

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Instituto de Ciências Humanas

Programa de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado



DISSERTAÇÃO

Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira (RS), a partir da análise da dinâmica de cobertura e uso da terra em consonância com o novo código florestal

Rodrigo de Oliveira Siqueira

Pelotas, Outubro / 2021

Rodrigo de Oliveira Siqueira

Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira (RS), a partir da análise da dinâmica de cobertura e uso da terra em consonância com o novo código florestal

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia

Orientador: Prof. Dr. Adriano Luís Heck Simon

Pelotas, Outubro / 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S111d Siqueira, Rodrigo de Oliveira

Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do arroio Moreira (RS), a partir da análise da dinâmica de cobertura e uso da terra em consonância com o novo código florestal / Rodrigo de Oliveira Siqueira ; Adriano Luís Heck Simon, orientador. — Pelotas, 2021.

165 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Sistemas hidrográficos. 2. Legislação ambiental. 3. Lei de proteção da vegetação nativa. 4. Cadastro Ambiental Rural (CAR). 5. Regularização ambiental. I. Simon, Adriano Luís Heck, orient. II. Título.

CDD : 551.48

Elaborada por Leda Cristina Peres Lopes CRB: 10/2064

Rodrigo de Oliveira Siqueira

Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira (RS), a partir da análise da dinâmica de cobertura e uso da terra em consonância com o novo código florestal

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:

Banca Examinadora:

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

.....
Prof^a. Dr^a. Erika Collischonn
Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina

.....
Prof^a. Dr^a. Márcia Eliane Silva Carvalho
Doutora em Geografia Universidade Federal de Sergipe

Resumo

SIQUEIRA, Rodrigo de Oliveira. **Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira (RS), a partir da análise da dinâmica de cobertura e uso da terra em consonância com o novo código florestal**. 2021. 168 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

A presente dissertação teve como objetivo analisar a aplicação do código florestal, em conjunto com análise da dinâmica hidrográfica e do uso da terra na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira (Rio Grande do Sul), com finalidade de propor um diagnóstico ambiental, estabelecendo áreas prioritárias de proteção e recuperação ambiental na área de estudo. Neste intuito, realizou-se a revisão bibliográfica sobre o tema com finalidade de propor um panorama cientificamente coerente com os pressupostos do desenvolvimento sustentável, que evidenciasse a complexidade na interpretação do código florestal, bem como na regularização ambiental das propriedades rurais. Em seguida analisaram-se geograficamente os dados ambientais e socioeconômicos da área de estudo, para compreender aspectos sobre geologia/geomorfologia, solos, hidrografia, capacidade de uso das terras, clima e produção agrícola e pecuária. A base cartográfica dessa pesquisa foi elaborada por vetorização manual, com técnicas de estereoscopia, interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélite. Utilizando de simbologias adaptadas à representação das feições naturais e antropogênicas foi possível visualizar dados referentes aos cenários dos anos de 1964, 2008 e 2014. Os mapeamentos hidrográficos permitiram observar a conversão dos cursos d'água presentes nos campos nativos em canais artificiais, principalmente vinculados à conversão das coberturas campestres em lavouras de arroz irrigado. O setor em que mais ocorreram mudanças foi no Alto Curso da Bacia com a expansão da atividade da rizicultura. Os mapeamentos de cobertura e uso da terra indicaram que na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira as maiores alterações ocorridas, em função dos processos antrópicos, têm relação com a substituição das áreas de campos limpos por pastagens e cultivos temporários, com ênfase no arroz irrigado. Essa dinâmica coincide com dados socioeconômicos da área de estudo, pois os projetos de irrigação incentivaram a expansão das lavouras de arroz sobre as áreas campestres e terrenos de várzeas, e as demais atividades agrícolas se expandiram nas áreas altas da bacia hidrográfica. A partir da correlação das bases cartográficas dos mapeamentos hidrográficos, de cobertura e uso da terra e os limites dos imóveis rurais (Cadastro Ambiental Rural), foram identificados 76 imóveis rurais inseridos nos limites da Bacia Hidrográfica, com 15,38 km² de Áreas de Preservação Permanente, dos quais, apenas 8,97 km² possuem vegetação nativa preservada. A área restante possui 6,41 km² com uso agrícola podendo ser considerada como Área Rural Consolidada. Os resultados obtidos possibilitaram identificar as áreas mais fragilizadas ambientalmente e as áreas com remanescentes de vegetação nativa na bacia. Portanto, a partir dessas informações e com os dados levantados, espera-se contribuir na compreensão da utilização do código florestal com finalidade de diagnóstico ambiental, estabelecendo áreas prioritárias de proteção e recuperação ambiental na área de estudo.

Palavras Chave: Sistemas hidrográficos; Legislação ambiental; Lei de Proteção da Vegetação Nativa; Cadastro Ambiental Rural (CAR); Regularização Ambiental.

Abstract

SIQUEIRA, Rodrigo de Oliveira. **Environmental Diagnosis of the Arroio Moreira Hydrographic Basin (Rio Grande do Sul - Brazil), based on the analysis of the dynamics of land-use changes in consonance with the current forest code.**

2021. 168 f. Dissertation (Master's in Geography) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

This dissertation aims to analyze the application of the current Brazilian forest code, together with the dynamics of hydrographic and land-use changes in the Arroio Moreira Hydrographic Basin (Rio Grande do Sul - Brazil), to proposing an environmental diagnosis that establishes priority areas for protection and recovery in the study area. Initially, a bibliographical review on the subject was performed, scientifically coherent with the concepts of sustainable development and that highlights the complexity of the interpretation at the Brazilian forest law (also recognized as the Brazilian native vegetation protection law) in the environmental regularization of rural properties. Subsequently, the environmental and socioeconomic data of the study area were analyzed geographically, seeking to understand aspects of geology/geomorphology, soils, hydrography, land use capacity, climate and agricultural and livestock production. The cartographic base of this research was elaborated by manual vectorization, with stereoscopy techniques, interpretation of aerial photographs and satellite images. A symbology adapted to the representation of natural and anthropogenic features was used to visualize data referring to the scenarios of the years 1964, 2008 and 2014. The hydrographic mappings allowed observing the conversion of watercourses from native fields into artificial channels linked to irrigated rice fields. The sector in which most changes occurred was in the upper land of the Basin, through the expansion of the paddy fields. Land use mappings indicated major changes in the hydrographic basin by anthropic processes, with the replacement of field areas by pastures and temporary crops, with emphasis on rice fields. This dynamic matches with socioeconomic data, due to older irrigation projects that promoted the expansion of rice crops over native fields and wetlands. Correlating the cartographic bases of land use maps, hydrographic maps and the limits of rural properties (by Rural Environmental Registry - Cadastro Ambiental Rural, in Portuguese), 76 rural properties were identified in the study area, with 15.38 km² of Permanent Preservation Areas, with only 8.97 km² of preserved native vegetation. The remaining area has 6.41 km² with agricultural use and can be considered as a (Rural) Consolidated Area. Results identified more environmentally fragile areas and areas with native vegetation. Therefore, with these data, it is expected to contribute to the understanding of the use of the Brazilian forest code for the purpose of environmental diagnosis, establishing priority areas for environmental protection and recovery.

Keywords: Hydrographic systems; Environmental legislation; Brazilian native vegetation protection law; Brazilian Rural Environmental Registry (CAR); Environmental regularization.

Lista de Figuras

Figura 1	Articulação das cartas topográficas do mapeamento sistemático	21
Figura 2	Mapa de localização das bacias hidrográficas que drenam na Reserva Biológica do Mato Grande.....	23
Figura 3	Mapa Geral da Bacia da Lagoa Mirim – esquema de voo.....	25
Figura 4	Procedimento de seleção das fotografias do acervo da ALM.....	26
Figura 5	Fotografia do Equipamento HP DESIGNJET HD SCANNER.....	27
Figura 6	Inserção de pares fotográficos no programa StereoPhoto Maker	28
Figura 7	Tela com procedimento final do anaglifo ajustado no software....	30
Figura 8	Procedimento georreferenciamento dos anaglifos.....	31
Figura 9	Anaglifos georreferenciados na Bacia Hidrográfica.....	32
Figura 10	Seleção dos Parâmetros e geração do Mosaico no software.....	33
Figura 11	Procedimento de captura de imagens no software Elshayal.....	34
Figura 12	Mosaico Georreferenciado (Cenário 2014).....	35
Figura 13	Mosaico Georreferenciado (Cenário 2008).....	35
Figura 14	Bases cartográficas utilizadas na elaboração dos mapeamentos	44
Figura 15	Mapa de Localização das Áreas Úmidas do Rio Grande do Sul..	51
Figura 16	Mapa do Parque estadual do Espinilho.....	63
Figura 17	Alterações nas APP de cursos d’água de 1965 a 1989.....	85
Figura 18	Progresso do CAR e do PRA nos estados.....	94
Figura 19	Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira....	97
Figura 20	Mapa geológico simplificado da Planície Costeira do RS.....	99
Figura 21	Estrutura da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.....	100
Figura 22	Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	101
Figura 23	Mapa Solos da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	105
Figura 24	Mapa de Capacidade de Uso das Terras da Bacia do A. Moreira	105
Figura 25	Mapa da fronteira do Rio Grande do Sul de 1750 a 1801.....	114
Figura 26	Fotografia da barragem-eclusa do Canal São Gonçalo.....	115
Figura 27	Fotografia de Rebanho bovino em Pedro Osório.....	118
Figura 28	Fotografia de Propriedade rural em Pedro Osório.....	119
Figura 29	Foto de Silos de armazenamento de cereais em Arroio Grande..	122
Figura 30	Foto de Canal antropogênico que capta água do Arroio Moreira.	123
Figura 31	Dinâmica das alterações na rede de drenagem da Bacia.....	127
Figura 32	Dinâmica das alterações de cobertura e uso da terra na Bacia...	132
Figura 33	Mapa de legislação ambiental com a Classificação dos Imóveis Rurais da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	133
Figura 34	Mapa de legislação ambiental com áreas de vegetação nativa nos Imóveis Rurais da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	134
Figura 35	Mapa de legislação ambiental da Bacia - APP nos Imóveis.....	135
Figura 36	Mapa de legislação ambiental da Bacia - Áreas de Vegetação Nativa nos Imóveis Rurais em 2008.....	136
Figura 37	Mapa de legislação ambiental - RL nos Imóveis Rurais em 2008	137
Figura 38	Mapa de legislação ambiental da Bacia – Situação das Áreas de Preservação Permanente nos Imóveis Rurais em 2015.....	138
Figura 39	Mapa de legislação ambiental da Bacia – Áreas de Vegetação Nativa nos Imóveis Rurais em 2015.....	139
Figura 40	Mapa de legislação ambiental - RL nos Imóveis Rurais em 2015	140

Lista de Tabelas

Tabela 1	Tipos de Vegetação predominante no Bioma Pampa.....	111
Tabela 2	Efetivo dos rebanhos em Arroio Grande e Pedro Osório.....	118
Tabela 3	Área plantada, rendimento e percentual de área plantada de arroz nos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório.....	122
Tabela 4	Quantidade produzida e valor da produção na silvicultura dos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório.....	124
Tabela 5	Produção na silvicultura em Arroio Grande e Pedro Osório.....	124
Tabela 6	Cobertura e Uso da terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira de 1964, 2008 e 2014.....	130
Tabela 7	Número de móveis Rurais na Bacia por Módulo Fiscal.....	132

Lista de Quadros

Quadro 1	Sistema de Classificação dos Mapeamentos Hidrográficos.....	37
Quadro 2	Sistema de Classificação das Coberturas e Usos da Terra	39
Quadro 3	Exigências gerais e mínimas de preservação/recuperação de APP.....	42
Quadro 4	Dispositivos constitucionais referentes ao meio ambiente.....	47
Quadro 5	Legislação referente aos Recursos Naturais.....	54
Quadro 6	Unidades de Conservação segundo a Classe de proteção.....	57
Quadro 7	Dispositivos referentes ao Código Florestal - Lei nº 4771/1965.....	68
Quadro 8	Exigência Geral e Mínima de Preservação/Recuperação APP.....	82
Quadro 9	Exigência Geral e Mínima de Manutenção de Reserva Legal.....	83
Quadro 10	Linha do tempo do Cadastro Ambiental Rural.....	90
Quadro 11	Limites geográficos da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	96
Quadro 12	Principais rodovias na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	98
Quadro 13	Extensão da rede de drenagem da Bacia do Arroio Moreira.....	126
Quadro 14	Características ambientais dos Imóveis Rurais da área de estudo em 2008.....	137
Quadro 15	Características ambientais dos Imóveis Rurais da área de estudo em 2015.....	141

Lista de Gráficos

Gráfico 1	Área das Classes de Capacidade de uso das Terras na B. H....	106
Gráfico 2	Temperatura Média Mensal compensada de 1971 a 2000.....	108
Gráfico 3	Acumulado de precipitação anual - período de 1986 a 2005.....	108
Gráfico 4	Dias com precipitação por ano - período de 1986 a 2005.....	109
Gráfico 5	Cobertura e Uso da terra da Bacia do Arroio Moreira de 2008...	129
Gráfico 6	Cobertura e Uso da terra da Bacia do Arroio Moreira de 2014...	130

Lista de Siglas e Abreviaturas

ALM	Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
AUR	Área de Uso Restrito
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CNZU	Comitê Nacional de Zonas Úmidas
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESRI	Environmental Systems Research Institute
FZB	Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
ITR	Imposto Territorial Rural
LEAGEF	Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PRA	Programa de Regularização Ambiental
RAMSAR	Convenção de Ramsar
REBIO	Reserva Biológica
RL	Reserva Legal
RS	Rio Grande do Sul
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SEMA	Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
SICAR	Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UFPEL	Universidade Federal de Pelotas
UTM	Universal Transversa de Mercator

Lista de Apêndices

- Apêndice A Fotos selecionadas no Aerolevanteamento ano 1953
- Apêndice B Fotos selecionadas no Aerolevanteamento ano 1964
- Apêndice C Mapa Hidrográfico da Bacia do Arroio Moreira – 1964
- Apêndice D Mapa Hidrográfico da Bacia do Arroio Moreira – 2008
- Apêndice E Mapa Hidrográfico da Bacia do Arroio Moreira – 2014
- Apêndice F Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira – 1964
- Apêndice G Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira – 2008
- Apêndice H Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira – 2014
- Apêndice I Mapa de Legislação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira – Situação das APP - 2015

Sumário

1 Introdução.....	13
1.1 Estrutura da Pesquisa.....	15
2 Metodologia.....	16
2.1 Revisão Bibliográfica.....	17
2.2 Obtenção, organização e preparo das bases cartográficas.....	19
2.2.1 Obtenção de bases cartográficas vetoriais.....	20
2.3 Delimitação da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.....	20
2.4 Levantamento, obtenção e organização das bases cartográficas matriciais.....	23
2.4.1. Seleção e tratamento das Fotografias Aéreas.....	24
2.4.2 Digitalização das fotografias aéreas.....	26
2.4.3 Procedimento de criação dos anaglifos.....	27
2.4.4 Seleção das fotografias, ajuste de histograma e alinhamento de Anaglifo.....	28
2.4.5 Georreferenciamento dos anaglifos.....	30
2.4.6 Obtenção das Imagens de Satélite – Google Earth.....	32
2.4.7 Georreferenciamento dos Mosaicos.....	34
2.5 Determinação das categorias de mapeamento – Simbologia.....	36
2.6 Mapas Hidrográficos Cenários de 1964, 2008 e 2014.....	40
2.7 Mapas de Cobertura e Uso da Terra - 1964, 2008 e 2014.....	41
2.8 Mapa de Legislação Ambiental da Bacia Hidrográfica do A. Moreira...	41
3 Revisão Bibliográfica.....	45
3.1 A Questão Ambiental, Constituição Federal e a Constituição Estadual do Rio Grande do Sul.....	45
3.2 Legislação Ambiental Brasileira.....	53
3.2.1 Legislação Ambiental - Recursos Hídricos e Água na Agricultura....	54
3.2.2 Legislação Ambiental – Recursos Biológicos: Áreas Protegidas e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação.....	56
3.2.3 Recursos Territoriais – Proteção e Conservação.....	64
3.2.4 Primeiro Código Florestal Brasileiro - O Decreto Lei nº 23.793/1934	64
3.2.5 Segundo Código Florestal Brasileiro - A Lei nº 4771/1965.....	68
3.2.6 O atual “Código Florestal Brasileiro” - A Lei nº 12.651/2012.....	76

3.3 Cadastro de Imóveis Rurais e Cadastro Ambiental Rural.....	86
4 Diagnóstico Ambiental da Área de Estudo.....	96
4.1 Caracterização Geográfica - Aspectos físicos e ambientais.....	96
4.1.1 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos.....	98
4.1.2 Solos e Capacidade de uso da Terra.....	104
4.1.3 Características Climáticas.....	107
4.1.4 Biodiversidade.....	110
4.2 Aspectos históricos e socioeconômicos.....	113
4.2.1 Antecedentes históricos e ocupação territorial da região.....	113
4.2.2 Contexto socioeconômico – atividades mais expressivas.....	117
4.2.2.1 Expansão da atividade pecuária	117
4.2.2.2 Irrigação e a cultura do Arroz.....	119
4.2.2.3 A Silvicultura e as Florestas Plantadas.....	123
4.3 Diagnóstico Ambiental dos Imóveis Rurais na área de estudo.....	124
4.3.1 Análise das Alterações Hidrográficas.....	125
4.3.2 Análise de Cobertura e Uso da Terra – Vegetação Nativa e Usos agrícolas.....	128
4.3.3 Aplicação da Legislação Ambiental nos Imóveis Rurais da área de estudo.....	132
5 Considerações Finais.....	143
Referências.....	145
Apêndices.....	156

1. Introdução

O Diagnóstico Ambiental é importante no processo de avaliação ambiental e para verificar a adesão às normas reguladoras. As geotecnologias auxiliam na adequação por diagnóstico ambiental da propriedade rural através da interpretação das paisagens observadas em imagens de satélite e fotografias aéreas. O processo de Adequação Ambiental da propriedade rural deve estar voltado à solução do problema ambiental objetivando a sustentabilidade das atividades ao longo prazo. Constituindo-se na restauração das Áreas de Preservação Permanente e das Reservas Legais da propriedade rural em déficit ambiental (Embrapa, 2014).

A Reserva Biológica do Mato Grande é uma Unidade de Conservação Integral da Natureza, instituída pelo decreto estadual nº 23.798 de 12 de março de 1975, abrangendo 49,72 Km² no interior do município de Arroio Grande - RS. Conforme informações do Ministério do Meio Ambiente (MMA), a Reserva Biológica (REBIO) do Mato Grande possui resquícios da Mata Atlântica e seu objetivo é proteger as áreas úmidas presentes na região. Atualmente a REBIO do Mato Grande não possui Plano de Manejo nem Zona de Amortecimento delimitada, necessitando regularizar as áreas adjacentes. Desta forma as atividades desenvolvidas no entorno da unidade não são orientadas por planejamento, causando preocupação com relação à fragilidade/manutenção do equilíbrio ambiental local.

No Bioma Pampa, onde se encontra esta Unidade de Conservação ainda há carência de áreas protegidas. Neste contexto, essa pesquisa busca aplicar o código florestal com finalidade de propor um diagnóstico cientificamente coerente com os pressupostos do desenvolvimento sustentável, evidenciando a complexidade na interpretação do código florestal, bem como na regularização ambiental das propriedades rurais inseridas na principal bacia hidrográfica que deságua na REBIO Mato Grande – a Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. Analisou-se nesse estudo a referida bacia hidrográfica através da análise dinâmica de cobertura e uso da terra

em consonância com a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, também conhecida como “novo código florestal”.

Segundo Rodrigues e Adami (2003), a bacia hidrográfica é uma unidade de análise espacial utilizada na geografia física, na legislação e em planejamentos territoriais e ambientais no Brasil e em diversos países. No caso da legislação brasileira, a bacia hidrográfica é considerada a unidade territorial padrão da Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997):

Lei nº 9.433/1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, entre outras providências.

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

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

Art. 8º Os Planos de Recursos Hídricos serão elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País. (BRASIL, 1997).

Das vantagens na adoção da bacia hidrográfica como recorte espacial, destaca-se a facilidade de identificação e delimitação (seus limites naturais são representados por divisores topográficos) a possibilidade de uma abordagem sistêmica e integrada, pois têm a água como elemento unificador (MACHADO; TORRES, 2012).

O estudo detalhado de uma bacia hidrográfica, seja de suas características físicas, de seus modelos de parcelamento, uso e ocupação do solo ou de suas características sociais e econômicas, é fundamental para que se proceda a utilização e ao manejo mais adequado de seus recursos, especialmente os hídricos (MACHADO, TORRES, 2012, p. 46).

Esse caráter integrador da bacia hidrográfica proporciona ser uma excelente unidade de gestão dos elementos naturais e sociais. Utilizando essa escala de análise é possível analisar e monitoradas as transformações geradas pelas atividades humanas, das respostas na natureza (erosão, enchentes, deslizamentos, entre outros) e realizar diagnósticos sobre a situação ambiental (GUERRA e CUNHA, 1996).

A partir dessas considerações, a presente pesquisa tem como objetivo geral **analisar a aplicação do código florestal, em conjunto com análise da dinâmica**

hidrográfica e do uso da terra na bacia hidrográfica do Arroio Moreira, com finalidade de propor um diagnóstico ambiental, estabelecendo as áreas prioritárias de proteção e recuperação ambiental na referida bacia hidrográfica.

Deste modo, para cumprir com esse objetivo, fez-se necessário cumprir com os seguintes **objetivos específicos**:

- (1) Analisar a dinâmica das coberturas e usos da terra na bacia hidrográfica do Arroio Moreira;
- (2) Compreender as mudanças na rede de drenagem da bacia hidrográfica do Arroio Moreira ocasionadas pelo processo de ocupação;
- (3) Identificar e espacializar os critérios/exigências do novo código florestal a fim de elaborar mapeamentos de legislação ambiental da bacia hidrográfica do Arroio Moreira;
- (4) Correlacionar os mapas de legislação ambiental com os mapas de uso da terra elaborados a fim de compreender a regularização ambiental dos imóveis rurais inseridos na bacia hidrográfica do Arroio Moreira;

1.1 Estrutura da Pesquisa

Essa dissertação de mestrado foi estruturada em 4 capítulos. O Capítulo 1 traz uma breve introdução sobre a problemática do estudo e apresenta os objetivos estipulados nessa pesquisa. No Capítulo 2 foram descritos os procedimentos metodológicos utilizados para atingir os objetivos desse trabalho. No Capítulo 3 uma revisão bibliográfica e teórica sobre a temática ambiental relacionada a pesquisa desenvolvida. A temática ambiental é um assunto amplo, portanto, optou-se por apresentar os conteúdos relacionados a dissertação nesse capítulo, no qual são abordadas as leis e normas ambientais relacionadas com a área de estudo e que embasam a abordagem metodológica e os resultados obtidos na pesquisa. No Capítulo 4 sobre o Diagnóstico ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira, apresenta-se inicialmente uma caracterização geográfica da área de estudo destacando os aspectos físicos, ambientais, antecedentes históricos, caracterização socioeconômica da região; seguido pela etapa de aplicação da legislação ambiental nos imóveis rurais da referida bacia hidrográfica.

2. Metodologia

Conforme o objetivo proposto utilizou-se de um conjunto de procedimentos e técnicas de levantamentos bibliográficos e cartográficos que serão descritos nesse capítulo. Para possibilitar a identificação, mapeamento e as análises das alterações ocorridas no ambiente da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira e os respectivos processos antrópicos, a metodologia utilizada neste trabalho prosseguiu em oito etapas:

- (I) Revisão bibliográfica;
- (II) Levantamento, obtenção e organização das bases cartográficas vetoriais;
- (III) Delimitação da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira;
- (IV) Levantamento, obtenção e organização das bases cartográficas matriciais;
- (V) Determinação das categorias de mapeamento – Simbologia cartográfica;
- (VI) Elaboração dos Mapeamentos Hidrográficos;
- (VII) Elaboração dos Mapas de Cobertura e Uso da Terra;
- (VIII) Elaboração do Mapa de Legislação Ambiental (Cadastro Ambiental Rural).

Deste modo, a busca pela melhor visualização cartográfica da área de estudo descrita nesse trabalho (nas etapas II, III e IV dos procedimentos metodológicos) foram necessárias para elaboração dos mapas da área de estudo (nas etapas V, VI, VII e VIII referentes aos mapeamentos).

2.1 Revisão Bibliográfica

Nessa primeira etapa, a Revisão Bibliográfica dessa pesquisa baseou-se em quatro temáticas principais, as quais embasam a compreensão da proposta do estudo e as técnicas utilizadas nos mapeamentos:

- (a) Direito e Legislação Ambiental Brasileira;
- (b) Cadastro de Imóveis Rurais, Cadastro Ambiental Rural (CAR) e Programa de Regularização Ambiental (PRA);
- (c) Caracterização dos aspectos físicos e ambientais da área de estudo e
- (d) Antecedentes Históricos e Caracterização socioeconômica da região.

Como critério buscou-se por livros conceituados e atuais nas bibliotecas da UFPEL e na biblioteca virtual da UNOPAR; e artigos e revistas nas plataformas de busca bibliográfica do Google Acadêmico, na Scientific Electronic Library Online (SciELO) e no Repositório de Acesso Livre à Informação Científica da Embrapa (Alice-Embrapa), pertinentes a cada tema e citadas a seguir.

(a) Direito e Legislação Ambiental Brasileira

Inicialmente buscou-se abordar sobre a questão ambiental no Brasil e no mundo (GANEM, 2019; SOUZA, 2012; RAMSAR, 2019; FZB 2013) e posteriormente as seções temáticas de legislação ambiental brasileira, conforme proposto na obra “Direito Ambiental vol. 3: Bens e Recursos Ambientais e o Direito Ambiental” (CRESTANA, 2017).

Nos temas sobre Recursos Hídricos, tratou-se da Gestão e Titularidade da água (GANEM, 2019; ANA, 2019), nos Recursos Biológicos, sobre as Unidades de Conservação, Plano de Manejo e Zona de Amortecimento (BENSUSAN 2006; GUERRA & COELHO, 2012; GANEM, 2015) e nos Recursos Territoriais, abordou-se desde o primeiro código florestal a atual Legislação de proteção da vegetação nativa

(AHRENS 2005; MEDEIROS 2006; REVISTA EM DISCUSSÃO, 2011; GARCIA, 2012; PETERS 2014; FIORILLO & FERREIRA, 2018).

Com base nos critérios legais na determinação da Zona de Amortecimento presentes em GANEM (2015) e SILVA NETO (2012), apresentou-se casos no Brasil que utilizam a bacia hidrográfica na delimitação da Zona de Amortecimento em SEMA (2009), como uma das possibilidades de utilização desse recorte espacial na elaboração do Plano de Manejo da REBIO Mato Grande.

