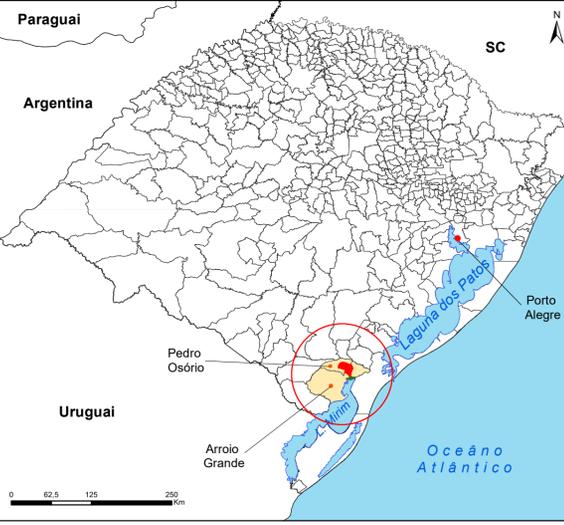
Base Matricial
 Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim
 Acervo Técnico com Fotografias aéreas da antiga SUDESUL
 Grupo de Planejamento da Baixada sul Riograndense
 Anos: 1964 faixa AB-I até a faixa AB-VI e 1953 faixas 434 A e B e 442 C e D.

Organização e elaboração:
 Viviane Spiering (UFPEL) - Contato: spieringv9@gmail.com
 Orientação: Prof. Dr. Adriano Luis Heck Simon
 Pelotas, Janeiro/2019



**Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira / RS
 Cenário: 2014**

Localização da Área de Estudo no Estado do RS



Legenda

- Classes de Cobertura e Uso da Terra**
- Vegetação Nativa**
- Campestre {
 - Campo Limpo
 - Campo Sujo
 - Florestal
- Águas**
- Águas Continentais
- Outras Áreas**
- Áreas Descobertas
- Usos Antrópicos Agrícolas**
- Culturas Temporárias {
 - Arroz Irrigado
 - Demais Culturas Temporárias
 - Pastagem
 - Silvicultura
 - Instalações Agrícolas
- Convenções Cartográficas**
- Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira
 - Hidrografia
 - Reserva Biológica do Mato Grande
 - Limite Municipal