(b) Cadastro de Imóveis Rurais, Cadastro Ambiental Rural (CAR) e Programa de Regularização Ambiental (PRA)

Primeiramente tratando sobre a regularização fundiária foram comentados os conceitos de Imóvel Rural e de cadastramento dos imóveis rurais (REVISTA A MIRA, 2006; INCRA, 2013; PETERS, PANASOLO, 2014).

Sobre a regularização ambiental dos imóveis rurais, explicou-se sobre o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA), do processo de desenvolvimento e das atribuições exigidas (OLIVEIRA, 2014; SAMBUICHI, 2014; PETERS, PANASOLO, 2014; CHIAVARI, LOPES, 2019)

(c) Caracterização dos aspectos físicos e ambientais da área de estudo

A caracterização dos aspectos hidrográficos teve como base a SEMA (2011, 2020), os Aspectos Geológicos e Geomorfológicos IBGE (1986), VILLWOCK & TOMAZELLI (1995), TOMAZELLI (2005), RENATO (2014) e ROSA (2017).

Os Solos e Capacidade de Uso da Terra dos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório foram baseados nos estudos de CUNHA & SILVEIRA (1996), CUNHA et al (1996) e CUNHA et al (2006).

Nas Características Climáticas, os dados das normais climatológicas foram obtidos no Laboratório de Agrometeorologia – EMBRAPA / UFPEL, da Estação Pelotas / Capão do Leão. Os dados de precipitação foram obtidos da Estação Pluviométrica Granja Coronel Pedro Osório (situada no interior da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira) e fornecidos pela Agência Nacional de Águas.

Sobre a Biodiversidade regional, utilizou-se do levantamento do projeto “Fronteiras da Biodiversidade” (UFRGS, 2011) e da Lista de espécies ameaçadas de

extinção da FZB (2013). Sobre o Bioma Pampa e as formações campestres utilizou-se de PILLAR (2009) e dados do IBGE (2019), finalizando com recomendações sobre o uso sustentável do bioma Pampa por ALBA (2010).

(d) Antecedentes Históricos e Caracterização socioeconômica da região

Primeiramente traz-se informações sobre os antecedentes históricos e a dinâmica da ocupação territorial da região (LEPAARQ, 2014; GIL, 2003; MAGNOLI 2001; IHGRGS, 2008; ROCHA et al, 2008; ALBA, 2010; SCP-RS, 2013).

Posteriormente, discorre-se sobre o Contexto socioeconômico regional, destacando as atividades econômicas mais expressivas, como a expansão da atividade pecuária (CRUZ & GUADAGNIN, 2010; SAGRILO, 2015) com dados do IBGE/PPM (2018) e registros de SPIERING (2018).

A Irrigação e a cultura do Arroz foram explanadas com base em SANTIAGO et al (2013); ANA (2017); SBPC (2012); NETO (2015) e dados da Produção Agrícola Municipal - IBGE (2018). A atividade Silvicultura e das Florestas Plantadas foi analisada com informações e dados regionais da AGEFLOR (2017). Os dados referentes ao levantamento da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura nos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório foram coletados do IBGE-PEVS (2018).

2.2 Obtenção, organização e preparo das bases cartográficas

A base cartográfica constitui-se em um conjunto de informações que possibilita a elaboração de produtos cartográficos sobre algum tema. Essa base pode conter informações espaciais (vinculado a um sistema de coordenadas) e não espaciais (como os dados cadastrais, por exemplo) desde que proporcionem a elaboração de mapas, tabelas e gráficos, sendo os mapas os produtos mais comuns derivados de uma base cartográfica. A Base Cartográfica necessária para realização de mapas pode ser dividida em duas categorias, de acordo com CÂMARA (2004), sobre o tipo de representação nos sistemas cartográficos digitais: Bases vetoriais e Bases matriciais.

2.2.1 Obtenção de bases cartográficas vetoriais

Base cartográfica vetorial é a representação precisa de um elemento ou objeto sobre qualquer entidade gráfica de um mapa, em três formas distintas: pontos, linhas ou polígonos. Estas representações geralmente advêm de bases matriciais, como as imagens de sensoriamento remoto ou cartas topográficas digitalizadas, dependendo dos objetivos do projeto ou da instituição que disponibiliza os produtos cartográficos. Para este estudo foram obtidas as seguintes bases cartográficas vetoriais:

- (a) Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul na escala 1:50.000 de HASENACK & WEBER (2010);
- (b) Limite da Unidade de Conservação Estadual Reserva Biológica do Mato Grande - Arroio Grande (RS) da Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA/RS);
- (c) Mapeamento das Áreas Úmidas no Rio Grande do Sul, da FZB (2013);
- (d) Dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR), disponível no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) e gerido pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB). Com última atualização em 18/02/2020.

A partir da organização das bases cartográficas vetoriais, inicialmente determinou-se o recorte espacial utilizado nessa pesquisa – a Identificação e delimitação da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. Em etapa posterior foram realizados ajustes nos dados coletados no CAR.

2.3 Delimitação da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira

O projeto de Hasenack & Weber (2010) utilizou cartas topográficas elaboradas pela DSG¹ (escala 1:50.000) para gerar os vetores hidrográficos (cursos d'água e corpos hídricos) e topográficos (curvas de nível e cotas). Nessa base tem-se informação para o estado do Rio Grande do Sul, com 462 cartas digitais

¹ Diretoria de Serviço Geográfico (DSG): criada em 1890, atualmente é um órgão do Departamento de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro, responsável por atividades de suprimento e manutenção relacionadas a cartografia.

georreferenciadas no Datum SIRGAS 2000² (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, realização 2000), de acordo com os parâmetros oficiais do Sistema Geodésico Brasileiro. Os dados estão em coordenadas geodésicas (latitudes e longitudes), no sistema de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), fusos 21 e 22.

O software utilizado para a elaboração do mapa foi o ArcGis 10.2, e no programa verificou-se que toda a área da bacia está situada no fuso 22, e que, para otimizar o processamento das informações no software, foram recortadas as camadas de informações hidrográficas (cursos d'água e corpos hídricos) e topográficas (curvas de nível e cotas) a partir das cartas a seguir (Figura 1):

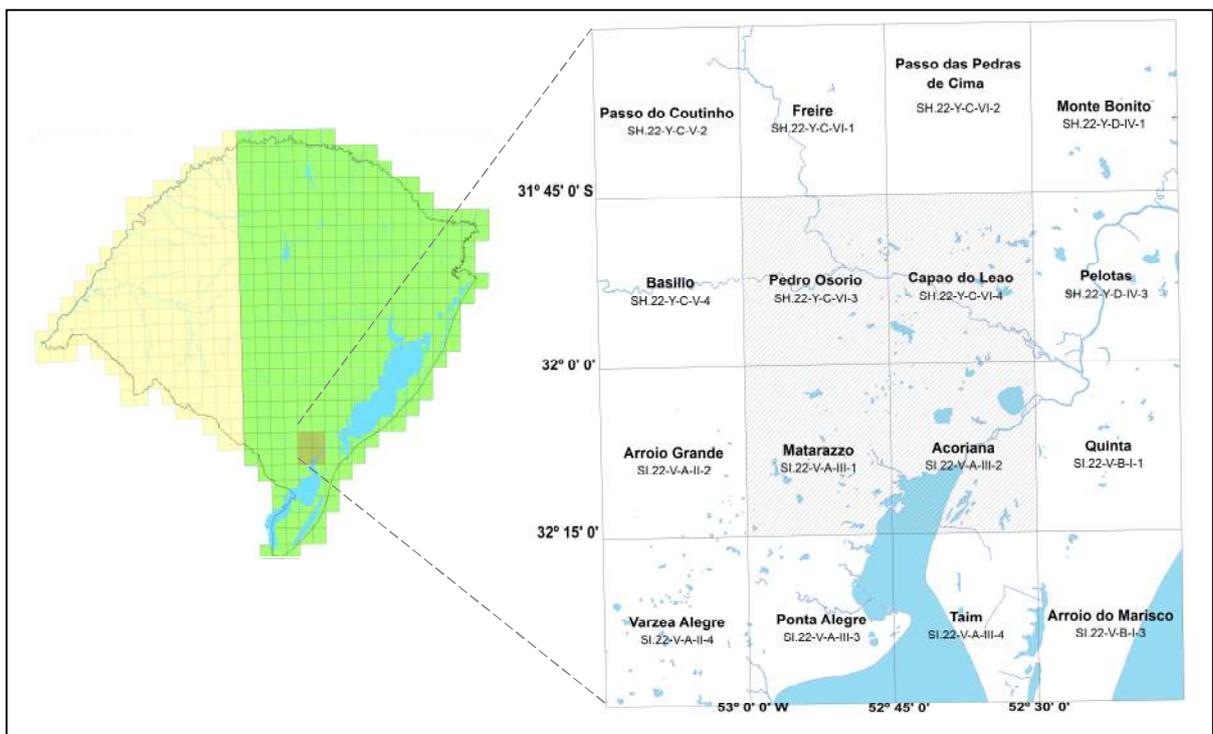


Figura 1: Articulação das cartas topográficas do mapeamento sistemático na escala 1:50.000 do Rio Grande do Sul. As Cartas em verde pertencem ao fuso 22 e as em amarelo ao fuso 21. As cartas correspondentes a área de estudo estão hachuradas na direita. Fonte: Autor.

² De acordo com o projeto, as cartas foram vetorizadas originalmente no Datum Córrego Alegre. A conversão do sistema de referência geodésico Córrego Alegre para SIRGAS2000 foi realizada em duas etapas: conversão de Córrego Alegre para SAD 1969 e a segunda conversão de SAD 1969 para SIRGAS2000. Detalhes sobre o projeto em HASENACK, H. & WEBER, E. (2010).

A delimitação foi realizada por método de vetorização não-automatizada³ através do software ArcGis® 10.2 da ESRI, pela ferramenta *Editor*. Sob uma camada de informação poligonal (*layer*), conforme a lógica seguir:

- (a) Identificação dos cursos d'água principais (Arroio Moreira e Sanga Funda) e posteriormente os seus afluentes principais, secundários e assim por diante, gerando uma rede de vetores (linhas) hidrográficos, abrangendo os principais cursos d'água da bacia hidrográfica.
- (b) Em seguida, para definir os limites da bacia hidrográfica, delimitaram-se os divisores de água, a partir dos interflúvios⁴ de maior altitude (da bacia hidrográfica), tendo como referência a rede de drenagem delimitada anteriormente.

Dado que o mapeamento foi realizado a partir das cartas topográficas, os limites foram estabelecidos analisando o comportamento das curvas de nível, conforme as características da área estudada. O traçado dos limites pode ser realizado a partir de uma das margens da foz do curso d'água principal, seguindo a linha dos divisores de águas, até alcançar a margem oposta do mesmo curso d'água. Porém, no caso deste trabalho optou-se por delimitar nos pontos mais altos devido ao maior grau de dificuldade de delimitação em áreas de planície⁵.

Para demonstrar esse procedimento inicial, mostra-se a seguir um mapa de localização da área de estudo (Figura 2), além de exibir algumas toponímias que auxiliaram na etapa posterior, dando agilidade na aquisição de informações sobre a área de estudo.

³ Processo utilizado em programas de geoprocessamento em que o usuário realiza a criação de pontos, linhas ou polígonos sob determinada base geográfica. Pode ser feita por tabulação (entrada por coordenadas métricas ou geográficas), ou mais comumente através da tela (mouse/ecrã tátil).

⁴ Interflúvio ou divisor de águas: faixa de relevo que separa duas bacias hidrográficas. Delimita-se como uma linha que une pontos de maior altitude topográfica entre duas redes de drenagem (SUERTEGARAY, 2008).

⁵ Existem outros métodos de delimitação de bacias hidrográficas através de processos automáticos, tendo como base imagens de sensoriamento remoto, mas sendo pouco recomendável para aplicação em áreas planas, que dificulta a geração da grade numérica necessária MDE, para uma delimitação precisa o suficiente para contemplar as necessidades do projeto. A classificação automática tende a gerar erros grosseiros em planícies com reflorestamento de dossel alto, relacionando a interpolação como uma feição do relevo.

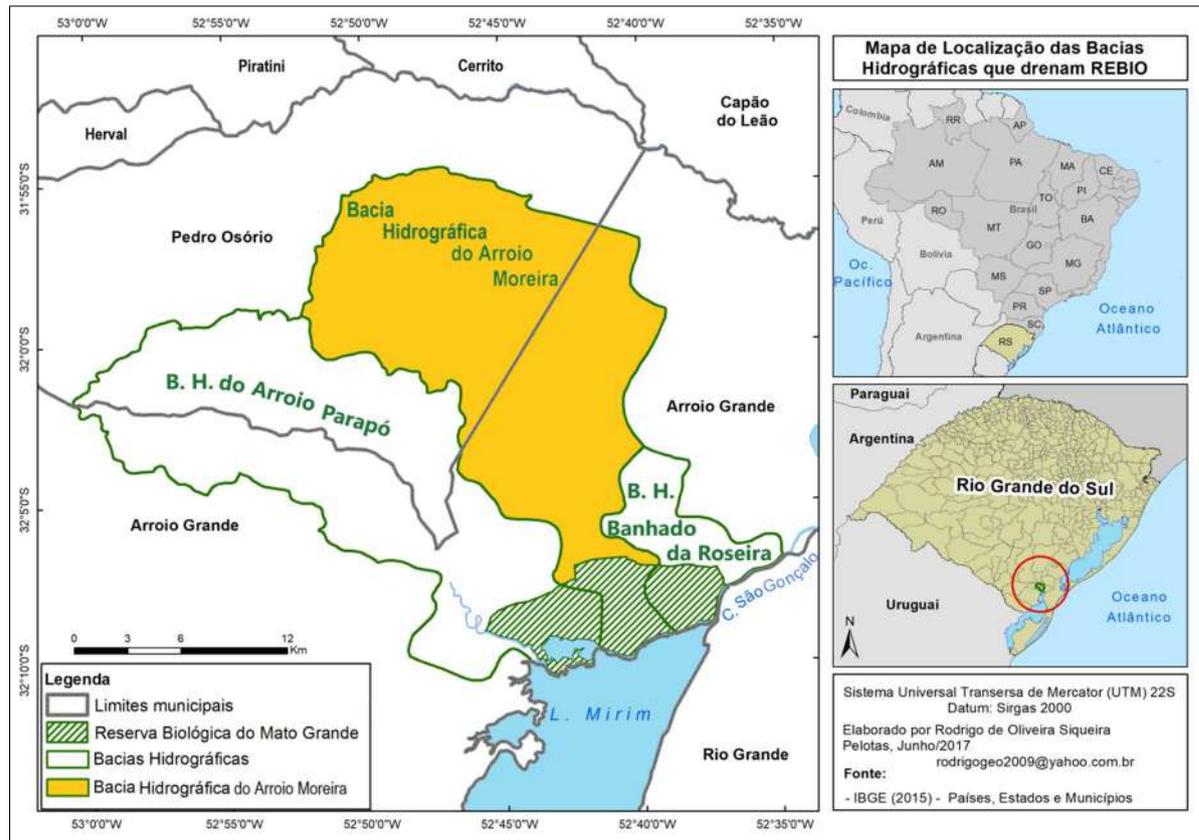


Figura 2: Mapa de localização das bacias hidrográficas que drenam na REBIO Mato Grande, com ênfase para a Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira, objeto de estudo dessa pesquisa. Fonte: Autor.

Cabe ressaltar que essa delimitação, inicialmente, serviu como referência para os levantamentos de bases matriciais, que, por conta da escala (1:50.000) e das limitações do uso decorrente desse material, posteriormente foi ajustada à escala de mapeamento do projeto (1:20.000), obtendo melhor exatidão para os limites da bacia hidrográfica⁶ mais próximo da realidade da superfície.

2.4 Levantamento, obtenção e organização das bases cartográficas matriciais

Representação matricial é a representação do espaço através de uma matriz $P(m, n)$ composta de "m" colunas e "n" linhas, onde cada célula possui um número de linha, um número de coluna e um valor correspondente ao atributo estudado em que cada célula possui localização por sistemas de coordenadas. São comuns em formas de produtos de sensoriamento remoto como imagens de satélite, fotografias

⁶ O conceito de bacia hidrogeológica não é abordado nesse estudo, por utilizar outros parâmetros das ciências geológicas, como o divisor freático. Esse conceito necessita de aprofundamento teórico e conceitual, pois não há consenso na ciência sobre os métodos de delimitação.

aéreas ou por radar. No caso das fotografias aéreas obtidas por processos analógicos (negativos/filmes), elas podem ser transformadas em dados matriciais a partir de digitalização e georreferenciamento, processos que serão explicados posteriormente neste capítulo. Nesse projeto foram adquiridas as seguintes bases matriciais:

- 1) Mapa Geral da Lagoa Mirim - Esquema das Faixas de Vôo das Fotos nas escalas de 1:20.000 e 1:30.000 [Ano 1967]. Escala 1:750.000. Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim (ALM-UFPEL). Acervo Técnico – Mapoteca.
- 2) Fotografias Aéreas [Ano 1964] Faixas de vôo AB-I, AB-II, AB-III, AB-IV e AB-V. Escala 1:20.000. Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim (ALM-UFPEL) - Acervo Técnico com fotografias aéreas da SUDESUL⁷ – Grupo de Planejamento da Baixada Sul Riograndense – Fototeca.
- 3) Fotografias Aéreas [Ano 1953] Faixas de vôo 434-A, 434-B, 442-C e 442-D. Escala 1:20.000. Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM-UFPEL) - Acervo Técnico com fotografias aéreas da SUDESUL – Grupo de Planejamento da Baixada Sul Riograndense – Fototeca.
- 4) Imagens do Google Earth Pro 7.3.4 (64 - bit) - [Ano 2006/2010] Landsat/Copernicus. Escala estimada de precisão 1:25.000.
- 5) Imagens do Google Earth Pro 7.3.4 (64-bit) - [Ano 2014/2016]. Digital Globe (2016). Landsat/Copernicus (2014). Escala estimada de precisão 1:25.000.

2.4.1. Seleção e tratamento das Fotografias Aéreas

As fotografias aéreas são obtidas a partir de câmaras fotogramétricas acopladas em aeronaves que voam a baixa altitude, em relação às altitudes dos satélites. Elas possibilitam a identificação de vários elementos sob a superfície imageada, cujos detalhes são diretamente proporcionais à escala da foto.

A etapa de seleção das fotografias aéreas divide-se nas Fotografias Aéreas do Levantamento de 1953 e das Fotografias Aéreas do Levantamento de 1964, correspondentes aos projetos aerofotográficos da Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim (ALM-UFPEL).

⁷ SUDESUL: A Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul, coordenou e executou projetos de pesquisa na região Sul do Brasil, foi extinta, por decreto presidencial, em outubro de 1990.

As fotografias aéreas do acervo técnico são divididas em arquivo de gavetas, conforme o nome do projeto executado, por diferentes escalas, e, agrupadas por faixas de voo aerofotogramétrico. Nessa instituição foram obtidas as fotografias aéreas do período 1953/1964 – Fototeca do Grupo de Planejamento da Baixada Sul Riograndense.

A seleção das fotografias aéreas foi realizada com o auxílio do Mapa de Localização das Bacias Hidrográficas e do Mapa Geral da Bacia da Lagoa Mirim (Figura 2 e 3) para auxiliar na montagem um mosaico não-controlado⁸. Verificando em quais fotografias havia superposição com fotografias contíguas.

O Mapa de Vôo (Figura 3) além de exibir toda a área do levantamento executado, com algumas toponímias principais, também é utilizado para manipular fotografias aéreas, pois permite identificar quais fotografias abrangem a área de interesse, entre as faixas de voo.

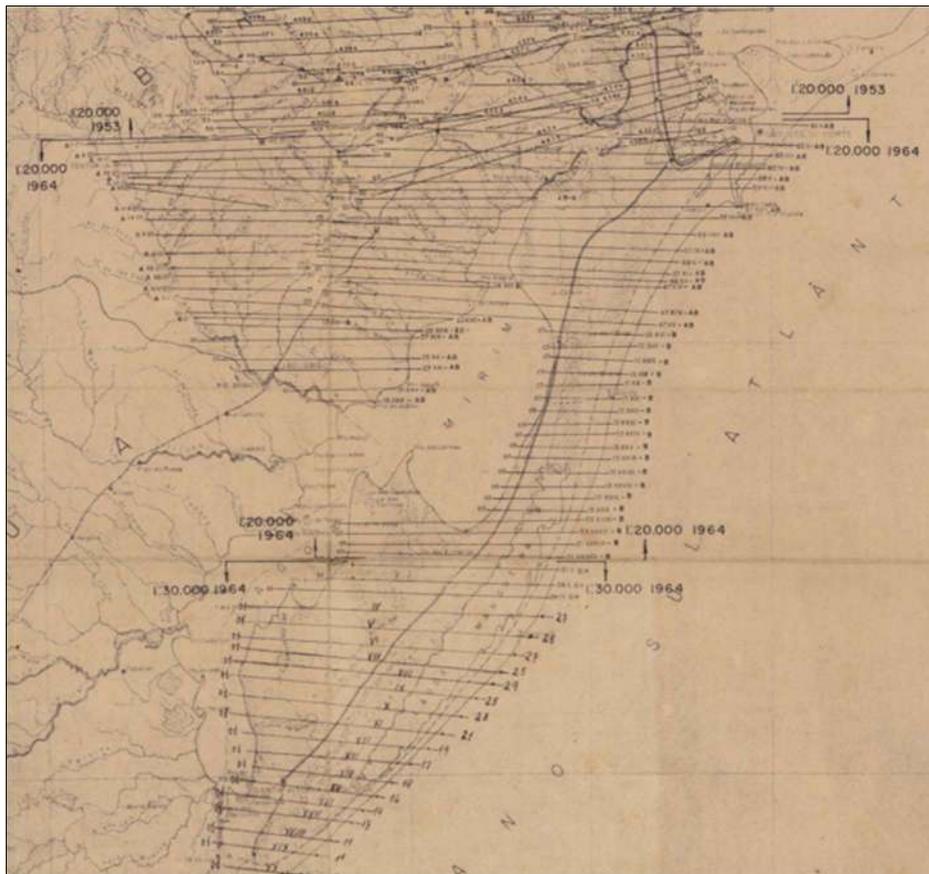


Figura 3: Fragmento do Mapa Geral da Bacia da Lagoa Mirim - Esquema das faixas de Vôo das fotos na escala de 1:20.000 e 1:30.000 (1967). Cada linha representa uma faixa de aerolevanteamento.

⁸ Mosaico não-controlado (sem controle): ocorre quando as fotografias são justapostas sem controle geométrico ou de apoio terrestre. Porém o mosaico deve proporcionar a visualização de que todas as fotografias selecionadas resultem de um único projeto, ou demonstrem compatibilidade com as necessidades do estudo.

O procedimento de seleção das fotografias aéreas requer atenção, para evitar exaustos na seleção de fotografias, tornando-as desnecessárias aos requisitos do estudo. Devem ser selecionadas apenas as faixas e fotografias de acordo com o limite da bacia hidrográfica e sua área abrangente. As fotografias selecionadas neste estudo estão presentes nos Apêndices (Apêndice A e B). A etapa de seleção das fotografias aéreas acompanhou o seguinte processo (Figura 4):

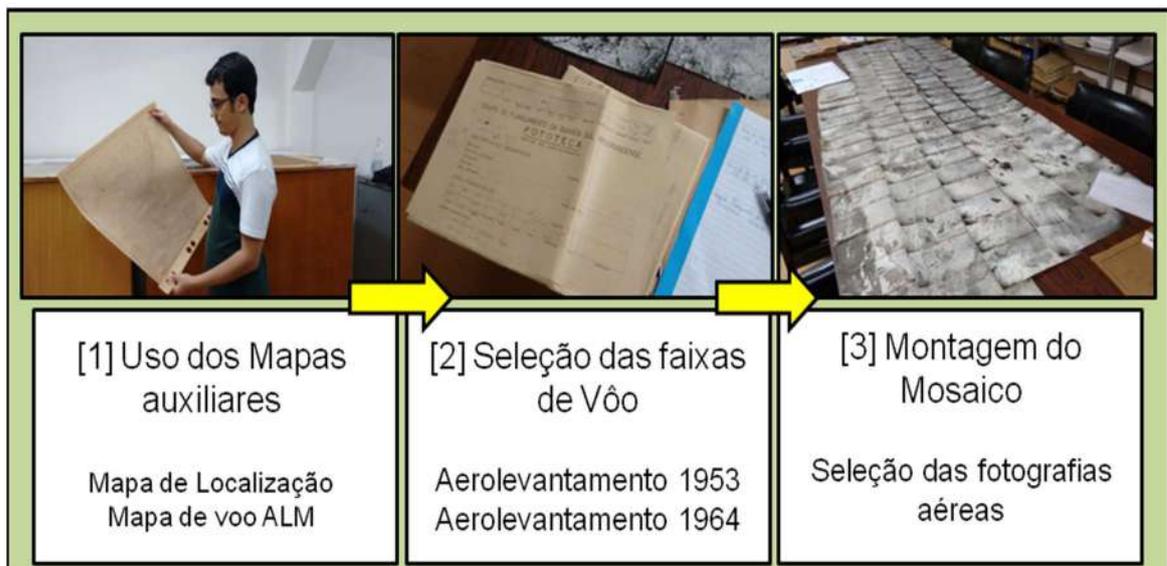


Figura 4: Procedimento de seleção das fotografias do acervo da ALM. [1] Uso dos Mapas auxiliares; [2] Seleção das faixas de voo e [3] Montagem do mosaico não controlado. Fonte: Autor.

As condições das fotografias impressas têm influência na elaboração e transformação adequadas do produto em meio digital. Apesar de o acervo fotográfico ser antigo, encontra-se organizado e em bom estado de conservação. Não ocorreram faltas/ausências de fotografias nas faixas de voo analisadas, fato que, favoreceu a obtenção da cobertura aérea abrangendo toda a bacia hidrográfica.

2.4.2 Digitalização das fotografias aéreas

Esta etapa compreende a transferência de informações do material analógico (fotografia impressa) para o meio digital (dados no formato imagem). Permitindo posteriormente a edição e manipulação da informação desse acervo em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

A partir do empréstimo das fotografias aéreas selecionadas no acervo técnico da ALM, realizou-se a operação de digitalização (escaneamento) das fotografias. O Laboratório de Geoprocessamento dos cursos de Geografia (UFPEL) possui um scanner HP DESIGNJET HD SCANNER (Figura 5), que foi utilizado para digitalizar todas as fotografias aéreas. As imagens foram criadas no formato TIFF, nas dimensões 2871x2776 pixels, resolução de 600dpi e 24bits P&B. No total, foram digitalizadas 88 fotografias aéreas e organizadas pastas conforme a faixa de voo correspondente com a mesma nomenclatura da fotografia.



Figura 5: Equipamento “HP DESIGNJET HD SCANNER” utilizado para digitalização das fotografias.
Fonte: Autor.

2.4.3 Procedimento de criação dos anaglifos

Depois de organizar as 88 fotografias aéreas, escaneadas em formato digital, deu-se início ao processo de geração dos anaglifos. Para criar esses anaglifos utilizou-se o programa “StereoPhoto Maker (version 5.20)” de Masuji Suto⁹. O programa realiza o processo semelhante ao alinhamento de pares fotográficos, de forma que possibilitem ao usuário a visualização estereoscópica. A geração dos

⁹ Masuji Suto: criador do programa de edição de imagens "StereoPhotoMaker", recebeu em 2016 o reconhecimento “Progress Award”, pela “Photographic Society of America”. Consultado em: <https://psa-photo.org/index.php?awards/progress-medal/previous-recipients/>. Acessado: 20/06/2017.

anaglifo foi realizada em ambos os levantamentos aerofotográficos, conforme procedimentos descritos na próxima seção.

2.4.4 Seleção das fotografias, ajuste de histograma e alinhamento de Anaglifo

Com a orientação das faixas de vôo (sequência alfanumérica) selecionam-se as fotografias necessárias para formar a imagem do lado esquerdo e a imagem lado direito (Figura 6). Ajusta-se o histograma (cor, brilho e contraste) entre as duas fotografias, pois ao escolher as imagens para formar um par estéreo, o brilho e o contraste podem não ser análogos por uma variedade de razões (exposição solar no momento da fotografia). O “ajuste automático de cores” do programa usa a correspondência de histograma para ajustar a cor/brilho das imagens¹⁰.

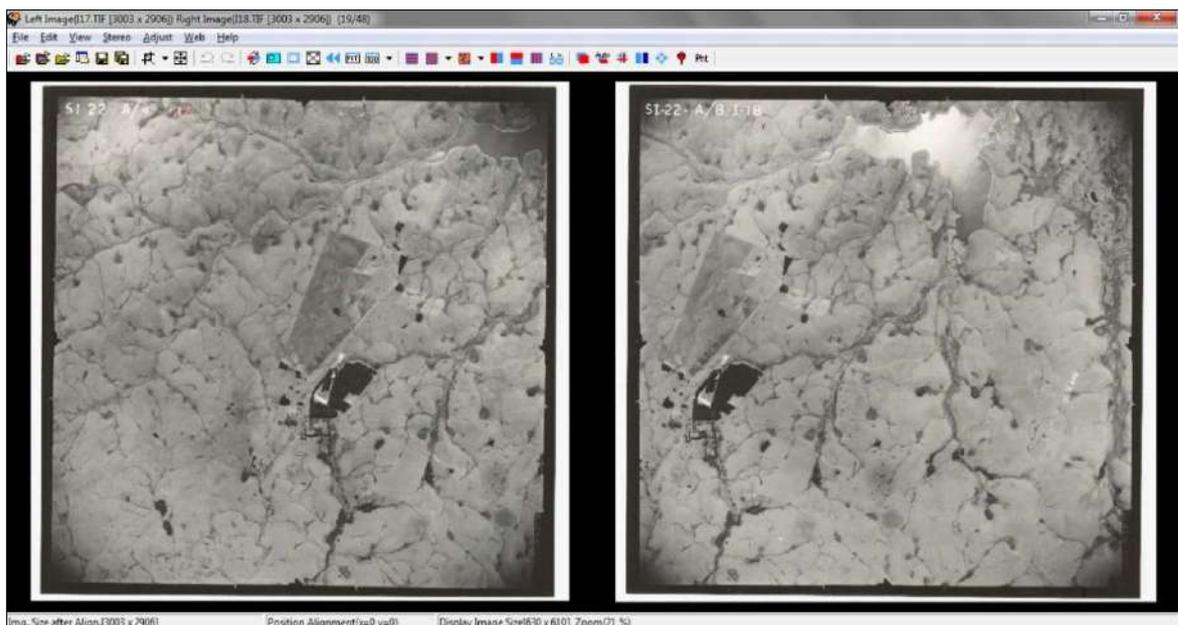


Figura 6: Inserção de pares fotográficos no programa StereoPhoto Maker. Fonte: Autor.

Conforme JENSEN (1996), algoritmos para realce de imagens são aplicados aos dados provenientes de sensoriamento remoto visando à melhoria de uma imagem para análise visual humana ou através de equipamentos. Não existe uma melhor ou pior técnica de realce, pois os resultados são analisados por humanos que realizam julgamentos subjetivos da utilização de cada imagem.

¹⁰ Por padrão, a imagem esquerda é tomada como referência, mas há a opção no programa para fazer referência à imagem direita.

Segundo LILLESAND (1994), o objetivo do realce de imagens é o aprimoramento da interpretação visual de uma imagem aumentando a distinção aparente entre as feições da cena. O processo de interpretação visual digital de imagens visa aperfeiçoar e complementar as habilidades da mente humana e dos sistemas computacionais. A mente é excelente para a interpretação de atributos espaciais de uma imagem e é capaz de identificar seletivamente feições obscuras, portanto o realce tem como objetivo ampliar estas pequenas diferenças e torná-las melhor distinguíveis.

Diferentemente de softwares que correlacionam pontos das imagens correspondentes a partir de padrões de pixels (correlação 2D), o StereoPhotoMaker usa o algoritmo SIFT ¹¹ para extrair centenas de pontos correspondentes (homólogos) em uma série de imagens-fonte. Com esses pontos o programa aplica as rotações simples, perspectiva e a equalização das cores para gerar imagens-estéreo com as esquerda/direita e largura/altura predefinidas em tamanho de arquivo pré-determinado.

O par de imagens é transformado em um anaglifo com as mesmas dimensões de cada imagem alinhada. Para visualização do anaglifo devem-se usar óculos apropriados de acordo com a técnica utilizada. Nesse trabalho utilizou-se método colorido (red/cyan) que gera um anaglifo para ser visualizado em óculos de lente vermelha (olho esquerdo) e lente ciana (olho direito), sendo mais acessíveis de se obter no mercado. Com relação ao custo-benefício e as exigências do projeto, é a opção mais recomendável.

Foram utilizados ajustes quando o anaglifo gerado não estava alinhado corretamente, ou seja, prejudicando a visão estereoscópica. Realizando ajustes finos em cada par de imagens do anaglifo, em uma tela de adequação, rotacionando e alinhando o par (vermelho ou ciano) para melhorar a visualização estereoscópica do anaglifo (Figura 7).

O anaglifo pode ser salvo em diversos formatos de arquivo (JPG, BMP, PNG ou TIFF). Utilizou-se o formato de imagem TIFF, sem compressão, nomeando o arquivo com as respectivas sequências alfanuméricas das duas fotografias aéreas utilizadas. Por uma questão de organização, os arquivos são agrupados em pastas das respectivas faixas de voo.

¹¹ SIFT (Scalable Invariant Feature Transform): complemento do software utilizado na extração de pontos de controle.

Os anaglifos são utilizados nos softwares de SIG, possibilitando a visão estereoscópica dos elementos fotografados nos aerolevantamentos, permitindo realizar mapeamentos de feições hídricas, geomorfológicas e de cobertura e uso da terra.

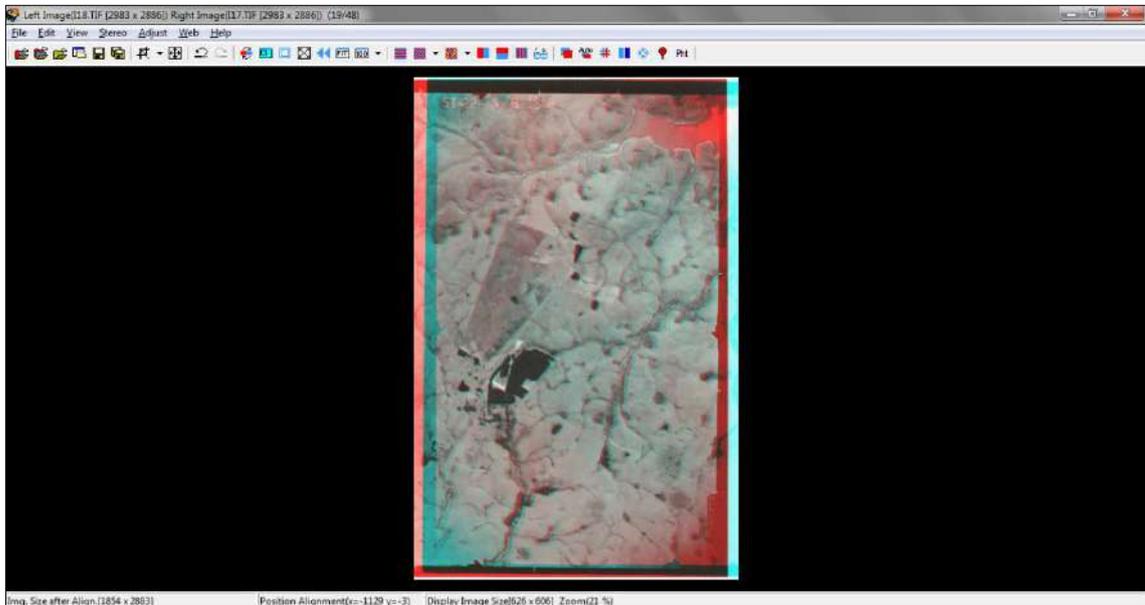


Figura 7: Tela com procedimento final do anaglifo ajustado no StereoPhoto Maker. Fonte: autor.

2.4.5 Georreferenciamento dos anaglifos

A partir da geração dos anaglifos, iniciou-se a etapa de georreferenciamento dos anaglifos. Para realizar esse processo utilizou-se o programa QGIS Desktop 2.18.3 “Las Palmas”, através de um complemento (plugin)¹² que permite a utilização de imagens de acesso público, como as imagens do Google Earth, como plano de referência. O georreferenciamento dos anaglifos seguiu de acordo com a ordem das faixas de voo e dos anaglifos gerados na etapa anterior, conforme procedimento descrito a seguir.

Primeiramente realizou-se a captura dos pontos de controle, na ferramenta Georreferenciador, com o plugin Open Layers com Google Earth ativado. Capturou-

¹² Plugin: Na informática, um plugin ou complemento (também conhecido por add-in) é um programa de computador usado para adicionar funções a outros programas maiores, provendo alguma funcionalidade especial ou muito específica. Geralmente pequeno e leve, é usado somente sob demanda. Difere da uma extensão, que é um programa de computador feito para ser incorporado a outra parte do software a fim de reforçar ou estender as funcionalidades deste, quando, por conta própria, o programa não é útil ou funcional para o usuário.

se os pontos de controle necessários para georreferenciar os anaglifos, utilizando no mínimo seis pontos de controle (Figura 8).

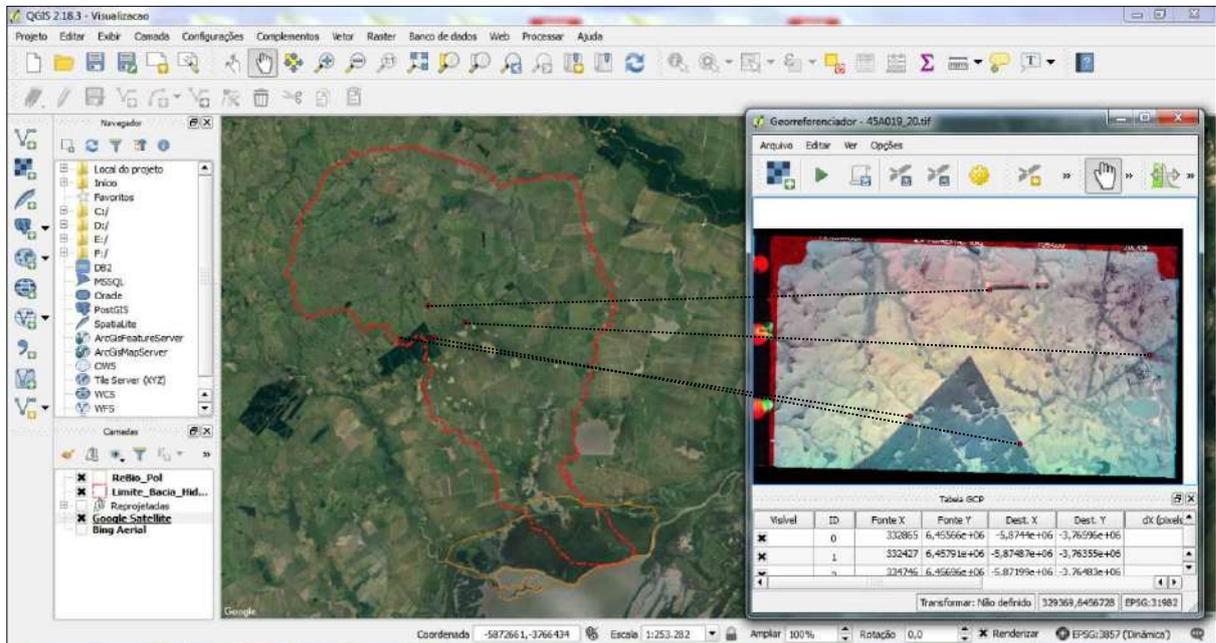


Figura 8: Procedimento de captura de pontos de controle para georreferenciamento do anaglifos.
Fonte: Autor.

Com o número suficiente de pontos, na ferramenta do georeferenciador, realizou-se a transformação dos anaglifos (imagem sem referência geográfica) em anaglifos georreferenciados. Utilizando os seguintes parâmetros de transformação:

- [a] Tipo de transformação = Linear;
- [b] Método de Reamostragem = Vizinho mais próximo
- [c] Sistema de Referência Cartográfica - EPSG: 3857.

Após transformação o anaglifo é salvo no formato de arquivo TIFF, sem compressão, e com nome do arquivo conforme o respectivo utilizado na etapa anterior. Também organizando os arquivos em pastas das respectivas faixas de vôo, resultando na visualização da base conforme a Figura 9.

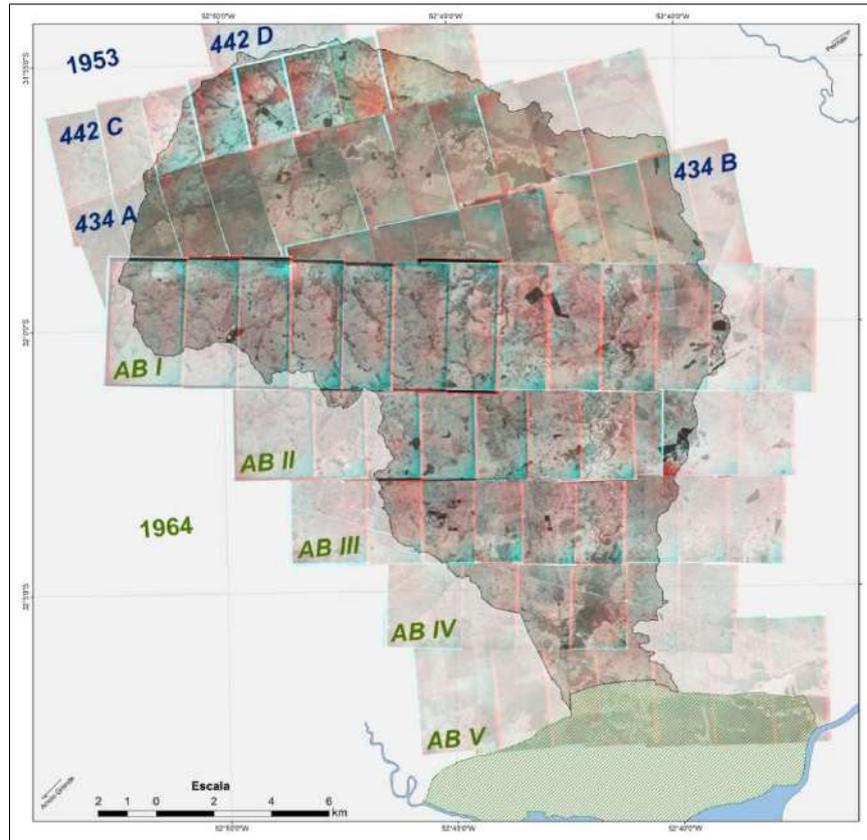


Figura 9: Análigos georreferenciados da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. Fonte: autor.

2.4.6 Obtenção das Imagens de Satélite – Google Earth

A utilização do software Google Earth em pesquisas científico-acadêmicas, dentre outras finalidades, tem sido comum para localizar o objeto ou área de estudo. O fato de o software não possuir ferramentas analíticas mais complexas (como os Sistemas de Informações Geográficas possuem) incita o uso de técnicas alternativas para obterem dados sobre os produtos oferecidos com suas variadas características (YU & GONG, 2012).

O Google Earth é um software cuja função principal é oferecer ao usuário imagens orbitais de alta resolução e dados vetoriais que permitam observar quase todo o globo terrestre. Nesta etapa trata-se sobre a geração de mosaicos a partir de imagens orbitais provenientes do Google Earth¹³.

¹³ Os termos de uso do Google Earth permitem fazer uso das imagens, desde que sejam preservados os direitos autorais e atribuições de marca do Google e empresas parceiras. É proibido o uso comercial do produto sem a prévia autorização de direitos do Google. Os procedimentos descritos não pretendem descumprir a política de privacidade e os termos de uso.

Para obter mosaicos com imagens de alta resolução e detalhamento, recorreu-se ao software Map Puzzle v. 1.6.3¹⁴, que realiza captura a base de imagens do Google Maps, Bing Maps ou da ESRI. O programa realiza a captura das imagens disponíveis conforme o recobrimento mais recente disponibilizado pelo provedor das imagens. Nesse caso foram obtidas imagens do Google no período de fevereiro/outubro de 2014 e janeiro de 2016 (Figura 10).

As imagens correspondentes ao período de 22 de julho de 2008 (data que foi determinada na Lei nº 12.651/2012 como limite a existência legal da área rural consolidada nos imóveis rurais) foram obtidas no acervo de imagens históricas disponíveis no Google Earth Pro 7.3, através do software Elshayal Smart GIS 20.5¹⁵. Devido ao fato que o Map Puzzle só captura as imagens mais recentes disponíveis no Google Earth (Figura 11).

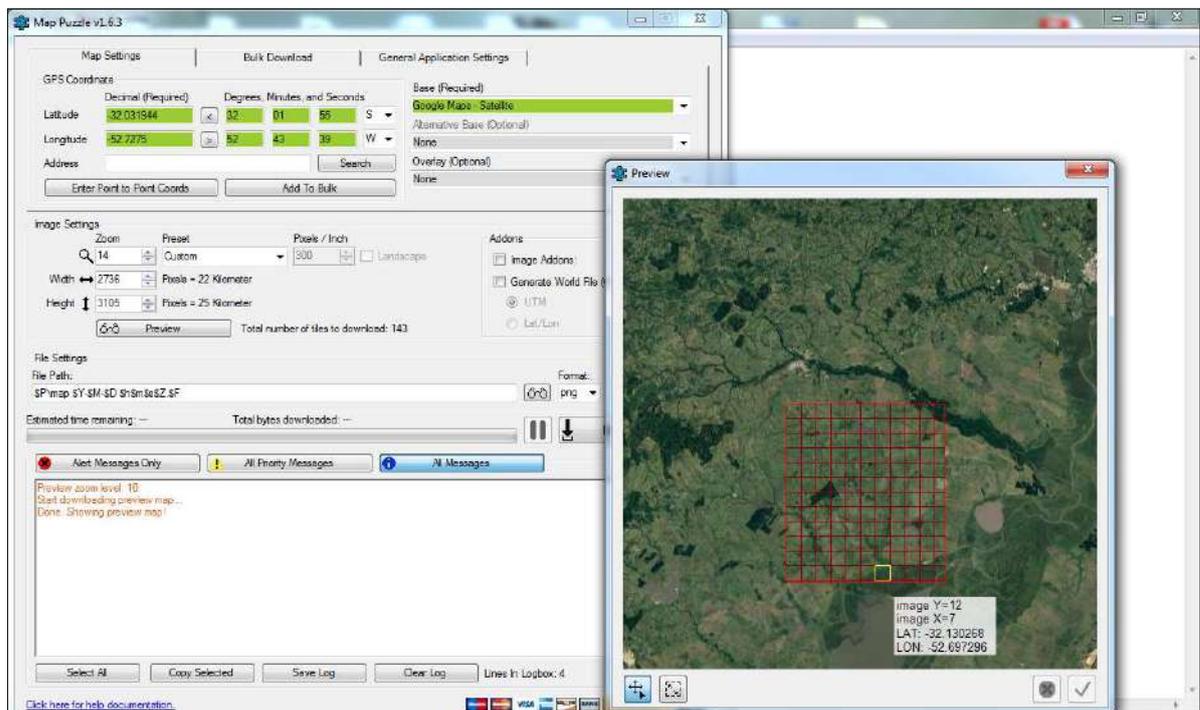


Figura 10: Seleção dos Parâmetros – coordenadas e dimensões, e prévia da grade de imagens à geração do Mosaico no Map Puzzle. Fonte: Autor.

¹⁴ Map Puzzle v. 1.6.3: freeware multimídia desenvolvido por Mikael Niva. Mais informações em: <https://www.softpedia.com/get/Multimedia/Graphic/Graphic-Others/Map-Puzzle.shtml>

¹⁵ O Elshayal Smart GIS 20.5 é um software livre de SIG básico, desenvolvido por Mohamed Elshayal. O programa permite a edição e visualização de dados geográficos (dados tabulares, vetorial e matricial) e a elaboração de mapas. Disponível em: <https://www.softpedia.com/get/Science-CAD/Elshayal-Smart.shtml>

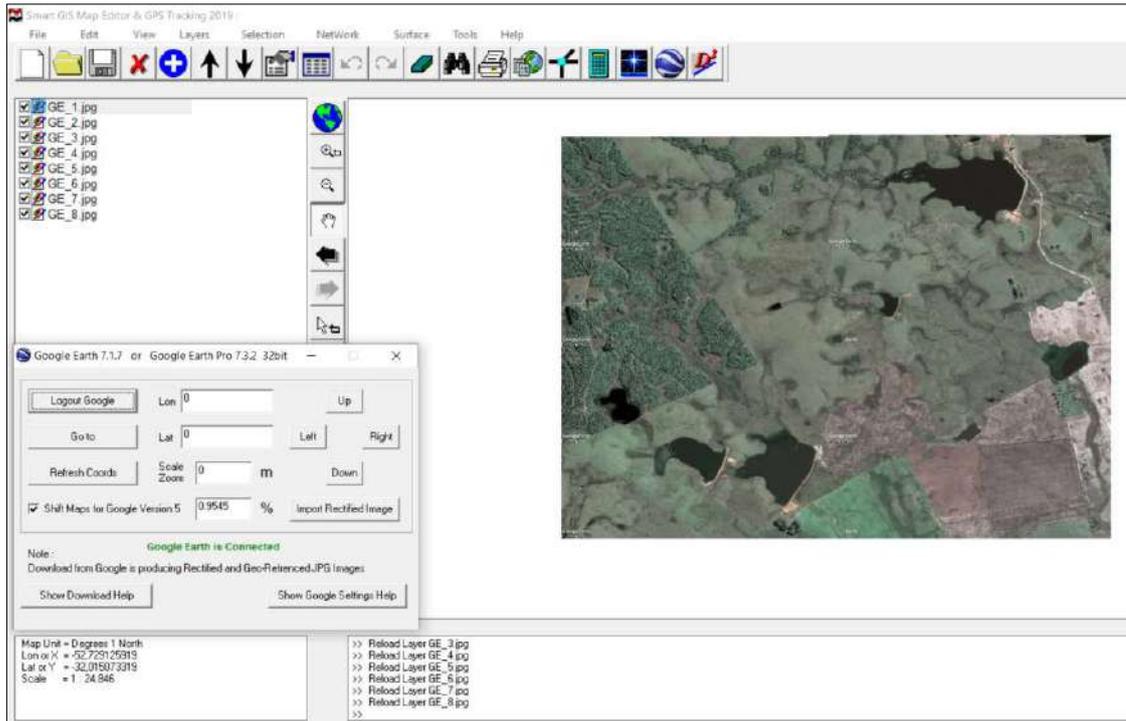


Figura 11: Procedimento de captura de imagens no software Elshayal. Fonte: Autor.

Depois, utilizou-se dos limites da bacia hidrográfica para referência espacial na captura das imagens para facilitar a identificação dos pontos de controle de georreferenciamento da etapa posterior (georreferenciamento do mosaico), pelo fato de que esse procedimento é mais simplificado de realizar em outros softwares.

2.4.7 Georreferenciamento dos Mosaicos

Os mosaicos gerados não são georreferenciados/registrados, tornando-se necessário recorrer ao software QGIS 2.18, com um plugin (complemento) que possibilita a visualização de um plano de fundo como base para realizar o georreferenciamento. Na ferramenta “georreferenciador de raster” do programa, utilizando técnicas semelhantes a etapa anterior de georreferenciamento dos anaglifos, os mosaicos são georreferenciados conforme pontos de controle distribuídos na Bacia Hidrográfica. Esses mosaicos são necessários nas etapas de Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra e de Mapeamento Hidrográfico (Figuras 12 e 13).

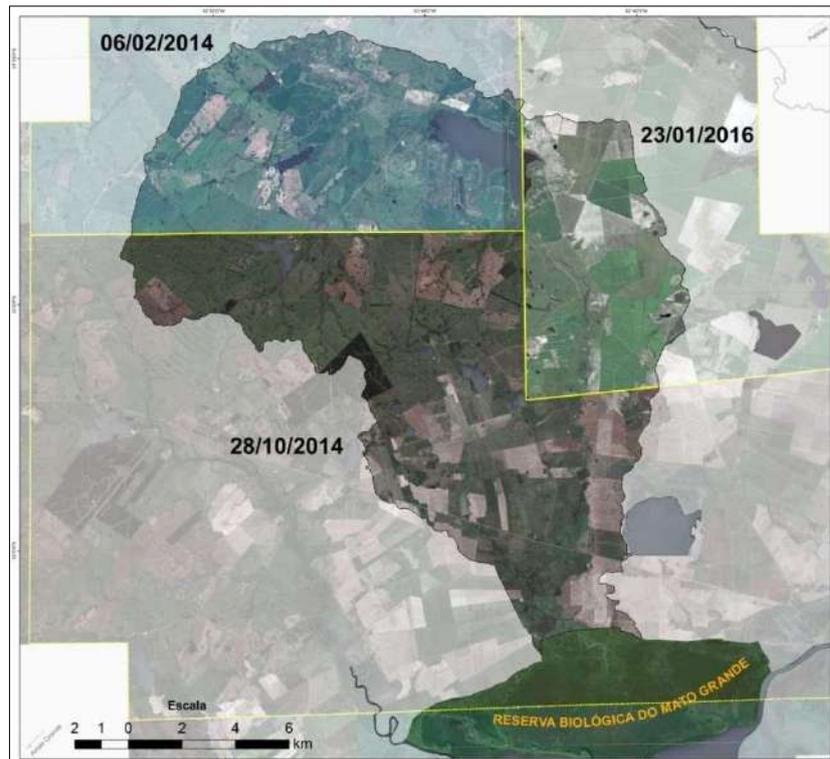


Figura 12: Mosaico Georreferenciado (Cenário 2014). Fonte: Autor.