Sistema de Coordenadas Geográficas
 Datum: Sirgas 2000
 Escala: 1:52 000

Fontes de Dados

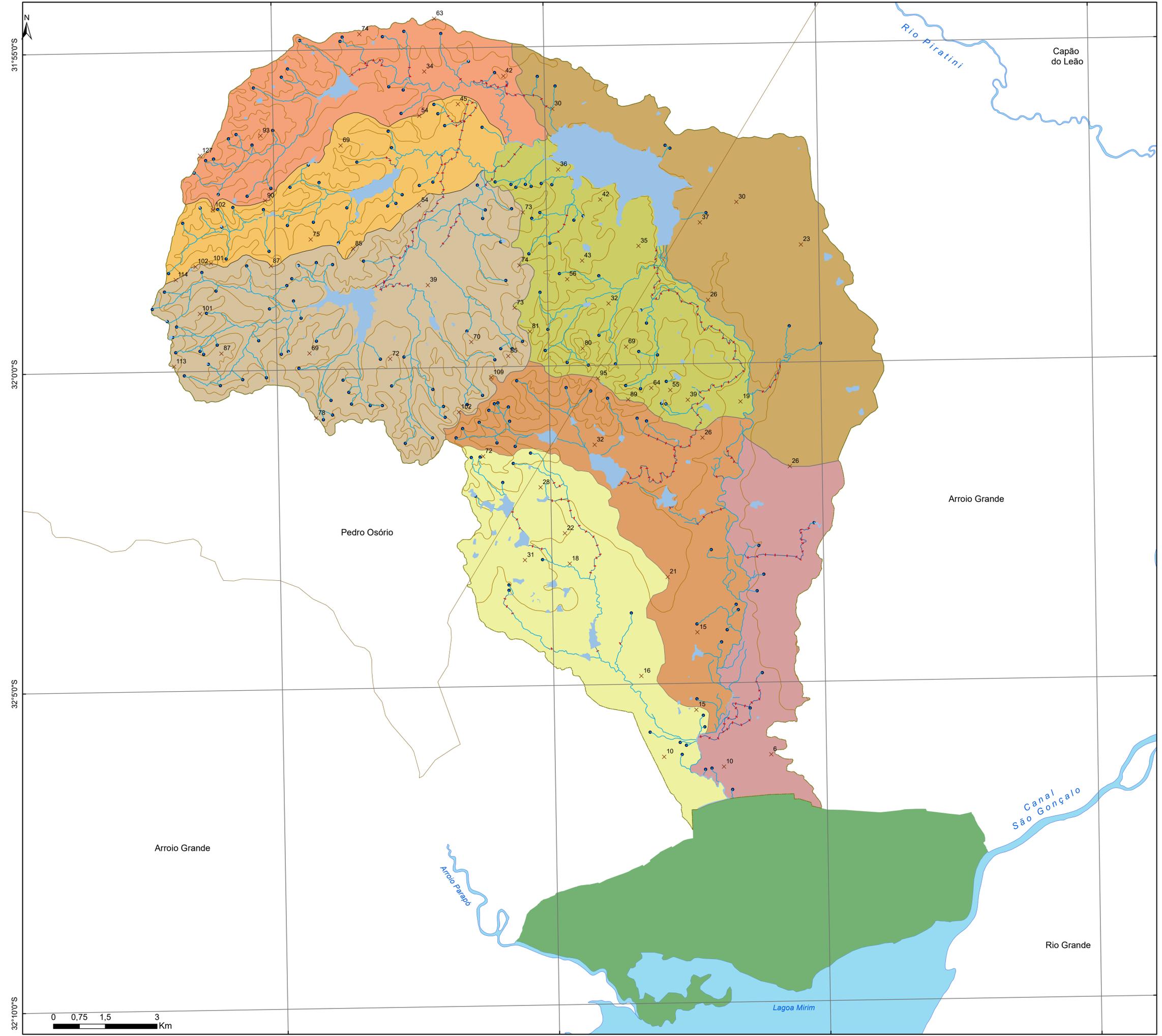
Bases Vetoriais
 HASENACK; WEBER (2010)
 Base cartográfica vetorial contínua do estado do Rio Grande do Sul
 Escala: 1:50 000, Porto Alegre: UFGRS, 2010 (CD)

Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul
 Localização das unidades de conservação estaduais e municipais da região sul.
 Escala 1:235 000 DUC/DBIO/SEMA

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
 Malha Municipal 2015. Escala: 1:250 000

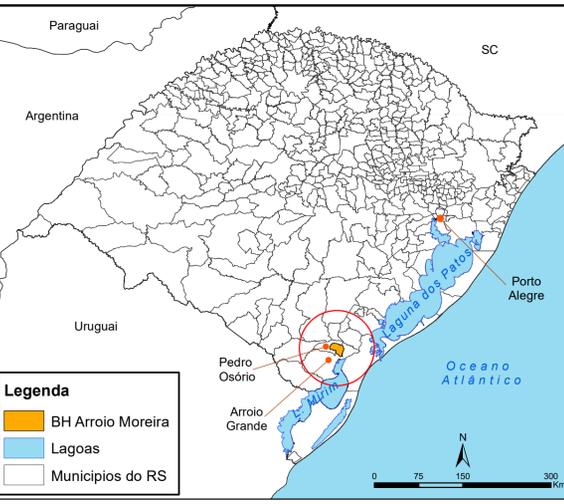
Base Matricial
 Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim
 Acervo Técnico com Fotografias aéreas da antiga SUDESUL
 Grupo de Planejamento da Baixada sul Riograndense
 Anos: 1964 faixa AB-I até a faixa AB-VI e 1953 faixas 434 A e B e 442 C e D.