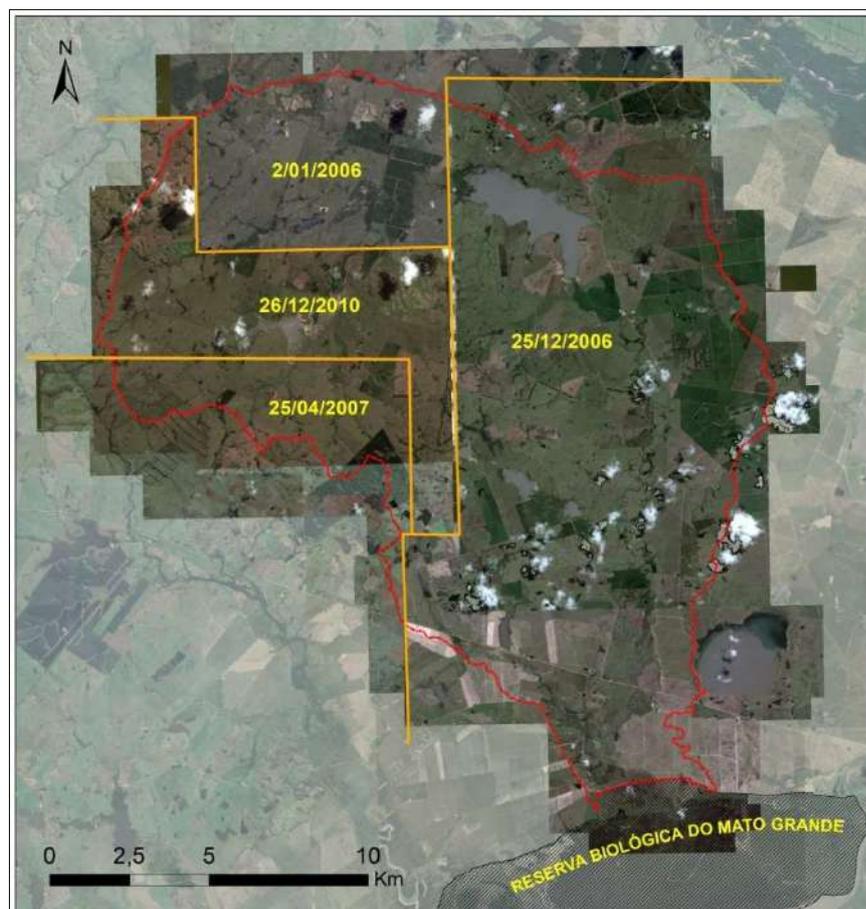


Figura 13: Mosaico Georreferenciado (Cenário 2008). Fonte: Autor.

2.5 Determinação das categorias de mapeamento – Simbologia cartográfica

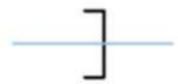
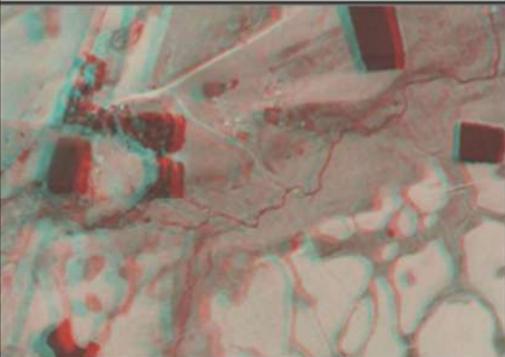
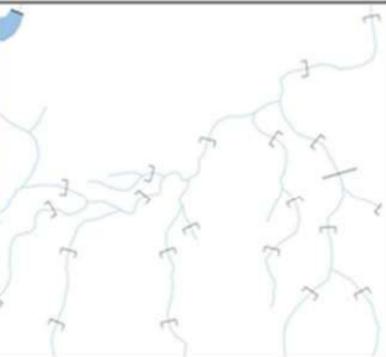
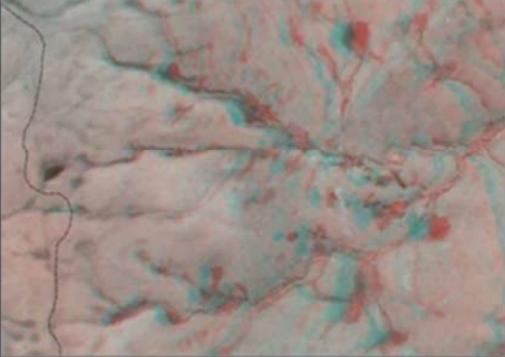
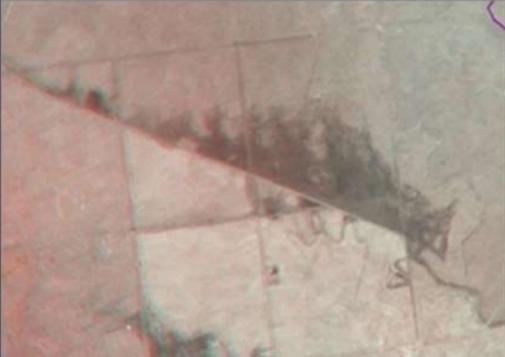
Nessa etapa foram estabelecidas as classes necessárias à organização da simbologia específica para os Mapeamentos de Cobertura e Uso da Terra e de Hidrografia. Resultando no conjunto de simbologias adaptadas à representação das feições naturais e antropogênicas que sintetizasse os dados representados.

Inicialmente foram estabelecidas as classes a serem utilizadas no mapeamento hidrográfico, com simbologia derivada de adaptações das propostas de Christofletti (1980) e Verstappen & Zuidan (1975), representando as feições morfohidrográficas e antropogênicas necessárias à análise da rede de drenagem na bacia, com o sistema de classificação conforme explanado no Quadro 1.

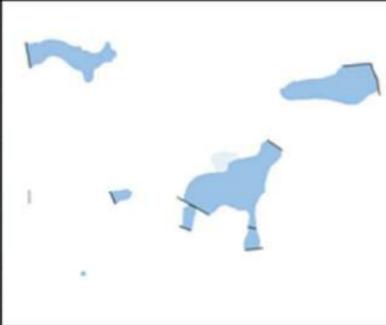
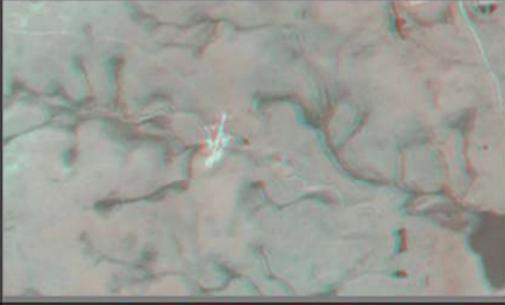
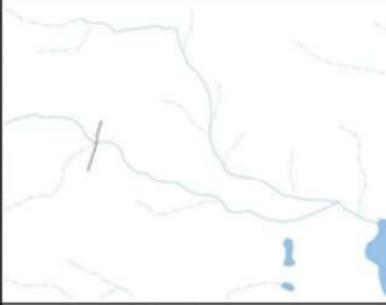
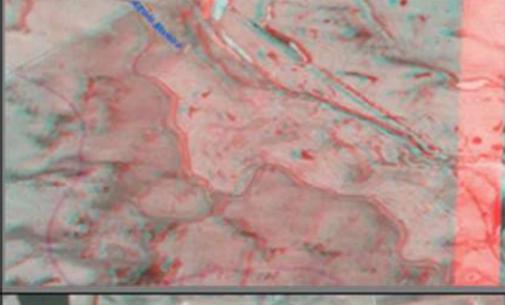
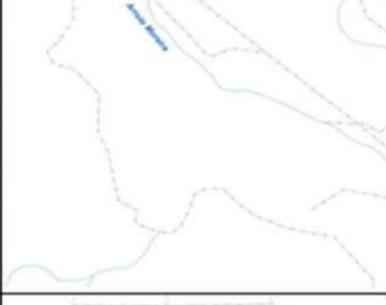
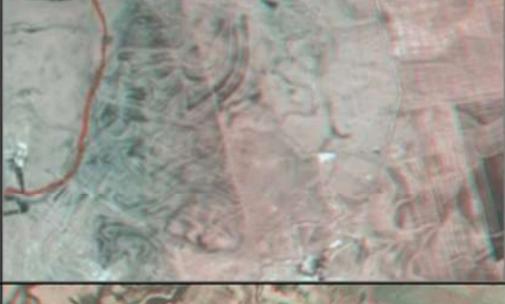
Com base nos anaglifos georreferenciados e através de técnicas de estereoscopia e de interpretação de fotografias aéreas (CERON e DINIZ, 1966; LOCH, 2008), foram mapeados elementos morfohidrográficos, como canais fluviais, corpos hídricos e as feições com interferência antrópica.

As Imagens dos Mosaicos - Cenários 2008 e 2014 - com escala estimada de precisão em 1:25.000, possibilitaram atualizar a rede de drenagem do mapeamento anterior, sem necessidade de inclusão/exclusão de uma classe de mapeamento.

Quadro 1: Sistema de Classificação dos Mapeamentos Hidrográficos

Sistema de Classificação utilizado no Mapeamento da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira – 1964 - 2014					
Classe/Simbologia	Descrição geral	Conceito e características representadas	Aspecto visual no Anaglifo - 1964	Aspecto visual Google Earth - 2014	Representação no mapa - 1964
<p>Canal Fluvial em Compartimento de Fundo de vale com perfil Transversal Plano</p> 	<p>Linha representando canal em um modelado de entalhe com fundo de vale plano.</p>	<p>São canais presentes em vales abertos, rasos, com ou sem a presença de vegetação na calha ou nas margens. Geralmente situados em fundos de vale planos. [2] [3].</p> <p>O principal curso d'água da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira é predominantemente desta classe.</p>		 Lat/Long.: 31° 57' 10" S / 52° 48' 17" W	
<p>Canal Fluvial em Compartimento de Fundo de vale com perfil Transversal em "V"</p> 	<p>Linha representando canal em um modelado de entalhe com fundo de vale agudo.</p>	<p>São canais presentes em áreas com maiores amplitudes altimétricas e com maior potencial erosivo. [2] [3].</p> <p>Existem poucos canais desta classe na área da bacia hidrográfica, localizados em fundos de vale agudos.</p>		 Lat/Long.: 31° 59' 25" S / 52° 51' 36" W	
<p>Canal Pluvial</p> 	<p>Linha representando a preferência do fluxo de escoamento pluvial superficial</p>	<p>São representações lineares que indicam no relevo, o trajeto preferencial do escoamento do fluxo pluvial superficial. São comuns na bacia hidrográfica e naturalmente se conectam com outros canais de ambos fundos de vale.</p> <p>No geral, nas áreas modificadas para o cultivo do arroz, a linha de fluxo sofre influência dos canais antropogênicos, terraços agrícolas e das demais alterações topográficas. [1] [2] [4].</p>		 Lat/Long.: 31° 58' 53" S / 52° 45' 18" W	
<p>Áreas Úmidas</p>  R= 153 G= 194 B= 230	<p>Áreas úmidas presentes em fundos de vale de baixa profundidade ou decorrentes da interferência antrópica</p>	<p>Áreas representando locais de acúmulo hídrico como brejos, pântanos, banhados e algumas áreas de expansão ou interceptação dos barramentos.</p> <p>São áreas com características de concentração hídrica, comuns no baixo curso da bacia hidrográfica e algumas barragens. Dependendo da situação, dificulta a visualização da calha dos canais fluviais em fundo de vales planos. [1] [4].</p>		 Lat/Long.: 31° 58' 25" S / 52° 40' 17" W	

[1]Goudie A.S.(2004). [2]Verstappen H.T. & Zuidam R.A.(1975). [3]Tricart J.(1965). [4]Convenção Cartográfica - IBGE

Sistema de Classificação utilizado no Mapeamento da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira – 1964 - 2014					
Classe/Simbologia	Descrição geral	Conceito e características representadas	Aspecto visual no Anaglifo - 1964	Aspecto visual Google Earth - 2014	Representação no mapa - 1964
<p>Barragem</p> 	<p>Linha delimitando a barragem dos corpos hídricos de origem antrópica.</p>	<p>Representa uma barragem construída com capacidade de retenção do fluxo hídrico dos canais fluviais. Em alguns casos pode interromper o fluxo dos canais fluviais. Sempre presente em conjunto de um corpo hídrico, auxilia para indicar a direção do fluxo de escoamento da barragem. [1][4].</p>		 <p>Lat/Long.: 32° 3' 29" S / 52° 44' 43" W</p>	
<p>Barragem Inativa</p> 	<p>Linha delimitando um a barragem em situação de abandono ou desuso.</p>	<p>Representa uma barragem em situação de abandono ou desuso, sem a presença de um corpo hídrico significativo. Existem diferenças nas características da vegetação ou solo da antiga área do reservatório da barragem, ou, apenas a estrutura da barragem sem aparente vinculação com alguma atividade. [1].</p>		 <p>Lat/Long.: 32° 1' 35" S / 52° 45' 21" W</p>	
<p>Canal Antropogênico</p> 	<p>Linha representando canal artificial construído para uso agrícola na irrigação de lavouras.</p>	<p>São canais construídos para uso agrícola, principalmente nas lavouras de arroz irrigado ou atividades relacionadas a práticas de irrigação. Feição comum em áreas mais planas da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. [1][2].</p>		 <p>Lat/Long.: 31° 59' 28" S / 52° 42' 4" W</p>	
<p>Canal Antropogênico Inativo</p> 	<p>Linha representando canal artificial em situação de abandono ou desuso.</p>	<p>Foram canais construídos para uso agrícola, que indicam que nessa área existiam atividades relacionadas ao cultivo de arroz irrigado ou apenas canais abandonados por alterações na própria lógica de irrigação da lavoura. Possui ocorrência dispersa na área da bacia hidrográfica. [1][2].</p>		 <p>Lat/Long.: 32° 3' 41" S / 52° 44' 12" W</p>	
<p>Corpos Hídricos [A]</p> <p>Canal Fluvial [B]</p>  <p>R = 153 G = 194 B = 230</p>	<p>Áreas representando corpos hídricos naturais e antrópicos [A].</p> <p>Áreas representando canais fluviais largos [B].</p>	<p>Constituem em áreas com volume considerável de água (com ou sem movimento) decorrentes da interferência antrópica ou natural. São áreas expressivas na bacia hidrográfica em forma de barragens e açudes, presentes nos principais cursos d'água [A]. Também representam os canais fluviais, quando a largura das margens do canal possui dimensão expressiva [B]. [2][3][4].</p>		 <p>Lat/Long.: 31° 56' 46" S / 52° 44' 58" W</p>	

[1]Goudie A.S.(2004). [2]Verstappen H.T. & Zuidam R.A.(1975). [3]Tricart J.(1965). [4]Convenção Cartográfica - IBGE

Posteriormente, foram determinadas as classes nos mapeamentos de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira, as quais seguiram as orientações conforme o “Manual técnico de uso da terra” (IBGE, 2013).

A identificação das classes ocorreu a partir do segundo nível de mapeamento (subclasses) proposto pelo IBGE (2013), com simbologia adaptada aos sistemas produtivos rurais da área de estudo, conforme no Quadro 2. Não foram verificadas áreas na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira que se caracterizam por usos antrópicos não agrícolas (uso urbano, industrial ou mineração, por exemplo).

Classes de Cobertura e Uso da Terra – Adaptado de 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 sedem 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 2: Sistema de Classificação das Coberturas e Usos da Terra na B. H. Arroio Moreira.

A partir das características locais da área em estudo, subdividiu-se a subclasse campestre em duas unidades - Campo Limpo e Campo Sujo. Devido a diversidade de ocorrência de áreas campestres, que variam desde áreas com vegetação rasteira a áreas com vegetação arbustiva ou áreas com campos úmidos.

De modo semelhante, a subclasse Culturas Temporárias foi subdividida em duas unidades - Arroz Irrigado e Demais Culturas Temporárias. Pelo fato da existência de áreas expressivas da cultura de arroz irrigado, tornando necessário separar esse uso em uma classe de mapeamento específica.

2.6 Mapas Hidrográficos – Cenários de 1964, 2008 e 2014

Os mapeamentos hidrográficos foram elaborados no software ArcGIS® 10.2¹⁶ da ESRI¹⁷, a partir da criação do Projeto e Banco de Dados. O Projeto contém as especificações para as camadas de informações do mapa, layout e entre outras características do mapa. O projeto (formato de arquivo MXD) deve estar vinculado ao banco de dados para exibir as informações vetoriais e matriciais dos elementos mapeados. Utilizou-se o Datum do projeto como SIRGAS 2000. O Banco de Dados (formato MDB) é genericamente do tipo relacional, com uma coleção de conjuntos de dados geográficos (vetoriais ou matriciais) agrupados em uma pasta comum desse sistema de arquivos.

Após a estruturação do Banco de Dados, foram adicionadas as bases cartográficas (vetorial e matricial georreferenciada) dos mosaicos do período respectivo ao mapeamento, sem alterar o histograma de cores original do arquivo.

No programa são criados os planos de informação (formato shapefile¹⁸) referentes às classes elaboradas na simbologia específica ao mapeamento. Com as classes determinadas, inicia-se o procedimento de análise e vetorização das feições. Ela é realizada a partir da fotointerpretação dos anaglifos tridimensionais na tela, com utilização de óculos específicos (3D Anaglifo - Red/Cyan).

O mapeamento foi realizado com base na escala 1:10.000, utilizando técnicas de estereoscopia no processo de vetorização da informação contida na base matricial, conforme a seguinte sequência:

¹⁶ ArcGIS é um sistema de informação geográfica (SIG) para trabalhar com mapas e informações geográficas.

¹⁷ Environmental Systems Research Institute (ESRI): empresa americana fundada em 1969, atualmente fornecedora internacional de software de sistemas de informação geográfica.

Acessado em: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/get-started/introduction/whats-new-in-arcgis.htm>

¹⁸ Shapefile é um formato de arquivo que serve para armazenar a localização geométrica e atribuir informações cadastrais aos elementos do mapa. O shapefile pode ser representado por pontos, linhas ou polígonos (área).

- [1] Canais fluviais principais (Arroio Moreira e Sanga Funda)
- [2] Corpos Hídricos (com a Linha de barragem, se existir)
- [3] Elementos fluviais, pluviais e antropogênicos restantes.
- [4] Identificação das Áreas Úmidas

A vetorização manual consiste na demarcação de pontos para elaborar entidades do tipo ponto, linha e polígonos, através da interferência sistemática do operador que deve marcar as posições em que devem ser registradas as coordenadas pertinentes àquelas entidades. A qualidade final deste modo de vetorização depende da habilidade do operador (PAULINO, 2000)

2.7 Mapas de Cobertura e Uso da Terra – 1964, 2008 e 2014

Os mapas de Cobertura e Uso da Terra foram elaborados no software ArcGIS, tendo como base os mosaicos de imagens obtidas no Google Earth. Após a estruturação de um novo Projeto e Banco de Dados, foram mapeadas em escala de 1:10.000 as feições referentes as classes conforme sistema de classificação descrito anteriormente (Quadro 1).

O processo de mapeamento utilizou técnicas de fotointerpretação das classes de cobertura e uso da terra nos anaglifos no primeiro cenário (1964), e utilizou de técnicas de interpretação de imagens orbitais nos outros cenários (2008 e 2014), realizando a delimitação na forma de vetorização manual dos polígonos com características similares de tonalidade, textura, padrão e forma.

2.8 Mapa de Legislação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira

A elaboração do Mapa de Legislação Ambiental refere-se à aplicação da Lei nº 12.651/2012 (“novo” código florestal) em relação aos critérios/exigências das Áreas de Preservação Permanente (APP) nos imóveis rurais situados na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.

Os limites desses imóveis rurais foram obtidos na plataforma do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), que contém informações dos

imóveis rurais fornecidas pelos registros referentes aos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR), atualizados até dezembro de 2019.

Após a estruturação de um novo Projeto e Banco de Dados, adicionaram-se as bases vetoriais do Mapeamento hidrográfico (cenário de 2008), e as bases matriciais do Mapa de Cobertura e Uso da Terra (cenário de 2008). Utilizou-se dessa base hidrográfica para referenciar a aplicação dos critérios legais referentes a delimitação das APP, e do mapa de Cobertura e Uso da Terra para verificar as áreas que se enquadram no conceito de Área Rural Consolidada, conforme Quadro 3:

Quadro 3: Exigências Gerais e Mínimas de Preservação/Recuperação de APP

CATEGORIAS		REGRA GERAL	ÁREAS RURAIS CONSOLIDADAS				
			Até 1MF ^{II}	De 1 a 2MF	De 2 a 4MF	De 4 a 10MF	> de 10MF
Limitador de Exigência para Recuperação^I		INTEGRAL	10 %		20%	INTEGRAL	
Cursos d'água Naturais Perenes ou Intermitentes	Até 10m	30m	5m	8m	15m	20m	30m
	De 10 a 50m	50m				30m	30m
	De 50 a 200m	100m				30 a 100m ^{III}	30 a 100m ^{III}
Nascentes e Olhos d'água		50m	15m				
Reservatórios d'água Artificiais	Até 1ha	Dispensado	Dispensado				
	Com barramento	Licenciamento	Lei não estabelece exigência mínima de recuperação				
Banhados		Total	Lei não estabelece exigência mínima de recuperação				

^I Percentual máximo de comprometimento da área do imóvel com APP.

^{II} Módulo Fiscal.

^{III} Equivalente a metade da largura do curso d'água.

Fonte: Adaptado de SENAR (2014).

Os reservatórios d'água artificiais maiores que 1 hectare e que possuem barramento devem obedecer às exigências previstas em licenciamento ambiental. Porém, tais informações não foram encontradas para consulta pública nos órgãos competentes. Logo, não foram delimitadas APP's referentes a estas categorias no mapa.

Ressalta-se que a legislação ambiental não exige que canais artificiais existentes até a data de 22/08/2008 possuam APP, ou que esses canais sejam recuperados. Portanto, nos canais artificiais (canais antropogênicos) verificados no

mapeamento, não foi proposta a delimitação de APP ou exigência de recuperação ambiental nesses segmentos.

Outra etapa necessária para estabelecer as APP na Bacia Hidrográfica, é a Identificação do Módulo Fiscal¹⁹ correspondente a cada propriedade rural. Os dados do CAR são atribuídos conforme o município registrado, possibilitando distinguir o valor do módulo fiscal nas propriedades. Conforme informado pela EMBRAPA (2020) com dados do INCRA, os imóveis rurais cadastrados no município de Pedro Osório possuem módulo fiscal equivalente a 16 hectares. Os imóveis cadastrados no município de Arroio Grande possuem módulo fiscal equivalente a 40 hectares.

Também não foi delimitada áreas de APP nos terrenos dos imóveis em área fora da bacia, pois esse estudo limitou-se a utilizar a bacia hidrográfica como unidade de análise espacial.

¹⁹ O conceito de Módulo Fiscal introduzido pela Lei nº 6.746/1979, expressa a área mínima necessária para que uma unidade produtiva seja economicamente viável. O valor do módulo fiscal de um imóvel é utilizado principalmente na aplicação da alíquota no cálculo do Imposto Territorial Rural; na definição de benefícios atribuídos à pequena propriedade ou posse rural familiar; na definição de faixas mínimas para recomposição de Áreas de Preservação Permanente e na manutenção ou recomposição de Reserva Legal. Também é utilizado na definição de Agricultor Familiar e Empreendedor Familiar Rural, conforme a Lei nº 11.326/2006. Atualmente esse valor é estabelecido pelo INCRA para cada município com o valor unitário do módulo expresso em hectares (que pode variar de 5 a 110 hectares) EMBRAPA (2020).

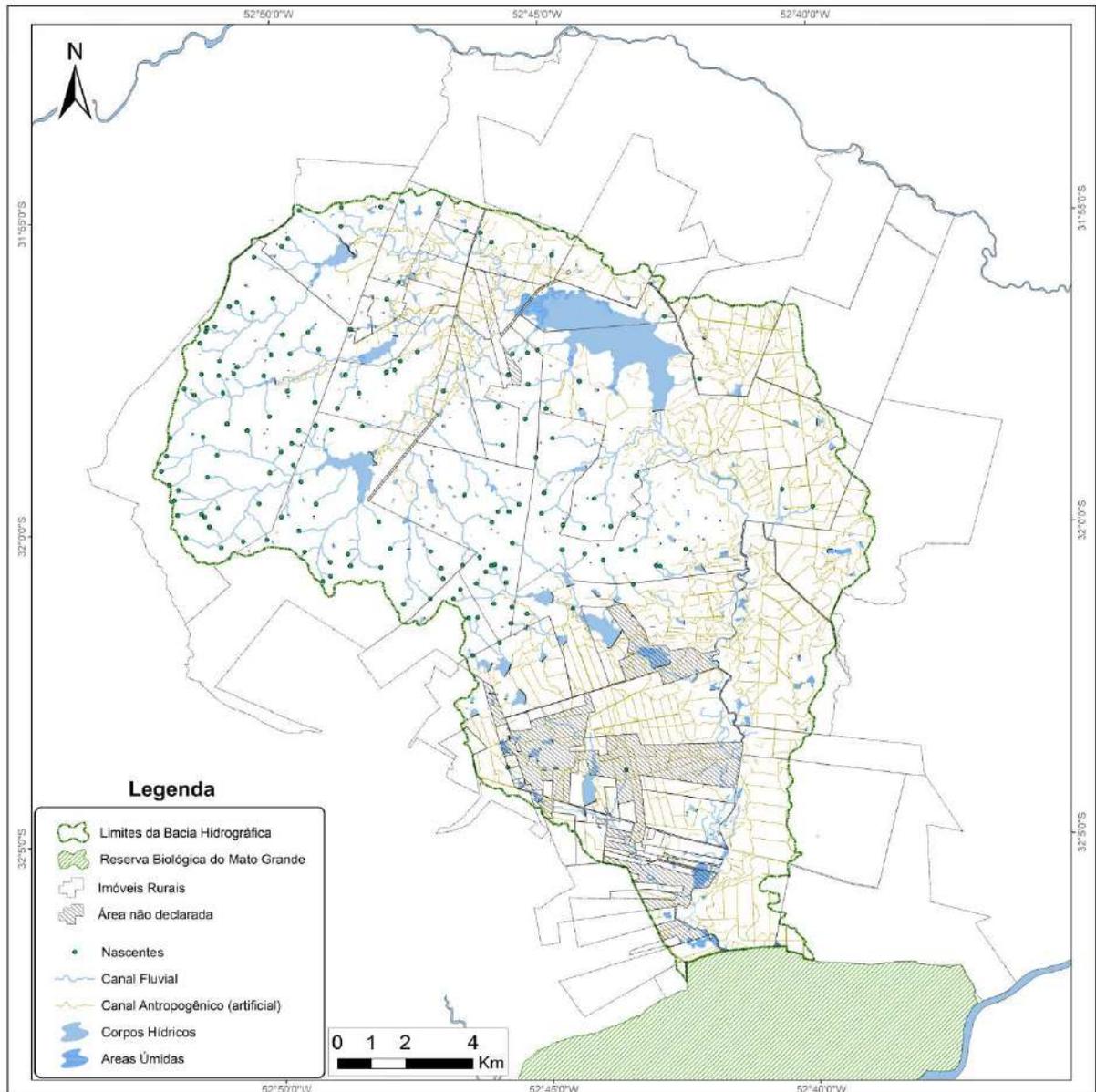


Figura 14: Bases cartográficas referentes aos Imóveis Rurais e a hidrografia da Bacia do Arroio Moreira, utilizada para elaboração do mapeamento de legislação ambiental.

Com as bases cartográficas necessárias, foi possível realizar o mapeamento das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica, com base na legislação vigente. Resumidamente, o procedimento para determinar as Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica seguiu quatro etapas: [I] Organização do Projeto e Banco de Dados (Base Hidrográfica, Mapa de Cobertura e Uso da Terra de 2008 e Dados do CAR); [II] Identificação dos Módulos Fiscais de cada propriedade rural; [III] Verificação das Áreas Rurais Consolidadas / Áreas com Vegetação Nativa e [IV] Estabelecimento das Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.

3. Revisão Bibliográfica

Nesse capítulo de referencial bibliográfico, como explanado anteriormente na metodologia, serão abordados temas sobre Direito e Legislação Ambiental Brasileira; Cadastro de Imóveis Rurais, Cadastro Ambiental Rural (CAR) e Programa de Regularização Ambiental (PRA). Os quais servem como base ou tem relação na parte teórica, metodológica e dos resultados dessa dissertação.

3.1 A Questão Ambiental, Constituição Federal e Constituição Estadual do Rio Grande do Sul

A crescente degradação do meio ambiente ocorrida no período pós Segunda Guerra Mundial, ocasionou na redução da qualidade de vida da população e colocando em risco as futuras gerações, tornou-se motivo para elaboração de meios legais mais eficazes na tutela dos recursos ambientais, pelo Poder Público e sociedade. Nesse sentido, os países começaram a editar normas jurídicas mais rígidas para a proteção do meio ambiente, no caso do Brasil havia leis importantes referentes à questão ambiental, como o Código de Águas²⁰, o Código Florestal²¹ e a Lei de Proteção à Fauna²², porém não existia uma política governamental exclusiva nesse sentido (GANEM, 2019).

A partir dos anos 1950, passaram a existir no estado do Rio Grande do Sul as primeiras associações de cunho ambientalista/ecológico²³, e, posteriormente, na administração pública gaúcha foram criadas as primeiras secretarias municipais de

²⁰ O Código de Águas foi instituído a partir do Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934.

²¹ O Código Florestal foi instituído pela Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965.

²² A Lei de Proteção à Fauna é instituída pela Lei nº 5.197 de 3 de janeiro de 1967.

²³ A União Protetora da Natureza (1955) foi a primeira associação ambientalista do Brasil. Foi dissolvida após a morte do fundador Henrique Luiz Roessler, em 1963. Posteriormente, José Lutzenberger e outros ambientalistas fundaram a Associação de Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural (AGAPAN) em 1971.

meio ambiente²⁴. Também foi o primeiro estado brasileiro a legislar sobre o controle de agrotóxicos²⁵. Fatos que exemplificam o pioneirismo do estado na questão ambiental de forma estruturada e organizada em relação aos demais estados do Brasil, apesar de que historicamente a criação da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA) tenha sido considerada tardia²⁶ (RIO GRANDE DO SUL, 2012).

No ano de 1972 foi realizado em Estocolmo (Suécia) a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, considerada um marco no ambientalismo moderno, por incentivar a inclusão das pautas ambientais nas políticas governamentais. No mesmo ano, influenciado pela conferência, foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que incentiva ações governamentais em vários países direcionadas à proteção ambiental (GANEM, 2019).

No Brasil, em 1973, foi criada a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA)²⁷, vinculada ao Ministério do Interior e responsável na execução das ações de proteção ambiental. Em 1981, a Política Nacional do Meio Ambiente também foi criada por influência de debates associados à Conferência de Estocolmo, atribuindo mais importância e visibilidade as atividades da Secretaria. Posteriormente, a SEMA serviu como base à criação do Ministério do Meio Ambiente (MMA)²⁸ e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)²⁹.

Em 1983 foi criada a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, e a partir desse órgão colegiado, foi elaborado o “Relatório Brundtland”³⁰. Precursor em definir o conceito de desenvolvimento sustentável, sendo “aquele que atende às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade de as futuras gerações terem suas próprias necessidades atendidas”.

²⁴ A Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre foi criada em 1976, e o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de São Leopoldo em 1979.

²⁵ A Lei Estadual 7.747/1982 definiu os critérios para o controle comercial de agrotóxicos no Rio Grande do Sul, instituindo a obrigatoriedade da emissão do receituário agrônomo. Tal exigência a nível federal ocorreu apenas com a promulgação da Lei 7802/1989, que dispõe sobre a cadeia produtiva relativa aos agrotóxicos (pesquisa, produção, embalagem e rotulagem, transporte, comercialização, destino final das embalagens, entre outras providências).

²⁶ A Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA) foi criada em 1999. Tardamente se comparada a outras instituições estaduais dos estados de São Paulo (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - 1968) e da Paraíba (Superintendência de Administração do Meio Ambiente - 1978).

²⁷ A SEMA foi criada a partir do Decreto nº 73.030 de 30 de outubro de 1973.

²⁸ O MMA foi criado a partir do Decreto nº 91.145 de 15 de março de 1985.

²⁹ O IBAMA foi criado pela Lei nº 7.735 de 22 de fevereiro de 1989.

³⁰ O documento “Nosso Futuro Comum”, mais conhecido como “Relatório de Brundtland”, foi publicado em 1987. O Relatório possui o nome “Brundtland” em homenagem a presidente da Comissão, a política norueguesa Gro Harlem Brundtland.

No mesmo ano, no Brasil, ocorriam os debates da Assembleia Nacional Constituinte, com a finalidade de elaborar uma nova Constituição, com a instalação de comissões temáticas ambientais, as quais possuíam referências expressas ao Relatório Brundtland (GANEM, 2019).

Com a promulgação da atual Constituição Federal (1988), pela primeira vez na história brasileira uma constituição possui um capítulo específico ao meio ambiente. Devido aos debates referentes à questão ambiental presentes nos trabalhos realizados da Assembleia Nacional Constituinte. A estrutura interna da Constituição foi elaborada em nove títulos (do Título I ao IX) com 250 artigos, sendo que existem doze dispositivos referentes à proteção do meio ambiente, conforme o Quadro 4.

Dispositivos ambientais na estrutura interna da Constituição Federal (1988)				
Título	Capítulo	Descrição do Tópico	Artigo	Inciso
Título II		Dos Direitos e Garantias Fundamentais		
	Capítulo I	Dos Direitos e Deveres Individuais Coletivos	Art. 5	LXXIII
Título III		Da Organização do Estado		
	Capítulo II	Da União	Art. 20 Art. 23 Art. 24	II e IV VI e VII VI, VII e VIII
Título IV		Da Organização dos Poderes		
	Capítulo IV	Das Funções Essenciais à Justiça		
	Seção I	Do Ministério Público	Art. 129	III
Título VII		Da Ordem Econômica e Financeira		
	Capítulo I	Dos Princípios Gerais da Atividade Econômica	Art. 170 Art. 174 Art. 177	VI § 3º § 4º II b
	Capítulo III	Da Política Agrícola e Fundiária e da Reforma Agrária	Art. 186	II
Título VIII		Da Ordem Social		
	Capítulo II	Da Seguridade Social		
	Seção II	Da Saúde	Art. 200	VIII
	Capítulo V	Da Comunicação Social	Art. 220	§ 3º II
	Capítulo VI	Do Meio Ambiente	Art. 225	

Quadro 4: Dispositivos constitucionais referentes à proteção do meio ambiente. Fonte: Adaptado de Constituição Federal - 1988

Com base no Artigo 255 da Constituição, consolidou-se uma base normativa que tornou possível a elaboração de legislação infraconstitucional³¹ com estabilidade

³¹ Entende-se por legislação infraconstitucional todo conjunto legislativo ou regulatório que estão hierarquicamente abaixo da Constituição Federal.

legal para as ações do poder público e da sociedade, nitidamente influenciada pelo conceito de desenvolvimento sustentável (SOUZA, 2012).

Também merecem destaque, os trabalhos realizados pelas organizações multilaterais de caráter intergovernamental (Organização das Nações Unidas, Banco Mundial etc.) que ampliaram relações entre os países através de tratados internacionais. Os países signatários se submetem às regras firmadas, levando em conta os aspectos favoráveis e interesses em determinado período. Logo a criação de normas depende desse acordo e os órgãos multilaterais têm limitada capacidade de deliberação em relação aos seus Estados-membros. No entanto, tais ações representam avanços em relações diplomáticas, através da estrutura jurídica e política que permitem negociações pacíficas entre países com interesses conflitantes (AGUILLAR, 2016).

Na cidade iraniana de Ramsar, em janeiro de 1971, ocorreu a “Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat para Aves Aquáticas”, reconhecida também como Convenção de Ramsar. O objetivo inicial era estabelecer um tratado intergovernamental de proteção dos habitats aquáticos importantes à conservação de aves migratórias. O tratado foi ratificado no mesmo ano, mas entrou em vigor a partir de 1975.

Posteriormente ampliou a abrangência para as demais áreas úmidas de modo a promover conservação e uso sustentável pela sociedade, estabelecendo padrões para as ações nacionais e de cooperação entre países signatários. Tais ações realizadas nas áreas úmidas devem estar fundamentadas no reconhecimento da importância ecológica, científica, socioeconômica e recreativa. Desde 1980 são realizadas conferências trienais pelo mundo, sendo a conferência mais recente a edição de 2018 em Dubai. Atualmente o tratado abrange 171 nações signatárias, com 2.389 áreas úmidas demarcadas (RAMSAR, 2019).

A partir de 1982 comissões legislativas do Brasil começam a participar das conferências, sendo que posteriormente, propostas de adesão ao tratado são enviadas para discussão e aprovadas no Congresso Nacional em 1992. Em 1996 a Convenção de Ramsar foi incorporada à estrutura legislativa nacional através da promulgação do Decreto nº 1.905/1996³². Atualmente no Brasil existem 27 áreas

³²Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996: Promulga a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, conhecida como Convenção de Ramsar de 02 de fevereiro de 1971.

registradas na Lista de Ramsar³³ (sendo 24 em unidades de conservação e 3 em Sítios Ramsar Regionais).

A Convenção de Ramsar também definiu um conceito próprio sobre as zonas (áreas) úmidas e recomenda a utilização desse conceito nos países que ainda não possuem um sistema próprio de classificação, mas reconhece que o conceito é genérico e estimula que cada país construa um sistema nacional. No Brasil foi instituído, em 2003, o Comitê Nacional de Zonas Úmidas (CNZU), responsável por definir ações e diretrizes da Convenção de Ramsar no país. Das deliberações realizadas em 2015 pelo CNZU³⁴, as Áreas Úmidas foram definidas como:

Ecosistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, continentais ou costeiros, naturais ou artificiais, permanente ou periodicamente inundados ou com solos encharcados. As águas podem ser doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptados à sua dinâmica hídrica (JUNK et.al., 2013).

O CNZU também recomenda a identificação da zona de extensão de uma área úmida, com limites resultantes da inundação permanente ou sazonal, incluindo as áreas permanentemente secas em seu interior, e os habitats vitais para a manutenção da integridade funcional e da biodiversidade. As zonas de extensão geralmente ocorrem em solo hidromórfico, com presença de espécies hidrófitas ou lenhosas adaptadas a solos alagados (JUNK et. al., 2013).

As zonas úmidas devem ser conservadas, dada a sua importância em diversos aspectos, tais como proporcionar condições fundamentais para a preservação da biodiversidade, manter o equilíbrio do regime hídrico e das forças erosivas, e, atender as necessidades humanas de abastecimento de água, uso econômico e uso recreativo (MMA, 2020).

Portanto, sociedade e governo dos países signatários precisam executar planos para promover a preservação, conservação e uso sustentável das zonas úmidas, mesmo daquelas zonas não incluídas na Lista de Ramsar. Também são

³³ Lista de Ramsar: é a principal forma aceita pela Convenção para implementar seus objetivos. São importantes áreas de ecossistemas úmidos, selecionadas pelos países signatários para serem aprovadas por especialistas da Convenção. Quando aprovadas, essas áreas recebem o título de "Sítios Ramsar", com compromissos e benefícios assumidos pelo país contemplado.

³⁴ Através do Documento "Recomendação CNZU nº 7, de 11 de junho de 2015". Nesse documento também foi aprovado um sistema de classificação das áreas úmidas brasileiras.

necessários projetos e ações que incentivem pesquisas e intercâmbio de dados, com publicações relativas aos estudos e da gestão das zonas úmidas.

Semelhante ao conceito de áreas úmidas citado anteriormente, o atual Código Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (2020) estabeleceu, além de outras áreas protegidas, dispositivos legais referentes a conceituação e proteção dos banhados como área de preservação permanente, conforme trecho a seguir:

Código Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul

Artigo 2º XIII - banhados: ecossistemas úmidos caracterizados por solos hidromórficos naturalmente alagados ou saturados de água de forma periódica, excluídas as situações efêmeras, onde se desenvolvem fauna e flora típicas, com características e peculiaridades definidas em regulamento;

Artigo 117. Nos processos de outorga e licenciamento de utilizações de águas superficiais ou subterrâneas, deverão ser obrigatoriamente considerados pelos órgãos competentes:

[...] IV - a manutenção de níveis históricos médios adequados para a manutenção da vida aquática e o abastecimento público, no caso de lagos, lagoas, banhados, águas subterrâneas e aquíferos em geral.

[...]

Art. 144. Consideram-se Áreas de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para efeitos desta Lei, aquelas normatizadas pela legislação federal, bem como as áreas definidas como banhados e marismas.

(RIO GRANDE DO SUL, 2020).

Conforme pesquisas realizadas pela Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul a respeito das Áreas Úmidas, foram identificadas 1.697 feições e fragmentos distribuídos em 6.007,4 km² no estado do Rio Grande do Sul. Desse total, 43,7% dessas áreas úmidas (2.626,9 km²) encontram-se localizadas em áreas protegidas por lei, unidades de conservação e áreas de preservação permanente (FZB, 2013).

As Unidades de conservação como o Parque Nacional da Lagoa do Peixe e a Estação Ecológica do Taim possuem Sítios Ramsar, reforçando a importância de preservação de tais áreas no estado. Com a identificação de áreas com o mesmo potencial, futuramente podem ser incentivadas a criação de novas unidades de conservação e a inclusão destas na Lista de Ramsar, principalmente na região da Lagoa Mirim, Canal São Gonçalo e Laguna dos Patos (Figura 15).

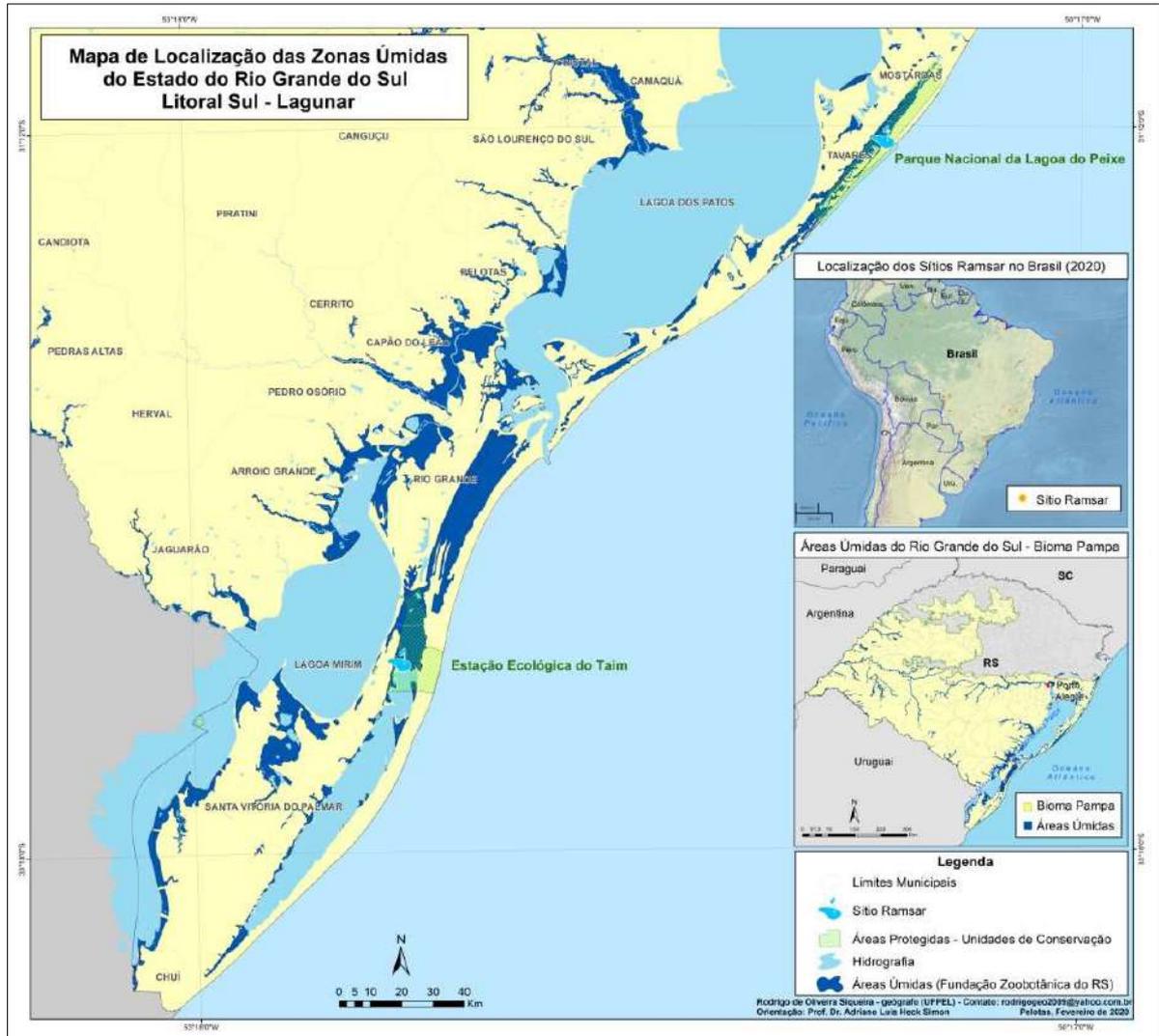


Figura 15: Mapa de Localização das Áreas Úmidas do Rio Grande do Sul – Litoral Sul – Lagunar.
 Fonte: adaptado de Fundação Zoobotânica (2013) e Ramsar Sites Information (2020).

No atual modelo federativo brasileiro, o direito constitucional pode ser elaborado em escala federal e estadual. Em suma, a Constituição Federal é um conjunto de regras e princípios fundamentais que regem o Estado brasileiro em sua totalidade (territorial, pessoal e temporal), enquanto a constituição estadual é um conjunto de regras e princípios que regem determinado povo e unidade territorial estadual. A maioria das constituições estaduais possui conteúdo semelhante ao da Constituição Federal (necessidade dos estados de remeter a soberania nacional) e diferenças pontuais ocorrem em temas específicos que não foram tratados na Constituição Federal (ESPÍNDOLA, 2010).

A atual Constituição Estadual do Rio Grande do Sul³⁵ possui um capítulo referente ao meio ambiente (Capítulo IV, do Artigo 250 ao Art. 259) e expressa basicamente os princípios fundamentais relativos ao meio ambiente promulgados na Constituição Federal. Além disso, destaca-se a importância do Artigo 40 (Disposições Constitucionais Transitórias) da Constituição Estadual do Rio Grande do Sul, com relação ao ordenamento sobre o meio ambiente e aos recursos naturais do estado:

Constituição Estadual do Rio Grande do Sul (1989)

Ato das Disposições Constitucionais Transitórias

Art. 40. No prazo de cento e oitenta dias da promulgação da Constituição, serão editados:

- I - Código Estadual do Meio Ambiente;
- II - Código Estadual de Uso e Manejo do Solo Agrícola;
- III - Código Estadual Florestal.

Parágrafo único. Os Códigos a que se refere este artigo unificarão as normas estaduais sobre as respectivas matérias, dispondo, inclusive, sobre caça, pesca, fauna e flora, proteção da natureza, dos cursos d'água e dos recursos naturais, e sobre controle da poluição, definindo também infrações, penalidades e demais procedimentos peculiares (RIO GRANDE DO SUL, 2020).

Apesar da intenção dos constituintes gaúchos em propor a elaboração do Código Estadual do Meio Ambiente pouco tempo após a promulgação da Constituição Estadual (1989), o Código Estadual de Meio Ambiente foi publicado somente a partir da promulgação da Lei nº 11.520, de 3 de agosto de 2000. Outras normas estaduais, como o Código Estadual de Uso e Manejo do Solo Agrícola e o Código Estadual Florestal, foram promulgadas, respectivamente, em 1991 e 1992³⁶.

A promulgação dessas normativas constituiu avanços significativos para o direito ambiental estadual, e posteriormente, a sociedade passou a exigir novas demandas para renovação do arcabouço normativo e regulatório existente sobre os recursos naturais. Porém, conforme observado na publicação da Assembleia Legislativa do Estado (RIO GRANDE DO SUL, 2012), os setores primários da economia demonstraram resistência às propostas, principalmente na elaboração de um novo Código Estadual do Meio Ambiente, provavelmente mais rigoroso:

³⁵ Promulgada em 3 de outubro de 1989, pela Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul.

³⁶ O Código Estadual de Uso e Manejo do Solo Agrícola foi estabelecido a partir da Lei 9.474, de 20 de dezembro de 1991. O Código Estadual Florestal foi estabelecido a partir da Lei 9.519, de 21 de janeiro de 1992.

[...] Partia do pressuposto que a legislação ambiental era entrave ao desenvolvimento econômico, que penalizava a produção e que fazia do produtor rural um vilão ambiental. Nada mais inverídico. Basta constatar que o Brasil e o Rio Grande do Sul, sob a égide da legislação em vigor, ano a ano batem recordes de produção e produtividade. Assim, não é a legislação ambiental óbice ao desenvolvimento econômico. (RIO GRANDE DO SUL, 2012, pág. 16).

Depois do arquivamento do Projeto de Lei 154/2009 (instrumento legal que reunia esforços da renovação do Código Estadual do Meio Ambiente) principalmente por pressão dos setores produtivos as atenções se voltaram para os debates nacionais referentes à aprovação da Lei 12.651/2012, reconhecida popularmente como “Novo” Código Florestal Brasileiro. Depois da promulgação da referida legislação, foram restabelecidos os debates referentes à aprovação de um “novo” Código Estadual do Meio Ambiente para o Rio Grande do Sul.

O atual Código Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul foi promulgado pela Lei 15.434 de 9 de Janeiro de 2020. Entre as principais alterações, destacam-se as feitas no Sistema Estadual de Unidades de Conservação (Art. 34) com a inclusão do Bioma Pampa como “unidade de aspecto conservacionista” (Art. 203)³⁷ e adequações sobre a proteção da vegetação nativa e preceitos referentes à Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (também conhecida como “Código Florestal”). Ressalta-se que a promulgação do Código Estadual do Meio Ambiente é recente, portanto, existe a possibilidade de tópicos serem revogados ou adicionados dependendo dos projetos de lei aprovados na Assembleia Legislativa estadual.

3.2 Legislação Ambiental Brasileira

Uma característica da legislação brasileira, em distinção dos demais países, sendo o Brasil uma federação, distintamente dos estados unitários, tem pela esfera da União a expressão da soberania nacional. De acordo com o ordenamento jurídico dos componentes do estado brasileiro na constituição federal, a federação brasileira, os estados, o distrito federal e os municípios são autônomos, todos os componentes

³⁷ Conforme presume o Código Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul, no Artigo 203: “O Bioma Pampa terá suas características definidas em regulamento específico, que detalhará aspectos de conservação”.

da república devem seguir as diretrizes da constituição federal vigente³⁸. Não existe uma hierarquia propriamente definida entre leis federais, estaduais e municipais, mas uma diferenciação entre a abrangência legislativa, ou seja, na escala de atuação de cada legislação.

Conforme Crestana (2017), a legislação referente ao meio ambiente, em suma, pode ser agrupada em cinco categorias referentes aos recursos naturais (Quadro 5). Parte desse conteúdo legislativo pode parecer recorrente nas distintas seções, porém essa é uma característica da temática ambiental, sendo uma questão interdisciplinar mesmo se tratando em legislação ambiental.

Categorias	Principais temáticas ambientais abordadas
Recursos Hídricos	Domínio e gestão pública, Comitês de Bacias Hidrográficas, Águas subterrâneas
Recursos Atmosféricos	Atmosfera, Poluição, Protocolo Montreal, Espaço aéreo
Recursos Territoriais	Terrenos marginais, Praias e Ilhas (fluviais e marítimas); Gerenciamento de resíduos sólidos, Regulamentação e exploração mineral
Recursos Biológicos	Tutela jurídica relativa à Fauna e Flora; Patrimônio Genético
Recursos Energéticos	Regulação potencial hidráulico, Energia eólica, Exploração de petróleo e gás.

Quadro 5: Legislação referente aos Recursos Naturais. Fonte: Adaptado de Crestana (2017).

Nessa pesquisa serão abordados aspectos da legislação ambiental referente às categorias de Recursos Hídricos, Territoriais e Biológicos, devido ao fato de que tais categorias possuem maior correspondência com a intenção da pesquisa. Também serão discutidos temas relevantes com a respectiva categoria (recurso natural) pesquisadas nesse trabalho.