Organização e elaboração:
 Viviane Spiering (UFPEL) - Contato: spieringv9@gmail.com
 Orientação: Prof. Dr. Adriano Luis Heck Simon
 Pelotas, Janeiro/2019



Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira: Setores de Contribuição de Drenagem

Localização da Bacia no Estado do RS



Legenda

- Nascentes
- Cursos de água
- Corpos Hídricos
- × Cotas
- Curvas de Nível
- Limite da Bacia Hidrográfica
- Limite Municipal
- Rebio Mato Grande

Setores de Contribuição de Drenagem

- Setor A
- Setor B
- Setor C
- Setor D
- Setor E
- Setor F
- Setor G
- Setor H

Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum: Sirgas 2000
Escala: 1:52 000

Fontes de Dados:

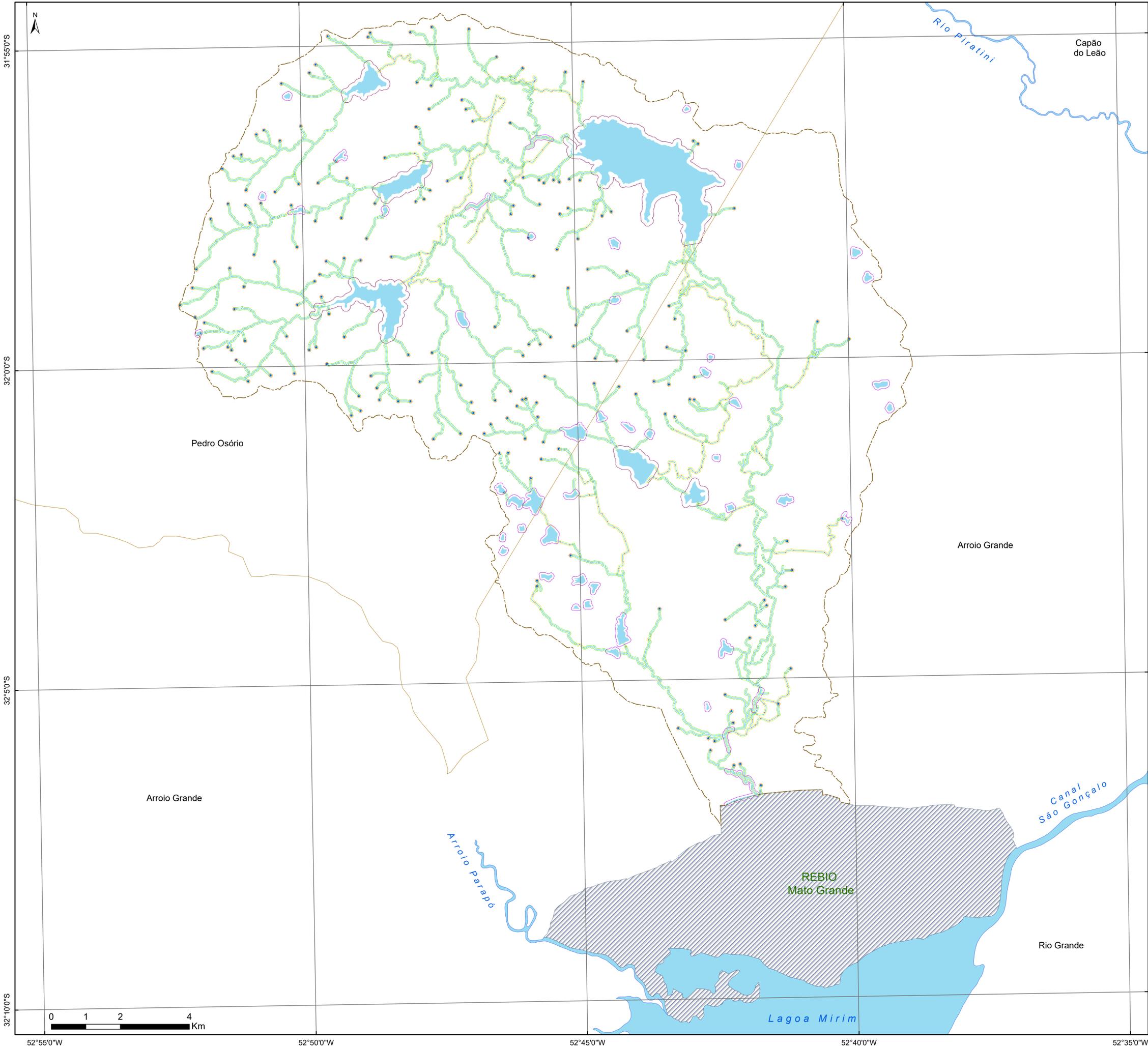
HASENACK; WEBER (2010)
Base cartográfica vetorial contínua do estado do Rio Grande do Sul
Escala: 1:50 000, Porto Alegre: UFRGS, 2010 (CD)

Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul
Localização das unidades de conservação estaduais e municipais da região sul.
Escala 1:235 000 DUC/DBIO/SEMA

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
Malha Municipal 2015. Escala: 1:250 000

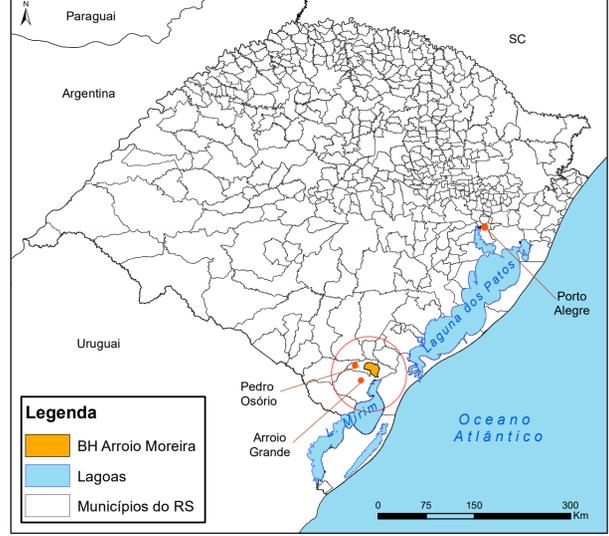
- LEAGEF (2017) - Atualização hidrográfica da
Bacia hidrográfica do Arroio Moreira





Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira / RS
Áreas de Preservação Permanente (APP)

Localização da Bacia no Estado do RS



Legenda

- Limite da Bacia Hidrográfica
- REBIO Mato Grande
- Limite entre os Municípios

Composição da APP

- Nascentes
- Buffer Nascentes
- Lagos / Lagoas (mais de 1 ha)
- Buffer Lagos / Lagoas < 20ha
- Buffer Lagos / Lagoas > 20 ha
- Cursos de Água
- Buffer Cursos de Água
- Canais Antropogênicos de Ligação
- Buffer Canais Antropogênicos de Ligação

Sistema de Coordenadas Geográficas
 Datum: Sirgas 2000
 Escala: 1:52 000

Base de Dados e Informações:
 Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul
 Localização das unidades de conservação estaduais e municipais da região sul.
 Escala 1:235 000 DUC/DBIO/SEMA

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
 Malha Municipal 2015. Escala: 1:250 000

BRASIL (2012)
 Lei 12.651 - Novo Código Florestal

Áreas de Preservação Permanente

Situações Passíveis de Preservação na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira

I – Faixas marginais de cursos de águas naturais

Largura do curso de água	Largura da faixa de proteção
Menor que 10 metros	30 metros
De 10 a 50 metros	50 metros

II - Áreas no entorno de lagos e lagoas naturais/artificiais

Lago ou lagoa localizado em zona rural com:	Largura da faixa de proteção
Área < que 20 ha	50 metros no entorno
Área > que 20 ha	100 metros no entorno

Outras situações

Entorno de nascentes e olhos de água	Raio mínimo de 50 metros
--------------------------------------	--------------------------

Organização e elaboração:
 Viviane Spiering (UFPEL) - Contato: spieringv9@gmail.com
 Orientação: Prof. Dr. Adriano Luis Heck Simon
 Pelotas, Fevereiro/2018