3.2.1 Legislação Ambiental - Recursos Hídricos e a Água na Agricultura

No decorrer de quatro décadas, o país despontou de uma condição essencialmente rural passando por crescimento populacional, industrial e aumento da urbanização. A ineficácia na aplicação das normas hídricas e a ausência de

³⁸ Referente ao Capítulo I (Organização política administrativa), Título III (Organização do estado) da Constituição Federal vigente (BRASIL 1988).

planejamento na correta utilização dos recursos acabavam por “endossar” as alterações ambientais ocorridas no cenário hídrico brasileiro (GANEM, 2019).

Então, uma reformulação institucional e jurídica começou a ser discutida para reverter o cenário de degradação existente. Primeiramente como estabelecimento da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), prosseguida com a atual Constituição Federal (1988) e pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997, também chamada “Lei de Águas”).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) considera à água como um bem de domínio público, recurso natural limitado e de valor econômico, e adota a bacia hidrográfica como unidade territorial de gestão dos recursos hídricos (Art. 1º, I a VI). A proposta desses fundamentos é assegurar a utilização racional e sustentável dos recursos para que as demandas atuais e das futuras gerações possam ser atendidas.

Historicamente, cada sociedade possui uma diversidade de valores e de experiências acumuladas com relação ao uso da água. Durante séculos a água foi considerada um bem público de quantidade infinita, por se tratar de um recurso natural sustentável com capacidade de autodepuração. O desenvolvimento da tecnologia provocou uma transformação nas formas de produção e consumo, que resultou na exploração em grande escala e de forma mais intensiva dos recursos naturais (temporalmente e espacialmente).

Conforme Ribeiro e Galizoni (2003), a percepção de que os recursos naturais eram finitos começou a manifestar-se no Brasil sob a forma de crises que atingiram atividades agrícolas (falta de chuvas, perdas de safras, quedas de produtividade, êxodo rural e decadência de áreas produtivas), em circunstâncias que indicavam limites das técnicas agrícolas produtivas que ignoravam aspectos do ambiente. A partir dos anos 1980 a água tornou-se objeto de maior atenção, em comparação a outros recursos naturais, e foram estimulados estudos e reflexões.

Dos recursos naturais que o ser humano utiliza, os recursos hídricos são os mais diretamente impactados pelas atividades humanas. Os resíduos da produção agropecuária podem atingir os cursos d'água por infiltração, percolação, escoamento superficial, erosão e precipitação. Portanto, técnicas de conservação dos recursos hídricos são fundamentais para sobrevivência das futuras gerações e da preservação do meio ambiente (CRESTANA, 2017).

A irrigação na agricultura é o método que mais utiliza água no mundo com aproximadamente 70% do volume extraído (rios, lagos e mananciais subterrâneos), concorrendo com os 30% restantes dos outros usos (abastecimento urbano, atividade industrial, geração de energia e recreação). A agricultura irrigada também ocupa 17% das terras aptas a agricultura do planeta, sendo responsável por 40% da produção mundial de alimentos. Estima-se que até 2025 as atividades agrícolas com uso de técnicas de irrigação vão crescer de 20% a 30% (FOLEGATTI et. al., 2004). Porém, grande parte da água utilizada na irrigação retorna ao ciclo hidrológico, conforme consideração de Folegatti (2004):

[...] a agricultura é a maior consumidora de recursos hídricos, porém vale ressaltar que apenas 3 a 5% permanecerão nos vegetais colhidos e 95 a 97% do volume aplicado retorna a atmosfera na forma de vapor d'água e, conseqüentemente, para os mananciais e rios na forma de chuva, mantendo o ciclo hidrológico [...] (FOLEGATTI et. al., 2004, p. 217).

Quando as técnicas de irrigação são bem aplicadas, pode ocorrer aumento significativo na produtividade em relação à área agrícola. Quanto mais eficiente os métodos de irrigação, maiores serão as exigências tecnológicas, os investimentos e o preparo técnico do agricultor para utilizar os equipamentos. Entretanto, técnicas de irrigação rudimentares podem provocar danos ambientais, contaminar e/ou baixar a disponibilidade hídrica, erosão e salinização do solo, assoreamento dos corpos hídricos, entre outros (OTENIO, 2017).

3.2.2 Legislação Ambiental – Recursos Biológicos: Áreas Protegidas e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação

Em 18 de julho de 2000 foi promulgada a Lei nº 9.985, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Essa lei, conhecida como “Lei do SNUC”, regulamenta os pressupostos da Constituição Federal (art. 225) e disciplina a criação, implantação e a manutenção dessas áreas protegidas. Através de unidades de conservação que podem ser públicas ou privadas, de proteção integral ou de uso sustentável (Quadro 6).

As Unidades de Conservação da classe Proteção Integral têm como finalidade a preservação da natureza, sendo permitidos apenas usos indiretos dos recursos naturais. Nas categorias Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre, a visitação é permitida em áreas pré-determinadas da Unidade de conservação. Porém, nas categorias Estação Ecológica e Reserva Biológica é vedada a visitação (somente é permitida entrada de pesquisadores autorizados) (BENSUSAN, 2006).

As Unidades de Conservação da classe Uso Sustentável são menos restritivas, permitindo uso direto dos recursos naturais, desde que, a extração de recursos não comprometa o desenvolvimento das espécies (BENSUSAN, 2006).

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

Quadro 6: Unidades de Conservação segundo a Classe de proteção. Fonte: Brasil (2000)

A “Lei do SNUC” também determina que o Ministério do Meio Ambiente seja responsável por organizar e manter o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) disponível ao acesso público. Atualmente o Brasil possui 2.446 unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável (nos níveis federal, estadual e municipal) abrangendo uma área de 2.506.199 km² no território nacional terrestre e marítimo.

Conforme previsto na legislação sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC)³⁹, as Unidades de Conservação devem dispor de um Plano de Manejo. O Plano de Manejo é um documento técnico que contém os

³⁹ O Decreto 4.340 de 22 agosto de 2002, que regulamenta dispositivos da “Lei do SNUC”, possui um capítulo específico que trata sobre o Plano de Manejo das Unidades de Conservação (Art. 12 ao 16).

objetivos gerais da unidade de conservação e orienta a gestão da unidade através do estabelecimento de normas sobre o zoneamento da área, manejo dos recursos naturais e implantação de infraestrutura de apoio⁴⁰.

No caso das Unidades de Conservação da classe de Proteção Integral, o Plano de Manejo deverá determinar a área da unidade de conservação, a zona de amortecimento, corredores ecológicos e a medidas de integração com comunidades circundantes⁴¹.

CAPÍTULO IV - Da Criação, Implantação e Gestão das Unidades de Conservação

[...] Art. 27. As unidades de conservação devem dispor de um Plano de Manejo.

§ 1º O Plano de Manejo deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas.
(BRASIL, 2000)

Segundo Guerra & Coelho (2012), o Brasil é um país territorialmente extenso e possui uma grande diversidade espacial (decorrente de processos dinâmicos de ocupação e uso da terra) e dividem as Unidades de Conservação em dois cenários:

- I) Unidades de Conservação com áreas preservadas e áreas circundantes em contexto semelhante à situação da área protegida. São Unidades com melhores perspectivas em cumprir com objetivos da preservação, devido ao seu entorno possuir características biogeográficas semelhantes e receber menor pressão relacionada às atividades humanas.
- II) Unidades de Conservação vulneráveis, consistindo em áreas preservadas fragmentadas e com áreas circundantes de uso antrópico (áreas urbanas ou agrícolas consolidadas). São unidades com maiores dificuldades em manter a integridade e assegurar a proteção, dada a pressão das atividades humanas.

Compreende-se que, para cumprir com os objetivos de preservação das unidades de conservação, devem existir formas para integrar a unidade com as áreas circundantes, evitando o isolamento e fragmentação. A integração da Unidade de Conservação com as áreas circundantes deve estar prevista na elaboração e

⁴⁰ Conforme previsto no artigo 2º, inciso XVII, da Lei 9.985 de julho 2000.

⁴¹ Conforme previsto no artigo 27, 1º parágrafo, da Lei 9.985 de julho 2000.

aplicação do Plano de Manejo: plano elaborado pelo conselho da unidade de conservação, desenvolvendo pesquisas necessárias ao manejo da unidade de conservação e das áreas circundantes, propondo a criação de zonas de amortecimento, corredores ecológicos e mosaicos⁴² (GUERRA & COELHO, 2012).

Deste modo, a “Lei do SNUC” exige que as Unidades Conservação (exceto as unidades das categorias Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural) devam estabelecer a Zona de Amortecimento⁴³, seus limites e as normas de uso e ocupação do solo. A definição da Zona de Amortecimento pode ser estabelecida no ato de criação da unidade, porém, não pode ocorrer após a aprovação do Plano de Manejo, sendo o zoneamento parte essencial do projeto⁴⁴.

O mosaico é a gestão integrada de um conjunto de unidades de conservação ou outras áreas protegidas que estejam próximas ou sobrepostas. Com meta de compatibilizar a presença da biodiversidade com desenvolvimento sustentável no contexto regional. O corredor ecológico abrange porções de ecossistemas naturais ou seminaturais que ligam unidades de conservação, para possibilitar o fluxo gênico e o movimento da biota entre as unidades. O Mosaico e corredor ecológico não são pré-requisitos para aprovação do Plano de Manejo, porém recomenda-se a proposição dos mesmos, por serem mais uma opção para auxiliar na proteção das unidades de conservação⁴⁵.

Existem diversos desafios para realizar a gestão de uma Unidade de Conservação, de modo a garantir sua preservação/sustentabilidade. Problemas relativos ao território da unidade de conservação, regularização fundiária, apoio técnico, infraestrutura e a fiscalização e controle das atividades geradoras de impacto realizadas no entorno da unidade.

Portanto, para reduzir os impactos e a pressão das atividades sobre as unidades de conservação propõe-se o estabelecimento da Zona de Amortecimento. Basicamente a Zona de Amortecimento constitui em uma zona-tampão⁴⁶ ao redor da unidade de conservação, onde as atividades humanas e o uso e ocupação da terra devem obedecer a um regramento específico. A Zona de Amortecimento não faz

⁴² Lei nº 9.985 de julho de 2000, Capítulo I, Artigo 2º, Incisos XVIII e XIX; Artigo 26.

⁴³ Lei nº 9.985 de julho de 2000, Artigo 25.

⁴⁴ Lei nº 9.985 de julho de 2000, Artigo 25 § 2º.

⁴⁵ Decreto 4.340 de agosto de 2002, Capítulo III, Artigo 8º ao Artigo 11.

⁴⁶ A Zona-Tampão (palavra adaptada do termo em inglês *buffer-zone*) é uma área em torno de uma unidade geográfica que pode servir para separar ou integrar a unidade com determinada área. No contexto da conservação ambiental, o termo foi utilizado pela primeira vez nas “Diretrizes Operacionais para a Implementação da Convenção do Patrimônio Mundial - 1977”.

parte da unidade de conservação, portanto, o estabelecimento desse zoneamento não é pré-requisito à desapropriação das terras e não impede o desenvolvimento das demais atividades econômicas. O objetivo principal da zona de amortecimento é auxiliar na gestão da sustentabilidade/preservação da unidade de conservação.

A publicação da Resolução CONAMA nº 428 de 17 de dezembro de 2010⁴⁷, revogou e alterou alguns tópicos de normas anteriores⁴⁸, com destaque a atualizações no âmbito do licenciamento ambiental de atividades que possam afetar a Unidade de Conservação ou Zona de Amortecimento:

Art. 1º O licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental que possam afetar Unidade de Conservação (UC) específica ou sua Zona de Amortecimento (ZA), assim considerados pelo órgão ambiental licenciador, com fundamento em Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), só poderá ser concedido após autorização do órgão responsável pela administração da UC ou, no caso das Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN), pelo órgão responsável pela sua criação.

[...] § 2º Durante o prazo de 5 anos, contados a partir da publicação desta Resolução, o licenciamento de empreendimento de significativo impacto ambiental, localizados numa faixa de 3 mil metros a partir do limite da UC, cuja ZA não esteja estabelecida, sujeitar-se-á ao procedimento previsto no caput, com exceção de RPPNs, Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e Áreas Urbanas Consolidadas.

[...]

Art. 7º Esta Resolução se aplica às UCs criadas até a data de requerimento da licença ambiental.

(BRASIL, 2010)

Essa Resolução do CONAMA atualizou suas normas com base nos preceitos da “Lei do SNUC”, para adequar ao ordenamento jurídico e evitar contradições referentes ao licenciamento ambiental no entorno de Unidades de Conservação. No caso de a Unidade de Conservação não possuir Plano de Manejo (lembrando que a determinação da Zona de Amortecimento é requisito obrigatório para aprovação do Plano de Manejo), a Resolução estabeleceu um raio de 3 km em torno da Unidade

⁴⁷ Trata principalmente sobre o âmbito do licenciamento ambiental na autorização da administração da Unidade de Conservação (UC); e também sobre a ciência do órgão responsável pela UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA.

⁴⁸ Revogou as resoluções CONAMA nº 10 de 1988, nº 11 de 1987, nº 12 de 1988, nº 13 de 1990; e alterou as Resoluções nº 347 de 2004, e nº 378 de 2006.

de Conservação como Zona de Amortecimento, sendo padrão para a exigência de licenciamento das atividades (ou empreendimentos) localizados nesses locais⁴⁹.

Posteriormente, a Lei nº 11.460/2007 acrescentou dispositivos na “Lei do SNUC”, permitindo o cultivo de organismos geneticamente modificados nas Áreas de Proteção Ambiental e nas Zonas de Amortecimento das demais categorias de unidades de conservação; desde que as atividades estejam de acordo com o Plano de Manejo da unidade e com parâmetros técnicos da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CNTBio)⁵⁰. Caso a unidade de conservação ainda não tenha Plano de Manejo, o Poder Executivo deve estabelecer os limites para o plantio de organismos geneticamente modificados nas áreas que circundam as unidades de conservação, levando em consideração a zona de amortecimento padrão.

Apesar da “Lei do SNUC” não definir os critérios necessários para definição das Unidades de Conservação e da Zona de Amortecimento, esses limites devem ser analisados conforme cada caso, baseando-se em estudos técnicos sobre os aspectos ecológicos e das atividades socioeconômicas regionais. O êxito do estabelecimento da Unidade de Conservação e da Zona de Amortecimento depende das negociações com os atores sociais envolvidos. Deve-se garantir que o zoneamento seja baseado em estudos técnicos e que no estabelecimento das normas de uso da terra ocorra a participação da comunidade abrangida na zona de amortecimento proposta (GANEM, 2015).

Segundo análise realizada por Ganem (2015) em documentos técnicos elaborados por órgãos vinculados⁵¹ ao Ministério do Meio Ambiente que contém informações sobre a determinação da Zona de Amortecimento, foram elencados critérios para a admissão ou não inclusão de determinados locais na Zona de Amortecimento. Mesmo com a definição da Zona de Amortecimento, legalmente, não se aplicam ações de desapropriação de terras ou restrição das atividades

⁴⁹ O prazo para licenciamento das atividades de significativo impacto na Unidade de Conservação/Zona de Amortecimento encerrar-se-ia em dezembro de 2015, porém a Resolução CONAMA nº 473 de 11 de dezembro de 2015, prorrogou esse prazo para dezembro de 2020.

⁵⁰ Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CNTBio): instância colegiada multidisciplinar com finalidade de prestar apoio técnico consultivo e assessoramento ao Governo Federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança relativa a organismos geneticamente modificados. Atua no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam organismos geneticamente modificados. Criada através da lei nº 11.105/2005.

⁵¹ Documentos como o “Roteiro Metodológico para Planejamento de Parque Nacional, Reserva Biológica e Estação Ecológica” elaborado pelo IBAMA (2002) e o “Roteiro Metodológico para Elaboração de Planos de Manejo de Florestas Nacionais” elaborado pelo ICMBio(2018)

econômicas em propriedades consolidadas, e, em resumo são definidos alguns critérios básicos à delimitação do zoneamento:

- Bacias Hidrográficas que fluem para a unidade de conservação
- Áreas de recarga de aquíferos
- Locais de alimentação, reprodução e nidificação de aves
- Áreas úmidas de importância ecológica
- Áreas naturais preservadas, remanescentes de ambientes naturais e outras áreas protegidas próximas a Unidade de Conservação (Reserva Particular do Patrimônio Natural, Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal)
- Locais de desenvolvimento de projetos e programas governamentais que possam afetar a Unidade de Conservação
- Áreas sujeitas a processos de erosão que possam vir a afetar a integridade da Unidade de Conservação
- Áreas de expansão urbana ou com empreendimentos que afetem aspectos paisagísticos notáveis próximos da Unidade de Conservação
- Acidentes geográficos e geológicos, aspectos cênicos e sítios arqueológicos próximos à Unidade de Conservação.

Todos os critérios citados são apenas indicativos e genéricos, logo, não é possível definir um roteiro que possa ser aplicado universalmente para definição de Zonas de Amortecimento. Porém, nas Unidades de Conservação vulneráveis com áreas circundantes de uso antrópico, bacias hidrográficas que drenam à unidade de conservação e a presença de remanescentes de vegetação nativa devem ser critérios preponderantes na delimitação da Zona de Amortecimento. Também se recomenda como forma de direcionar o desenvolvimento econômico da Zona de Amortecimento ajustado aos objetivos da Unidade de Conservação, a aplicação de recursos e assistência técnica como apoio aos proprietários privados envolvidos no zoneamento (GANEM, 2015).

Como exemplo de utilização da Bacia Hidrográfica como zona de amortecimento de Unidades de Conservação, tem-se o exemplo do Parque Estadual do Espinilho. No Plano de Manejo do Parque Estadual do Espinilho (Figura 16), utilizou a Bacia Hidrográfica como referência na delimitação da Zona de Amortecimento, conforme SEMA (2009):

O Parque Estadual do Espinilho localiza-se no município de Barra de Quaraí, distando cerca de seis quilômetros de sua sede, e está situado na bacia hidrográfica do Arroio Quaraí Chico, protegendo parte importante de seu curso, até a foz no rio Uruguai (SEMA, 2009, pg. 51).

A definição da Zona de Amortecimento foi fundamentada nos limites que incluem as áreas de interferência que podem afetar diretamente o Parque Estadual do Espinilho [...] desta forma, foi delineado como ZA a micro-bacia do Arroio Quaraí-Chico tendo como limites os seus divisores de águas (SEMA, 2009, pg. 130).

O Parque Estadual do Espinilho abrange parte do arroio Quaraí Chico em sua desembocadura no rio Uruguai. No entanto, a maior parte das nascentes deste pequeno curso d'água encontra-se na Zona de Amortecimento da unidade, dificultando a proteção desses ambientes sensíveis. A construção de pequenos açudes, barragens e canais artificiais são comuns nesse arroio e, freqüentemente, estão relacionadas à rizicultura. A preservação de Áreas de Proteção Permanente é uma temática importante a ser trabalhada na região, principalmente quando envolvem nascentes e matas ciliares. Outra linha de ação relacionada à proteção dos recursos hídricos é a prevenção de contaminação, relacionada, principalmente, ao uso de defensivos agrícolas na cultura de arroz (SEMA, 2009, pg. 139).

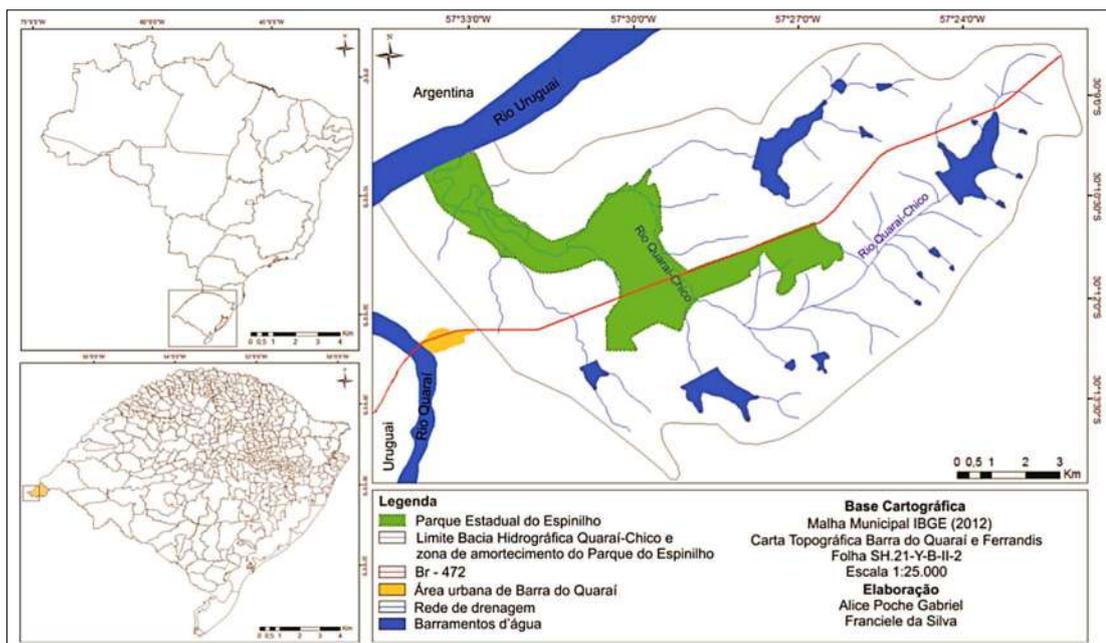


Figura 16: Limites do Parque estadual do Espinilho e da zona de amortecimento correspondente.

Fonte: Gabriel et al (2018).

3.2.3 - Recursos Territoriais – Proteção e Conservação

Nas seções anteriores, foram abordadas questões legislativas referentes ao meio ambiente em áreas públicas (recursos hídricos e unidades de conservação). A partir dessa seção, serão abordados tópicos referentes aos recursos territoriais em propriedades privadas a fim de compreender as modificações ocorridas no Código Florestal Brasileiro e nas principais categorias de preservação que se relacionam com essas propriedades, como Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais.

3.2.4 - Primeiro Código Florestal Brasileiro – O Decreto Lei nº 23.793/1934

Durante a década de 1930 no Brasil, a intensa exploração dos recursos naturais suscitava preocupações na sociedade. Nesse sentido reformulações legislativas necessárias para controlar a degradação ambiental e a escassez de recursos florestais foram amplamente exigidas do governo de Getúlio Vargas. Conforme Ahrens (2005) devido ao contexto descrito a seguir, o país carecia de uma legislação exclusiva sobre o tema:

A população estava concentrada na região Sudeste do País, próximo à cidade do Rio de Janeiro, Capital da República, localizada no Estado da Guanabara. A cafeicultura avançava pelos morros que constituem a topografia do Vale do Paraíba, e do Estado de Minas Gerais, substituindo toda a vegetação nativa. A criação de gado, outra forma de utilização das terras, fazia-se de modo extensivo e com mínima técnica. Na silvicultura, que já se iniciara, tímida, nos primeiros anos do século XX [...] com a introdução de espécies de *Eucalyptus* [...] no Estado de São Paulo. No resto do País [...] a atividade florestal era fundamentada no mais puro extrativismo. Nos Estados do Paraná e Santa Catarina os estoques de *Araucaria angustifolia* eram rapidamente exauridos (AHRENS, 2005, p 87).

Nesse contexto, em 1923 foi criada uma comissão responsável por elaborar o anteprojeto do que posteriormente se tornaria o Código Florestal, com Luciano Pereira da Silva⁵² encarregado de presidir tal comissão. Através do Decreto nº

⁵² Luciano Pereira da Silva (1885 – 1975) foi um advogado brasileiro e consultor jurídico do Ministério da Agricultura, responsável por presidir os anteprojetos do Código Florestal (1923), Código Rural (1942) e do Código de Minas (1944). Foi deputado estadual (1912) e federal (1914) no Amazonas e também foi Consultor Geral da República de 1950 a 1951.

23.793 de 23 de janeiro de 1934, era instituído o primeiro Código Florestal Brasileiro. Então, a legislação reconhece as florestas como “bem de interesse comum”; as categorias florestais a serem protegidas e restrições sobre a exploração dos recursos florestais nas propriedades públicas e privadas (GARCIA, 2012).

Decreto nº 23.793 de 23 de janeiro de 1934
Aprova o código florestal que com este baixa

Art. 1º. As florestas existentes no território nacional, consideradas em conjunto, constituem bem de interesse commum a todos os habitantes, do paiz, exercendo-se os direitos de propriedade com as limitações que as leis em geral, e especialmente este código, estabelecem (BRASIL, 1934, publicação original).

O Brasil lidava nesse período com as consequências da Primeira Guerra Mundial, principalmente com a redução das importações de produtos europeus, como papel e celulose. O governo demonstrava interesse em estabelecer reservas estratégicas para abastecer o mercado brasileiro com recursos florestais. Então, estabeleceu no Código Florestal limites para o desmatamento em propriedades particulares, tendo como base a doutrina do interesse nacional. Apesar do Código não ter sido elaborado sob um viés ambiental, foi pioneiro em estabelecer limites legais sobre o uso da terra na propriedade privada (PETERS et al, 2014):

O “velho Código Florestal”, como é chamado, opera um corte nos direitos até então absolutos do dono da terra, que tudo podia nos termos do Código Civil então vigente. O dono da terra reinava soberano sobre os recursos naturais contidos na terra, inclusive nas florestas. Não dependia de qualquer autorização para desmatar, ao contrário, era estimulado para isso no contexto cultural da época (PETERS et. al., 2014, pg. 71).

De acordo com Crestana (2017), apesar do Código Florestal de 1934 não estabelecer “Áreas de Preservação Permanente” (no entendimento que se aplica atualmente) existem dispositivos presentes no código que podem ser interpretados como prelúdio normativo na elaboração dessas áreas em legislações posteriores. Primeiramente, o Artigo 3º classificou as florestas da seguinte forma:

Decreto nº 23.793/1934
Capítulo II - Da Classificação Das Florestas

Art. 3º. As florestas classificam-se em:

- a) protectoras;
 - b) remanescentes;
 - c) modelo;
 - d) de rendimento.
- (BRASIL, 1934, publicação original).

Em sequência, no referido código, os Artigos 4º, 5º e 8º, seriam comparáveis ao atual conceito de Área de Preservação Permanente (CRESTANA, 2017):

Decreto nº 23.793 de 23 de janeiro de 1934

Art. 4º. Serão consideradas florestas protectoras as que, por sua localização, servirem conjuncta ou separadamente para qualquer dos fins seguintes:

- a) conservar o regimen das aguas;
- b) evitar a erosão das terras pela acção dos agentes naturaes;
- c) fixar dunas;
- d) auxiliar a defesa das fronteiras, de modo julgado necessario pelas autoridades militares;
- e) assegurar condições de salubridade publica;
- f) proteger sitios que por sua belleza mereçam ser conservados;
- g) asilar especimens raros de fauna indigena.

Art. 5º. Serão declaradas florestas remanescentes:

- a) as que formarem os parques nacionaes, estaduaes ou municipaes;
- b) as em que abundarem ou se cultivarem especimens preciosos, cuja conservação se considerar necessaria por motivo de interesse biologico ou estetico;
- c) as que o poder publico reservar para pequenos parques ou bosques, de gozo publico.

[...]

Art. 8º. Consideram-se de conservação perenne, e são inalienaveis, salvo se o adquirente se obrigar, por si, seus herdeiros e successores, a mantel-as sob o regimen legal respectivo, as florestas protectoras e as remanescentes.

(BRASIL, 1934, publicação original)

Também, no referido código, o Artigo 22 determina que *“era proibido aos proprietários derrubar, nas regiões de vegetação escassa, as matas ainda existentes nas margens dos cursos d’água, lagos e estradas de qualquer natureza entregues à serventia pública”* (Brasil, 1934). Porém, sem especificar as dimensões da “faixa marginal” a serem protegidas. Conforme Crestana (2017), a primeira referência legal sobre a dimensão da “faixa marginal” encontra-se no Decreto 1.631/1939:

Decreto Lei nº 1.631 de 27 de setembro de 1939
Dispõe sobre a aplicação de multas previstas no Código de Pesca e dá outras providências.

Artigo 7º. É vedada a destruição de matas e a derrubada de árvores numa faixa de 20 metros das margens dos rios. Os proprietários ribeirinhos ficam obrigados a promover o reflorestamento dessa faixa, plantando nos barrancos as árvores indicadas pela Divisão de Caça e Pesca. Pena de multa de 500\$0(quinzentos mil réis) a 2.000\$0 (dois contos de réis), dobrada na reincidência (BRASIL, 1939).

Conforme Peters et al. (2014), ainda que o Código de 1934 não tenha empregado o termo “Reserva Legal” no seu conteúdo, consta no Artigo 23 que o proprietário de terras que possuísse cobertura florestal, não poderia abater mais de 75% da vegetação existente, devendo manter uma cobertura obrigatória de pelo menos 25%, determinada pela autoridade competente.

Decreto nº 23.793 de 23 de janeiro de 1934

Art. 23. Nenhum proprietário de terras cobertas de mattas poderá abater mais de tres quartas partes da vegetação existente, salvo o disposto nos arts. 24, 31 e 52.

§ 1º O dispositivo do artigo não se applica, a juizo das autoridades florestaes competentes, às pequenas propriedades isoladas que estejam proximas de florestas ou situadas em zona urbana.

§ 2º Antes de iniciar a derrubada, com a antecedência minima de 30 dias, o proprietario dará sciencia de sua intenção á autoridade competente, afim de que esta determine a parte das mattas que será conservada. Ver o art. 86. (BRASIL, 1934, publicação original).

Por fim, Medeiros (2006) contextualiza a importância do Primeiro Código Florestal Brasileiro, que esteve em vigência por quase trinta anos (de 1934 até 1965), quando o Decreto 23.793/1934 foi revogado pela Lei nº 4.771/1965 que instituiu o “novo” Código Florestal:

A principal característica desse período foi trazer para a legislação brasileira os primeiros elementos capazes de garantir um regime diferenciado de proteção e gestão de parcelas do território brasileiro, embora efetivamente isso não tenha se refletido de forma expressiva no número de áreas instituídas.

É inegável, porém, que um importante aspecto do modelo de proteção que se construiu no país, nesse período, foi a sua capacidade de ter estabelecido, desde o início, distintas tipologias e categorias de áreas protegidas voltadas para uma gestão ambiental do território que garantisse, pelo menos conceitualmente, tanto a preservação e intocabilidade de áreas estratégicas quanto à conservação através da utilização controlada dos recursos naturais em áreas específicas (MEDEIROS 2006, p.51).

3.2.5 - Segundo Código Florestal Brasileiro – A Lei nº 4771/1965

Na década de 1950 foram enviados projetos⁵³ à Câmara dos Deputados com objetivo de alterar o Código Florestal de 1934. Em 1962 foram realizados debates na Câmara resultando no anteprojeto de lei nº 4.494/1962. Após três anos de tramitação foi aprovado o “novo” Código Florestal, instituído através da Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 (AHRENS, 2005).

Segundo Medeiros (2006), a ascensão do regime militar estabeleceu mudanças profundas no sistema político brasileiro e por consequência no arcabouço legal existente. Porém, no “novo” código florestal (1965), a maioria dos dispositivos que permitiam a criação de áreas protegidas, foi mantida ou aprimorada. Em grande parte, pelo processo de consolidação da sensibilidade política à temática ambiental, consequência da pressão social na entrada do país na agenda ambiental internacional, a qual o Brasil tornou-se signatário. Em resumo, a estrutura do Código Florestal de 1965 pode ser agrupada na seguinte forma (Quadro 7):

Resumo da estrutura do Código Florestal (Lei nº 4771 / 1965)	
Grupos Temáticos	Artigo / Alínea / Inciso
Caracterização das florestas e demais formas de vegetação como bens de interesse comum	Art. 1º
Preservação e conservação	Art. 2º ao Art. 10
	Art. 14 ao Art. 18
Medidas contra incêndio	Art. 11
	Art. 25, Art. 26 (Alínea “e, f, l”) Art. 27
Exploração econômica	Art. 12 e Art. 13
	Art. 19 ao Art. 21
	Art. 45 e Art. 46
Incentivos à atividade (silvicultura)	Art. 38, Art. 39 e Art. 41
Controle e fiscalização	Art. 22 ao Art. 24
	Art. 48
Educação Florestal	Art. 42 e Art. 43
Penalidades	Art. 20 e Art. 26
	Art. 37 e Art. 45 (§ 3º)
Disposições transitórias e finais	Art. 44, Art. 47, Art. 49 e Art. 50

Quadro 7: Dispositivos referentes ao Código Florestal - Lei nº 4771/1965. Fonte: Adaptado de GARCIA (2012) e AHRENS (2005).

⁵³ Destaca-se principalmente o Projeto nº 1.230/1950 (também denominado “Daniel de Carvalho” em homenagem a Daniel Serapião de Carvalho); o Projeto nº 751/1955 de autoria do Deputado Herbert Levi; e o Projeto nº 1.011/1956 da Comissão Especial para Estudo e Elaboração do Novo Código Florestal.

Comparando com o Código de 1934, o “novo código” extinguiu as quatro classes de áreas protegidas (Florestas Protectoras; Florestas Remanescentes; Florestas Modelo e Florestas de Rendimento) e as substituiu por outras categorias a serem protegidas⁵⁴ (Preservação Permanente, de Interesse Público e Particular) ou permitidas à exploração (Florestas Plantadas). Inicialmente, no Artigo 2º, a categoria de “Preservação Permanente” foi estabelecida da seguinte forma:

Lei nº 4.771/1965 - Publicação original

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água, em faixa marginal cuja largura mínima será:
 - 1-de 5 (cinco) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - 2-igual à metade da largura dos cursos que meçam de 10 (dez) a 200 (duzentos) metros de distancia entre as margens;
 - 3-de 100 (cem) metros para todos os cursos cuja largura seja superior a 200 (duzentos) metros.
 - b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
 - c) nas nascentes, mesmo nos chamados "olhos d'água", seja qual for a sua situação topográfica;
 - d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
 - e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
 - f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
 - g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas;
 - h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, nos campos naturais ou artificiais, as florestas nativas e as vegetações campestres.
- (BRASIL, 1965 A, publicação original)

Além de determinar com maior detalhe (se comparado com o código anterior) quais seriam as áreas de “Preservação Permanente”, também foram estabelecidas as dimensões mínimas da “faixa marginal” a serem protegidas, conforme a largura do curso d'água (REVISTA EM DISCUSSÃO, 2011).

Com relação as “Florestas particulares”, merece destaque no Artigo 16 do referido código, uma forma de zoneamento elaborada para balizar a exploração dos recursos conforme a localização da propriedade. Na alínea “a”, percebe-se uma intenção em preservar parcela da área das propriedades rurais. Na alínea “b”, a

⁵⁴ Percebe-se que no Código de 1965 a lei tem a intenção de proteger qualquer categoria de vegetação e não apenas as categorias classificadas como florestal (CRESTANA 2017).

intenção em conter a expansão agrícola. Na alínea “c”, técnicas de manejo na exploração florestal (AHRENS, 2005).

Lei nº 4.771/1965 - Publicação original

Art. 16. As florestas de domínio privado, não sujeitas ao regime de utilização limitada e ressalvadas as de preservação permanente, previstas nos artigos 2º e 3º desta lei, são suscetíveis de exploração, obedecidas as seguintes restrições:

- a) nas regiões Leste Meridional, Sul e Centro-Oeste, esta na parte sul, as derrubadas de florestas nativas, primitivas ou regeneradas, só serão permitidas, desde que seja, em qualquer caso, respeitado o limite mínimo de 20% da área de cada propriedade com cobertura arbórea localizada, a critério da autoridade competente;
- b) nas regiões citadas na letra anterior, nas áreas já desbravadas e previamente delimitadas pela autoridade competente, ficam proibidas as derrubadas de florestas primitivas, quando feitas para ocupação do solo com cultura e pastagens, permitindo-se, nesses casos, apenas a extração de árvores para produção de madeira. Nas áreas ainda incultas, sujeitas a formas de desbravamento, as derrubadas de florestas primitivas, nos trabalhos de instalação de novas propriedades agrícolas, só serão toleradas até o máximo de 50 % da área da propriedade;
- c) na região Sul as áreas atualmente revestidas de formações florestais em que ocorre o pinheiro brasileiro, “*Araucária angustifolia*” (Bert - O. Ktze.), não poderão ser desflorestadas de forma a provocar a eliminação permanente das florestas, tolerando-se, somente a exploração racional destas, observadas as prescrições ditadas pela técnica, com a garantia de permanência dos maciços em boas condições de desenvolvimento e produção;

(BRASIL, 1965 A, publicação original)

Apesar dos avanços do “novo” código em relação à preservação dos recursos naturais, havia a predominância de uma perspectiva utilitarista, em contradição com a conservação dos recursos florestais. Além do avanço das grandes obras de infraestrutura e de integração nacional, as políticas governamentais estabeleciam o desflorestamento como condição prévia à concessão do título de propriedade sobre a terra. A partir da década de 1970 as consequências ambientais ocasionadas pela política “desenvolvimentista” sensibilizaram a sociedade e ambientalistas em prol de novas medidas. Depois de seis anos⁵⁵ de diversos debates no Congresso Nacional, o Código (1965) sofreu alterações através de dispositivos presentes na Lei nº 7.511 de 7 de julho de 1986. Esta lei teve como objetivo alterar os limites da faixa marginal de proteção dos cursos d’água (MEDEIROS 2006; AHRENS, 2005).

⁵⁵Em 2 de Outubro de 1980 foi apresentado o Projeto de Lei nº 3.758/1980 de autoria do deputado federal Artenir Werner (SC).

Lei nº 7.511/1986 - Altera dispositivos da Lei nº 4.771/1965

Art. 1º Os números da alínea a do artigo 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal, passam a vigorar com as seguintes alterações e acréscimos:

"Art. 2º[...] a) [...]"

1. de 30 (trinta) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura;
2. de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
3. de 100 (cem) metros para os cursos d'água que meçam entre 50 (cinquenta) e 100 (cem) metros de largura;
4. de 150 (cento e cinquenta) metros para os cursos d'água que possuam entre 100 (cem) e 200 (duzentos) metros de largura; igual à distância entre as margens para os cursos d'água com largura superior a 200 (duzentos) metros;

(BRASIL, 1986)

No código de 1965, os limites das faixas marginais de proteção dos cursos d'água que poderiam ter as medidas mínimas de 5 metros a 150 metros (conforme a largura do curso d'água) tiveram expressivas alterações. A partir da Lei nº 7.511/1986 a faixa marginal de Preservação Permanente poderia ter a extensão mínima de 30 metros a 500 metros (conforme a largura do curso d'água).

Apenas três anos após a publicação da Lei nº 7.511/1986, os limites foram novamente alterados através da Lei nº 7.803/1989, que estabeleceu outras extensões das faixas marginais de proteção, acrescentando como área de preservação permanente as nascentes intermitentes, as bordas dos tabuleiros (chapadas) e áreas com altitude superior a 1.800 metros. Entre outros dispositivos que foram estabelecidos para realizar o manejo dos recursos florestais, também foi adicionado o conceito de reserva legal nas propriedades rurais.

Lei nº 7.511/1989 - Altera redação da Lei nº 4.771/1965 e revoga a Lei nº 6.535/1978⁵⁶ e Lei nº 7.511/1986.

Art. 1º A Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, passa a vigorar com as seguintes alterações:

I - o art. 2º passa a ter a seguinte redação:

"Art. 2º [...]

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

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

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

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

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

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

[...]

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

[...]

II - o art. 16 passa a vigorar acrescido de dois parágrafos, numerados como § 2º e 3º, na forma seguinte:

"Art. 16 [...]

§ 1º Nas propriedades rurais, compreendidas na alínea a deste artigo, com área entre 20 (vinte) a 50 (cinquenta) hectares, computar-se-ão, para efeito de fixação do limite percentual, além da cobertura florestal de qualquer natureza, os maciços de porte arbóreo, sejam frutíferos, ornamentais ou industriais.

§ 2º A reserva legal, assim entendida a área de, no mínimo, 20% (vinte por cento) de cada propriedade, onde não é permitido o corte raso, deverá ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente, sendo vedada, a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, ou de desmembramento da área.

(BRASIL, 1989)

⁵⁶ A referida lei adicionava um dispositivo na Lei 4.771/1965, referente a preservação em áreas metropolitanas.

Posteriormente, com a criação da Medida Provisória nº 2.166-67 de 24 de agosto de 2001, foram incluídos na redação do Código Florestal os conceitos de “Áreas de Preservação Permanente” e da “Reserva Legal”. A partir dessa Medida Provisória, foram publicadas resoluções do CONAMA nº 302/2002 e nº 303/2002 que regulamentam os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

MEDIDA PROVISÓRIA Nº 2.166-67, de 24 de Agosto de 2001

Art. 1º §2º

II - Área de Preservação Permanente: área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III - Reserva legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas.

(BRASIL, 2001)

As sucessivas alterações realizadas no Código Florestal (1986, 1989, 2001 e 2002) tornaram irregulares imóveis rurais brasileiros que obedeciam aos limites mínimos estabelecidos na publicação original do código de 1965. Na justificativa de proteger áreas destinadas à preservação nas propriedades rurais contra o desmatamento, foram estabelecidas restrições no registro de imóveis realizado nos cartórios (proprietários em situação ambiental irregular ou déficit florestal). Esse conjunto de medidas gerou grande insatisfação no setor agropecuário, que passou a pressionar o governo na revisão das normas (REVISTA EM DISCUSSÃO, 2011).

Porém, quando as Áreas de Preservação Permanente estavam legitimamente definidas no código e demais resoluções, os órgãos ambientais brasileiros não possuíam metodologia automatizada e confiável para aplicação e fiscalização do cumprimento da lei. Nesse período a delimitação das Áreas de Preservação Permanente era realizada de forma analógica, dispendiosa e com resultados demorados e pouco confiáveis (RIBEIRO et al., 2005).

O Código Florestal e as resoluções correlativas possuíam diretrizes de difícil compreensão para leigos e profissionais sem a formação técnica, aumentando os questionamentos⁵⁷ para a revogação do Código Florestal de 1965. Por outro lado, o avanço da tecnologia da informação e do sensoriamento remoto facilitou a aplicação das normas e a fiscalização era, de certo modo, uma questão de vontade política (RIBEIRO et al., 2005).

Cabe destacar que na trajetória das alterações realizadas no Código Florestal de 1965, foram elaborados instrumentos legais que complementaram os objetivos propostos pelo código, como a Lei nº 5.868/1972⁵⁸, responsável por criar o Sistema Nacional de Cadastro Rural. A lei permitiu a geração de um banco de dados com objetivo de caracterizar a estrutura fundiária e as condições de uso da terra no país. Os dados coletados também serviram para auxiliar os programas de reforma agrária e colonização, e os demais órgãos de assistência técnica e crédito rural do Brasil.

Lei nº 5.868/1972 - Cria o Sistema Nacional de Cadastro Rural

Art. 1º - É instituído o Sistema Nacional de Cadastro Rural, que compreenderá:

- I - Cadastro de Imóveis Rurais;
- II - Cadastro de Proprietários e Detentores de Imóveis Rurais;
- III - Cadastro de Arrendatários e Parceiros Rurais;
- IV - Cadastro de Terras Públicas.

Art. 2º - Ficam obrigados a prestar declaração de cadastro, nos prazos e para os fins a que se refere o artigo anterior, todos os proprietários, titulares de domínio útil ou possuidores a qualquer título de imóveis rurais que sejam ou possam ser destinados à exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal ou agroindustrial, como definido no item I do Art. 4º do Estatuto da Terra.

[...]

Art. 5º - São isentas do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural:

- I - as áreas de preservação permanente onde existam florestas formadas ou em formação;
- II - as áreas reflorestadas com essências nativas.

(BRASIL, 1972).

⁵⁷ O início da área de preservação permanente ocorreria, conforme a resolução do CONAMA nº 303/2002, a partir do “nível mais alto do curso d’água, alcançado por ocasião da cheia sazonal”. Porém, sem indicar o procedimento para a identificação desse nível das cheias sazonais, que também podem variar anualmente, fato que dificulta a definição em qual seria o nível base das cheias. Principalmente nas regiões planas, onde a tendência da enchente é atingir grandes extensões, extrapolando o leito do curso d’água. Os dispositivos legais não informam se a largura mínima da área de preservação permanente poderia variar em função da ampliação ou redução da calha do corpo d’água durante o seu curso (RIBEIRO, 2005).

⁵⁸ Regulamentada no Decreto nº 72.106/1973 e alterada pela Lei nº 10.267/2001, 11.284/2006 e 13.001/2014.

Apesar da importância do Código Florestal, até a década de 1980, as leis foram pouco aplicadas e as punições previstas não intimidaram os infratores. Com a elaboração da Política Nacional de Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.981/1981, atribuiu-se legitimidade ao Ministério Público para propor ações de responsabilidade civil e criminal por danos causados ao meio ambiente. Posteriormente, a publicação da Lei nº 7.347/1985, permitiu que a Ação Civil Pública solicitasse ações de responsabilidade por danos morais/patrimoniais ao meio ambiente (LAUREANO & MAGALHÃES, 2011).

Também, nesse sentido, a publicação da Lei nº 9.605/1998, conhecida como “Lei de Crimes Ambientais”, estabeleceu sanções penais e administrativas contra os crimes ambientais. Especificamente aos recursos florestais, foram elaborados os seguintes dispositivos:

Lei nº 9.605/1998 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Art. 38. Destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção: Pena - detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente. Parágrafo único. Se o crime for culposo, a pena será reduzida à metade.

Art. 39. Cortar árvores em floresta considerada de preservação permanente, sem permissão da autoridade competente: Pena - detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.

[...]

Art. 41. Provocar incêndio em mata ou floresta: Pena - reclusão, de dois a quatro anos, e multa. Parágrafo único. Se o crime é culposo, a pena é de detenção de seis meses a um ano, e multa.

[...]

Art. 44. Extrair de florestas de domínio público ou consideradas de preservação permanente, sem prévia autorização, pedra, areia, cal ou qualquer espécie de minerais: Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa.

[...]

Art. 48. Impedir ou dificultar a regeneração natural de florestas e demais formas de vegetação: Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa.

[...]

Art. 51. Comercializar motosserra ou utilizá-la em florestas e nas demais formas de vegetação, sem licença ou registro da autoridade competente: Pena - detenção, de três meses a um ano, e multa.

(BRASIL, 1998).

3.2.6 - O atual “Código Florestal Brasileiro” – A Lei nº 12.651/2012

Em 19 de outubro de 1999, foi elaborado o Projeto de Lei nº 1.876/1999, de autoria do deputado Sérgio Carvalho⁵⁹, como objetivo alterar o Código Florestal de 1965. Agrupava outros dez projetos de lei com temas sobre Áreas de Preservação Permanente, Reserva legal e Exploração florestal. O projeto em questão foi aceito pela Câmara dos Deputados, porém arquivado em janeiro de 2003. No mesmo ano, o Projeto foi desarquivado e recepcionado na Câmara pela Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e pela Comissão de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Desenvolvimento Rural. Após debates, acabou rejeitado nas duas comissões e novamente arquivado em janeiro de 2007 (CRIADO, 2012).

Nesse contexto, o setor dos produtores rurais demonstrou grande insatisfação com a publicação do Decreto nº 6.514/2008, que regulamentou a Lei nº 9.605/1988 (Lei de Crimes Ambientais) prevendo sanções penais e administrativas imediatas⁶⁰. Entre outros dispositivos, o Decreto determinou que os donos de imóveis rurais averbassem em cartório a área destinada à Reserva Legal prevista no Código Florestal. Sem essa averbação, não era possível obter empréstimo das instituições financeiras e ainda estaria sujeito a multas diárias. Porém, conforme relatado na Revista em Discussão (2011), averbar a Reserva Legal não era um processo simples:

Averbar a Reserva Legal exige diversas etapas burocráticas e processos técnicos (como o georreferenciamento, por exemplo), que podem ser muito caros e levar mais que seis meses. Além disso, no caso de terras em que a reserva legal não atingir o percentual definido, o processo de averbação implica o compromisso de recuperar a cobertura vegetal ou realizar a compensação (aquisição de área equivalente com cobertura original na mesma bacia hidrográfica). O custo para fazer isso, em muitos casos, é proibitivo para o proprietário do imóvel e implicaria a bancarrota de muitas fazendas, sobretudo das menores e menos capitalizadas (REVISTA EM DISCUSSÃO, 2011, p. 20).

⁵⁹ Sérgio Siqueira de Carvalho (1955-2003) foi um médico e deputado federal (RO) de 1999 a 2003. Acabou falecendo durante o mandato, fato que atrasou o curso da PL nº 1.876/1999, do qual era relator na Câmara.

⁶⁰ Resolução nº 3.545/2008 do Conselho Monetário Nacional/Banco Central do Brasil, que obriga a comprovação da regularidade ambiental das propriedades rurais para liberação de crédito agropecuário, exigindo a apresentação do Certificado de Cadastro de Imóvel Rural, a declaração de inexistência de embargos de uso econômico de áreas desmatadas ilegalmente no imóvel, dentre outras exigências ambientais. No Decreto nº 6.514/2008, que estipulava multa de R\$500,00 a R\$100.000,00 para o proprietário de terra que deixasse de averbar a reserva legal na escritura da propriedade.

Em 2009, principalmente por pressão do setor rural, a Câmara dos Deputados criou uma Comissão Especial encarregada de elaborar um projeto de lei para alterar o Código Florestal de 1965. A comissão utilizou como base o texto do Projeto de Lei nº1. 876/1999, com outros dez projetos⁶¹ que aguardavam tramitação, tendo como relator o deputado federal Aldo Rebelo. Depois de mais de cem audiências públicas e negociações, o Projeto de lei reformulado foi aprovado na Câmara em maio de 2011, com votação de 410 votos a favor e 63 contra (CRIADO, 2012; REVISTA EM DISCUSSÃO, 2011).

O Projeto aprovado foi encaminhado ao Senado como Projeto de Lei da Câmara nº 30/2011, na relatoria dos senadores Luiz Henrique da Silveira e Jorge Viana. As discussões sobre as reformas do Código Florestal no Senado reuniram representantes do setor agropecuário, ambientalistas e cientistas em torno de temas como: Reserva Legal, Áreas de Preservação Permanente, manutenção de atividades produtivas consolidadas, aplicação de sanções aos que não seguiram a legislação vigente e procedimentos para promover o financiamento da recuperação do passivo ambiental (Revista em Discussão, 2011).

Conforme relatado na Revista em Discussão (2011), a ausência de dados mais confiáveis sobre o tema preocupava a Comissão de Meio Ambiente do Senado:

“O ideal seria que já tivéssemos conhecimento científico suficiente, que o país tivesse investido em zoneamento e em mapeamento de solos ao longo dos anos, para que pudéssemos definir as áreas de proteção e de preservação permanente, levando em consideração a declividade do solo, a espessura do solo, a textura do solo e os serviços ambientais que aquela área de preservação permanente pode executar, além dos recursos genéticos que a área tem, até porque nós vivemos em um país de extrema complexidade” (Relato de Rodrigo Rollemberg na Revista em Discussão, 2011, p.36).

Destaca-se a atuação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência e da Academia Brasileira de Ciências, que divulgaram um relatório com sugestões ao “novo” Código⁶². No documento as duas entidades concordavam com a necessidade de reformulação do Código Florestal, com base na ciência e tecnologia disponíveis. Em resumo as recomendações envolviam sete temas:

⁶¹ Projetos de Lei de revisão do Código Florestal: PL 4.524/2004; PL 4.091/2008; PL 4.395/2008; PL 4.619/2009; PL 5.226/2009; PL 5.367/2009; PL 5.898/2009; PL 6.238/2009; PL 6.313/2009; e PL 6.732/2010.

⁶² SILVA, José Antônio Aleixo da (Coord.) et al. O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo. São Paulo: SBPC / ABC, 2ed. rev., 2012. 294 p.

Propostas e considerações da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e Academia Brasileira de Ciências (ABC) sobre a reforma do Código Florestal

I - Dilema preservar versus produzir: Um “aumento marginal” de produtividade “notoriamente ineficiente” da pecuária brasileira, que ocupa dois terços das áreas agrícolas disponíveis, garantiria em torno de 60 milhões de hectares para a agricultura, mais que o dobro da área atual.

II - APPs nas beiras dos rios: Todas as APPs devem ter sua vegetação preservada e as degradadas devem ser integralmente restauradas. A Lei deve manter definição de APP de cursos d’água “desde o seu nível mais alto em faixa marginal”.

III - Áreas rurais consolidadas: Definição deve ser retirada do texto e tais áreas, restauradas, “visto não poder haver consolidação sobre áreas legalmente protegidas, pois não há direito adquirido na área ambiental”. Pousio (descanso do pasto) em APPs deve ser redefinido, fixando limites de área e de prazo, conforme cada bioma. Tratamento especial para culturas de arroz de várzea, pecuária extensiva no Pantanal, agricultura de várzea na Amazônia, produção de café, maracujá e uva nas encostas, “por ocuparem pequena extensão territorial e por poderem ser ajustadas tecnicamente para um menor impacto ambiental”

IV - Compensação de reserva legal: Em áreas as mais próximas possíveis, dentro do mesmo ecossistema – e não no mesmo bioma –, de preferência na mesma microbacia ou bacia, “para que haja a desejada equivalência ecológica, de composição, de estrutura e de função”.

V - Cômputo de APPs e RLs: Deve ser excluído da proposta, afinal, APPs e RLs “apresentam estruturas e funções distintas e comunidades biológicas complementares”.

VI - Tratamento diferenciado para os pequenos: criticam adoção dos quatro módulos fiscais, lembrando que a agricultura familiar é definida em lei com quatro critérios simultâneos (tamanho da propriedade, mão de obra empregada, nível de renda e forma de gestão)

VII - Custo da restauração ambiental: Propõem análise caso a caso “para uma aproximação da melhor metodologia e do valor real do custo”. Pode demandar “desde o simples abandono da área (restauração passiva, sem custo de implantação) até o plantio de mudas em área total, de custo elevado”, consideradas a paisagem regional e a intensidade de uso da área a ser restaurada.

(REVISTA EM DISCUSSÃO, 2011, p.36).

Após intensos debates o texto foi reformulado e aprovado no Senado por 59 votos a favor e 7 contra, em dezembro de 2011. Do Senado à Câmara, a proposta foi rejeitada sendo adicionadas 21 alterações (maior parte divergindo das considerações levantadas pela SBPC) com a proposta final aprovada na Câmara para sanção presidencial em abril de 2012. A presidente Dilma Rousseff sancionou a proposta final, em 25 de maio de 2012, como Lei nº 12.651/2012. Foram realizados

12 vetos e 32 alterações (13 adequações de conteúdo, 14 restituições conforme o texto do Senado e 5 novos dispositivos) em relação ao texto original (CRIADO, 2013).

Portanto, depois de um longo e conflituoso processo de tramitação, a publicação da Lei nº 12.651/2012 revogou o Código Florestal de 1965 e estabeleceu normas gerais sobre a proteção da vegetação nativa, das áreas de Preservação Permanente e das áreas de Reserva Legal; exploração florestal; controle e prevenção dos incêndios florestais, e assuntos relacionados (Art. 1º Lei nº 12.651/2012) ⁶³.

A Lei 12.651/2012 não adotou o rótulo de “Código Florestal Brasileiro”, como nas leis anteriores. Devido ao amplo uso do termo “Código Florestal” nos meios de comunicação, a expressão se tornou mais popular que a caracterização da lei. Conforme Fiorillo; Ferreira (2018), a Lei 12.651/2012 não deveria ser denominada por “Código Florestal”, por quê:

É necessário observar que a aplicação da Lei n. 12.651/2012 necessariamente deverá guardar compatibilidade não só com a tutela constitucional das florestas e demais formas de vegetação nativa, mas também com as demais normas infraconstitucionais em vigor que tutelam os temas indicados pelo “código”, como é o caso, dentre outras, da Lei nº 11.284/2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, e da Lei nº 9.985/2000 que [...] institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, e mesmo da Lei nº 8.629/1993, que regulamenta os dispositivos constitucionais, bem como disciplina as disposições relativas à reforma agrária no Estado Democrático de Direito.

[...]

Assim, não temos em nosso País, com o advento da Lei nº 12.651/2012, um novo “Código” Florestal, mas sim uma nova norma jurídica que, associada às demais disposições normativas em vigor destinadas a tutelar os bens ambientais indicados na nova lei, será aplicada com base nos fundamentos constitucionais do direito ambiental constitucional, este sim o verdadeiro Código Florestal em nosso Estado Democrático de Direito.

(FIORILLO & FERREIRA 2018, pg. 11 e 12)

⁶³ No mesmo ano foram inseridas alterações na redação da Lei 12.651/2012 através da Lei nº 12.727/2012. Fato que incutiu ao texto do “novo código” o aspecto de “versão final”, apesar de que a lei é passível de alterações por decreto, medida provisória ou ação direta de inconstitucionalidade. Por exemplo, a Lei 12.651/2012 até o ano 2019 já foi alterada pelos seguintes dispositivos: MPV 571/2012; Lei 12.727/2012; Lei 13.295/2015; MPV 724/2016; Lei 13.335/2016; MPV 759/2016; Lei 13.465/2017; MPV 867/2018; MPV 884/2019 e Lei 13.887/2019.

Além da norma não regulamentar por completo a tutela jurídica da vegetação nativa e das florestas no Brasil, determiná-la apenas por Código Florestal, restringiria a aplicação do termo apenas ao tipo de formação na qual o elemento dominante são árvores que formam dossel. Seria mais apropriado utilizar o termo vegetação, pelo fato desse conceito estar associado ao conceito de bioma, que abrange todo o país. De qualquer forma, a interpretação da Lei 12.651/2012 deve ser orientada a partir da Constituição Federal, sendo que, na essência, disciplina a tutela jurídica da vegetação nativa e dos demais bens ambientais no Brasil (FIORILLO & FERREIRA, 2018).

A Lei 12.651/2012 manteve as categorias de áreas protegidas presente nas leis anteriores, como “Área de Preservação Permanente” e “Reserva Legal”, porém com mudanças e inovações em relação ao código revogado, como o conceito de área rural consolidada:

Lei 12.651/2012 - Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

[...]II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa;

IV - área rural consolidada: área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio.

(BRASIL, 2012)

Na redação original do código revogado não havia distinção entre áreas urbanas e rurais para fins de Área de Preservação Permanente (portanto a lei aplicava-se em qualquer parte do território). Na Lei nº 12.651/2012, dependendo do caso, a norma se aplica diferentemente conforme seja área urbana ou rural. Diferente do Código revogado, a lei nº 12.651/2012 se refere expressamente a curso d'água natural. Logo, as margens dos rios alterados por intervenção humana

(retificados, canalizados, entre outros) não são consideradas Áreas de Preservação Permanente (PETERS et al, 2014).

O Código revogado não distinguia a determinação das Áreas de Preservação Permanente entre corpos hídricos naturais dos artificiais. A Lei nº 12.651/2012 distingue conforme sejam lagos e lagoas naturais, reservatórios d'água artificiais e reservatórios para geração de energia ou abastecimento. Também considerando a dimensão e se possui barramento ou represamento (PETERS et al, 2014).

No Código Florestal de 1965, todas as categorias de nascentes e olhos d'água eram protegidas, fossem perenes ou intermitentes. Na Lei nº 12.561/2012, somente as nascentes perenes são legalmente consideradas Área de Preservação Permanente. No Código Florestal de 1965 a extensão das "faixas marginais" variava de acordo com a largura do curso d'água, demarcada a partir do nível mais alto do rio (cheia sazonal). Na Lei nº 12.651/2012, além de a extensão variar conforme a largura do curso d'água, também deve considerar o tamanho da propriedade e se a área é de uso consolidado (considerando a data de 22 de julho de 2008) ou não. A distância mínima das faixas marginais é mensurada a partir da borda da calha do leito regular (PETERS et al, 2014).

Conforme SENAR (2014), as áreas de preservação permanente possuem duas categorias com dimensões mínimas a serem cumpridas:

I - Regra Geral: exigência a ser cumprida na integralidade pelos imóveis que até 22 de julho de 2008 mantiveram com vegetação nativa suas Áreas de Preservação Permanente.

II - Áreas Consolidadas: exigências mínimas de manutenção ou recuperação de Áreas de Preservação Permanente para os imóveis nos quais até 22 de julho de 2008 possuíam atividades vinculadas à produção agropecuária em Áreas de Preservação Permanente.

Ambas podem ser resumidas ao estado do Rio Grande do Sul no Quadro 8, que agrupa as diferentes categorias de curso d'água, nascentes e corpos hídricos com regras especiais de exigências mínimas para preservação/recuperação de Áreas de Preservação Permanente. A Lei nº 12.651 também exige que na propriedade exista um percentual mínimo de área de reserva legal, conforme Quadro 9.

Quadro 8: Exigência Geral e Mínima de Preservação/Recuperação de APP - Lei nº 12.651/2012.

		REGRA GERAL	ÁREAS CONSOLIDADAS (ATÉ 22 DE JULHO DE 2008)				
			Até 1MF	De 1 a 2MF	De 2 a 4MF	De 4 a 10 MF	> de 10MF
LIMITADOR DE EXIGÊNCIA PARA RECUPERAÇÃO^(A)		INTEGRAL	10 %		20%	INTEGRAL	
CURSOS D'ÁGUA NATURAIS PERENES OU INTERMITENTES	Até 10m	30m	5m	8m	15m	20m	30m
	De 10 a 50m	50m				30m	30m
	De 50 a 200m	100m				30 a 100m ^(B)	30 a 100m ^(B)
	De 200 a 600m	200m				100m	100m
	Acima de 600m	500m				100m	100m
NASCENTES E OLHOS D'ÁGUA PERENES		50m	15m				
LAGOS E LAGOAS NATURAIS	Até 1ha	DISPENSADO	DISPENSADO				
	De 1 a 20 ha	50m	5m	8m	15m	30m	
	Acima de 20 ha	100m					
RESERVATÓRIOS D'ÁGUA ARTIFICIAIS	Até 1ha	DISPENSADO	DISPENSADO				
	Decorrentes de barramento	LICENCIAMENTO	LEI NÃO ESTABELECE EXIGÊNCIA MÍNIMA DE RECUPERAÇÃO				
	Não decorrentes de barramento	DISPENSADO	DISPENSADO				
RESERVATÓRIOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA E ABASTECIMENTO	Zona Rural	LICENCIAMENTO (de 30 a 100m)	EXIGIDA RECUPERAÇÃO DE APP ENTRE NÍVEL MÁXIMO OPERATIVO E COTA MÁXIMA MAXIMORUM				
	Zona Urbana	LICENCIAMENTO (de 15 a 30m)					
BANHADOS		TOTAL	LEI NÃO ESTABELECE EXIGÊNCIA MÍNIMA DE RECUPERAÇÃO				
RESTINGAS		Como fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues	LEI NÃO ESTABELECE EXIGÊNCIA MÍNIMA DE RECUPERAÇÃO				
ENCOSTAS COM DECLIVIDADE SUPERIOR A 45°		TOTAL	AUTORIZADA MANUTENÇÃO DE ATIVIDADES FLORESTAIS, CULTURAS LENHOSAS, PERENES OU DE CICLO LONGO, E PASTOREIO EXTENSIVO EM ÁREAS COM VEGETAÇÃO NATIVA CAMPESTRE OU JÁ CONVERTIDA PARA TAL				
TOPO DE MORRO		1/3 SUPERIOR					
ÁREAS ACIMA DE 1800 m DE ALTITUDE		TOTAL					
ENCOSTAS COM DECLIVIDADE ENTRE 25° E 45°		USO RESTRITO	AUTORIZADA MANUTENÇÃO DE TODAS AS ATIVIDADES AGROSSILVOPASTORIS				

^(A) Percentual máximo de comprometimento da área do imóvel com APP's existentes e novas APP's com exigência de recuperação.

^(B) Equivalente a metade da largura do curso d'água

Fonte: Adaptado de SENAR (2014)

Quadro 9: Exigência Geral e Mínima de Manutenção de Reserva Legal - Lei nº 12.651/2012.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL	REGRA GERAL	IMÓVEIS COM VEGETAÇÃO NATIVA INFERIOR AO EXIGIDO NA LEI	
		Até 4 Módulos Fiscais	> de 4 Módulos Fiscais
BIOMA MATA ATLÂNTICA	20%	Imóveis que detinham em 22/07/2008 até 4 MF de área, e não dispõem de vegetação nativa para atendimento da regra geral, terão a reserva legal do tamanho da área com remanescente de vegetação nativa em 22/07/2008.	Quem realizou supressão respeitando os percentuais previstos em lei vigente à época da supressão terá o direito a manutenção da RL conforme exigido naquele período.
BIOMA PAMPA			

Fonte: Adaptado de SENAR (2014)

Ressalta-se, que apesar da Lei nº 12.651/2012 dar tratamento diferenciado entre as Áreas de Preservação Permanente, todas ainda permanecem legalmente amparadas nas esferas de responsabilidade administrativa, civil e criminal.

Destaca-se na Lei nº 12.651/2012 a instituição do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e do Programa de Regularização Ambiental (PRA), posteriormente regulamentado no Decreto nº 7.830/2012, o qual define normas gerais sobre os PRA a serem criados no âmbito da União e dos estados e do Distrito Federal e determinou a inscrição do CAR condição obrigatória para adesão ao PRA (PETERS et al, 2014).

Anteriormente, no Decreto nº 6.514/2008 (que tipificou como infração explorar vegetação nativa sem autorização e deixar de fazer a averbação) foi definido prazo até 11 de junho 2012 para averbação da reserva legal, sob risco de multas. Porém, a averbação da reserva legal em cartório deixou de ser obrigatória e foi substituído pelo registro do imóvel no CAR, conforme Art. 18 § 4º da Lei nº 12.651/2012.

Além dos dispositivos previstos na Lei 12.651/2012, foram elaborados instrumentos legais complementares como a publicação da Lei nº 12.805/2013 (Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta), que tem entre seus objetivos, mitigar o desmatamento e promover a recuperação de áreas de pastagens degradadas. Posteriormente, o Decreto nº 8.972/2017 (Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa), que visa além de recuperar a

vegetação nativa, incentivar a regularização ambiental das propriedades rurais (CRESTANA, 2017).

Verifica-se que, historicamente, nas mudanças realizadas no Código Florestal Brasileiro, o código que foi concebido num viés utilitarista e na doutrina do interesse nacional em 1934, progressivamente abrange aspectos ambientais. Gradualmente a legislação ambiental preocupou-se com o maior detalhamento das áreas a serem protegidas, revogando normas que protegiam apenas as categorias florestais, para abranger as demais formas de vegetação, dando amparo legal para toda proteger a vegetação nativa nas áreas estabelecidas (CRESTANA, 2017; PETERS et al, 2014).

As Áreas de Preservação Permanente nas margens dos cursos d'água possuem normas à determinação de seus limites mínimos. Conforme se verifica na Figura 17, essas normas previstas em leis ou códigos florestais foram alteradas ao longo do tempo.

Na próxima seção serão tratados assuntos pertinentes ao Cadastro de Imóveis Rurais e ao Cadastro Ambiental Rural no Brasil. Temas que tem relação com a regularização ambiental dos imóveis rurais - objetos diretos da aplicação da legislação ambiental discutida nessa pesquisa.

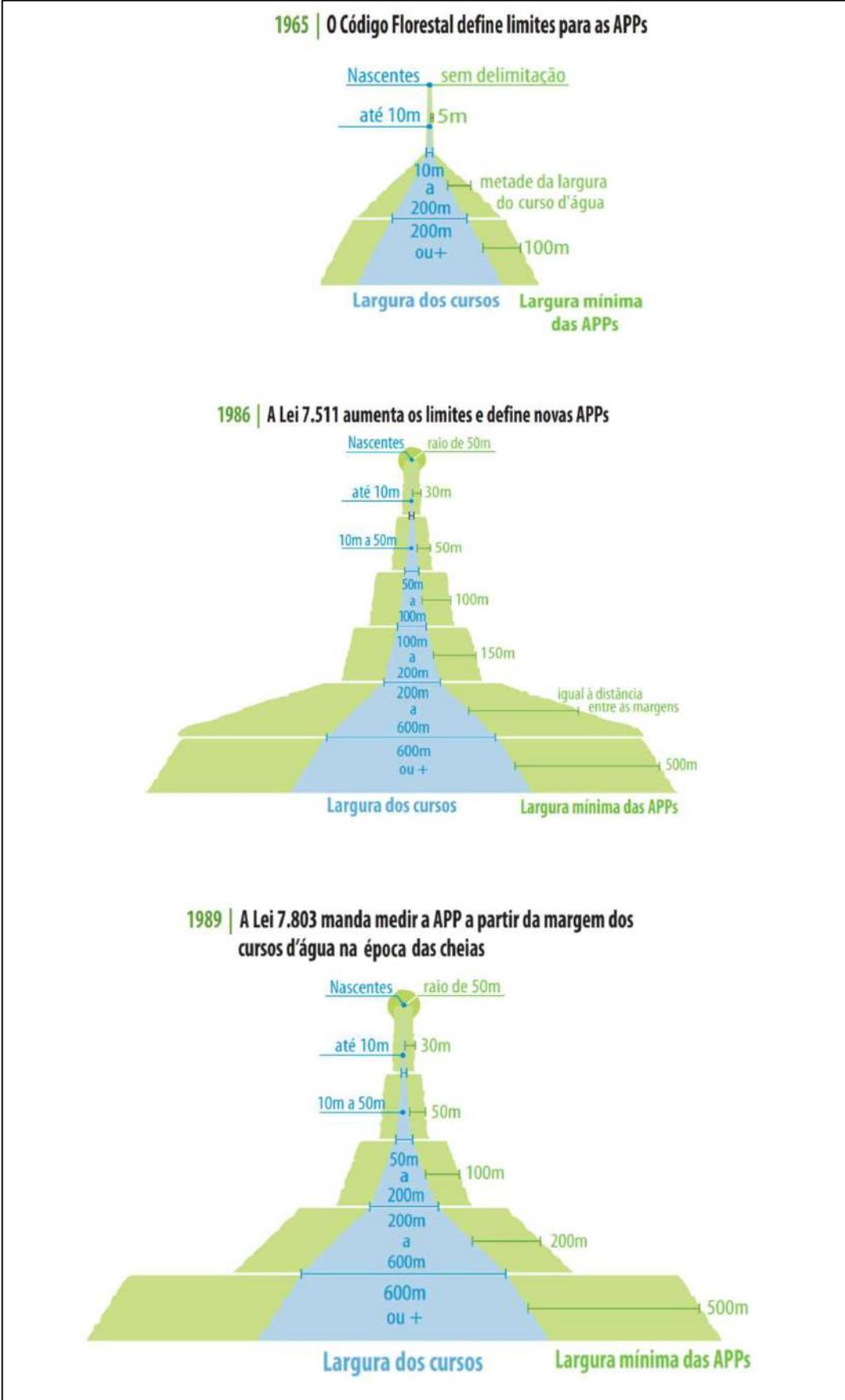


Figura 17: Alterações nas APP de cursos d'água de 1965 a 1989. Fonte: Adaptado de Revista em Discussão (2011).

3.3 - Cadastro de Imóveis Rurais e Cadastro Ambiental Rural (CAR)

No Brasil, a primeira iniciativa em cadastrar imóveis rurais começou a partir da denominada “Lei de Terras” (Lei nº 601/1850). Entretanto, foi somente com a publicação do “Estatuto da Terra” (Lei nº 4.504/1964) que efetivamente foi estruturado o cadastramento de todos os imóveis rurais do país, atualmente organizado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Portanto, desde a publicação da Lei 4.504/1964, todo imóvel rural deve estar cadastrado no INCRA, devendo ser prestadas pelo proprietário do imóvel uma série de informações cadastrais que servem principalmente para o cálculo do Imposto Territorial Rural⁶⁴ (PETERS, PANASOLO, 2014).

Diversas normas legislativas⁶⁵ foram criadas para aperfeiçoar o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais, com destaque a Lei 5.868/1972 (que estabelece o Sistema Nacional de Cadastro Rural). Atualmente o cadastro é gerenciado pelo INCRA em conjunto com a Secretaria da Receita Federal, que compartilha informações sobre o meio rural brasileiro às instituições públicas. Nos termos do art. 5º da lei 5.868/1972, são isentos de imposto sobre a propriedade rural as Áreas de Preservação Permanente e as áreas reflorestadas com espécies nativas (PETERS, PANASOLO, 2014).

A partir do momento que o Brasil se urbaniza, com o desenvolvimento das cidades, as zonas rurais são definidas por exclusão, isto é, são aquelas porções de terra que ficam fora do perímetro urbano traçado nos Planos Diretores e na legislação de uso e ocupação do solo. Assim temos solo urbano, urbanizável e o rural. [...] Dentro dessa linha de raciocínio, o critério para definir o imóvel rural é o da localização, consoante arts. 183 e 191 da Constituição Brasileira e Lei 9.393/1996, que trata do Imposto Territorial Rural – ITR (PETERS, PANASOLO, 2014, p.36-37).

⁶⁴ Fato que estabeleceu na linguagem popular que os donos de terra devem “pagar o INCRA”, ao invés de declarar anualmente o ITR à Receita Federal.

⁶⁵ Decreto 72.106/1973; I. E. INCRA nº 5A/1973; Lei 6.015/1973; Decreto 74.965/1974; Lei 6.634/1979; Decreto 85.604/1980; Lei 8.629/1993; Lei 8.935/1994; Lei 10.267/2001; Lei 10.406/2002; Decreto 4.449/2002; Lei 11.952/2009; I. N. C. nº 01/2012; I. N. INCRA nº 76/2013; P. I. nº 04/2014; I. N. INCRA nº 82/2015; I. N. C. RFB/INCRA Nº 1581/2015; I. N. C. INCRA/RFB Nº 1/2016; I. N. INCRA Nº 87/2017; A. D. E. COCAD Nº 4/2017; I. N. C. RF/INCRA Nº 1724/2017; I. N. RFB Nº 1725/2017; A. D. E. COCAD Nº 6/2017; Lei 13.465/2017; N. T. CNIR 001,002,003/2017; Decreto nº 9.309/2018; Decreto nº 10.165/2019; R. C. E. 001/2019 e I. N. INCRA nº 100/2019 (A.D.E. = Ato Declaratório Executivo; I.N.= Instrução Normativa; I.N.C. = Instrução Normativa Conjunta; N.T. = Nota Técnica; R.C.E. = Resolução Comitê Estratégico; P.I. = Portaria Interministerial)

Desde 2003, todos os imóveis rurais públicos ou privados do país devem ser georreferenciados⁶⁶. Conforme na Lei nº 10.267/2001 e nos Decretos nº 4.449/2002 e 5.570/2005, o conceito de georreferenciamento é o mapeamento de um imóvel rural referenciando os vértices de seu perímetro ao Sistema Geodésico Brasileiro, definindo sua posição geográfica, que serve para a regularização perante aos cartórios de registro de imóveis ⁶⁷ . Segundo Revista A Mira (2006) o georreferenciamento de imóveis rurais:

[...] consiste na obrigatoriedade da descrição do imóvel rural, em seus limites, características e confrontações, através de memorial descritivo firmado por profissional habilitado, com a devida ART, contendo as coordenadas dos vértices definidores dos limites dos imóveis rurais, georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro e com precisão posicional fixada pelo INCRA (Art. 176 § 4º, da Lei nº 6.015/1975, com redação dada pela Lei 10.267/2001) (REVISTA A MIRA, p. 50, 2006).

O conceito de imóvel rural para fins de georreferenciamento, conforme a Norma Técnica do INCRA (2013) é aquele objeto do título de domínio, bem como aquele passível de titulação referido na Lei de Registros Públicos (Lei nº 6.015/1973), diferentemente do estabelecido pelo “Estatuto da Terra” (Lei nº 4.504/1964).

A Lei do “novo código florestal” não conceituou o imóvel rural, dando a entender que o critério adotado foi o da localização e não o da destinação (conforme os Art. 3º inc. XXVI, Art. 19, Art.64 e Art. 65 da Lei 12.651/2012). Além disso, a Lei 12.651 abandona a matrícula como referência legal para demarcação e registro da Reserva Legal, não importando a quantidade de matrículas no registro de imóveis para fins de inscrição no Cadastro Ambiental Rural, e sim o imóvel em sua unicidade. Mesmo com a implantação do CAR, o proprietário não está isento das exigências legais relativas ao cadastro de imóveis rurais, passando a coexistirem sob a crítica do aumento da burocracia e do custo Brasil (PETERS, PANASOLO, 2014).

⁶⁶ Desde novembro de 2003, em decorrência da Lei nº 10.267/2001, qualquer transação imobiliária envolvendo imóvel rural só pode ser registrada no Cartório de Registro Imobiliário, se estiver acompanhada de uma planta certificada previamente pelo INCRA, à luz da sua Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, conforme tamanho e prazos definidos.

⁶⁷ A certificação de um imóvel rural corresponde à elaboração de uma planta georreferenciada deste imóvel, acompanhada da declaração de todos os seus confrontantes, concordando com os limites levantados e com o caminhamento percorrido pelo agrimensor credenciado, durante os serviços de georreferenciamento do imóvel rural.

A publicação da Medida Provisória 910/2019, simplificou o procedimento de regularização fundiária de áreas da união do país, alterando dispositivos das Leis nº 11.592/2009⁶⁸, 8.666/1993⁶⁹ e 6.015/1973⁷⁰. A medida visou beneficiar agricultores familiares e produtores rurais que comprovassem exercer ocupação, exploração direta e pacífica de suas posses antes de 5 de maio de 2014. A área pleiteada para regularização não pode ser objeto de infração ou embargo ambiental, sendo obrigatória a apresentação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) entre outros documentos para estar na condição de titulado (REVISTA A MIRA, 2020).

O cadastramento ambiental no meio rural brasileiro decorre dos avanços tecnológicos em sensoriamento remoto realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) utilizados na identificação do desmatamento na Amazônia Legal. A possibilidade de identificar com precisão a localização dos focos de desmatamento instigou a busca por outras formas de identificação e integração das informações ambientais nas propriedades rurais. No ano de 1997 passou a ser discutido na Câmara Técnica de Atualização do Código Florestal do Conselho Nacional de Meio Ambiente a regularização ambiental nos imóveis rurais (OLIVEIRA, 2014).

A primeira iniciativa a identificar os desmatamentos nos imóveis rurais foi desenvolvida em 1999 pela Fundação Estadual de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso, denominada Sistema de Licenciamento em Propriedades Rurais. Posteriormente em 2002 foi editado o livro Mata Atlântica, que abordava o tema da regularização ambiental dos imóveis rurais em um capítulo específico. Tais fatos influenciaram a aplicação de novas medidas de controle do desmatamento e discussões em torno da revisão do Código Florestal, da proteção das Áreas de Preservação Permanente e dos dispositivos referentes à Reserva Legal (OLIVEIRA, 2014).

O termo “Cadastro Ambiental Rural” foi utilizado pela primeira vez na Instrução Normativa nº 3/2007 da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Pará. O Decreto Federal nº 6.321/2007 regulamentou a referida Instrução Normativa, reunindo medidas contra o desmatamento e a edição de uma lista com municípios prioritários para controle do desmatamento na Amazônia Legal.

⁶⁸ Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União.

⁶⁹ Regulamenta e institui normas para licitações e contratos da Administração Pública.

⁷⁰ Dispõe sobre os registros públicos, e dá outras providências.

Posteriormente, o governo estadual do Mato Grosso através da Lei Complementar nº 343/2008, instituiu o Cadastro Ambiental Rural e criou o Programa Matogrossense de Regularização Ambiental Rural - “MT Legal”, definindo o CAR como uma das etapas obrigatórias do licenciamento ambiental dos imóveis rurais. A partir de 2009 ocorreram outras iniciativas semelhantes nos estados do Acre, Amazonas, Bahia, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Rondônia, Santa Catarina e Tocantins (SAMBUICHI, 2014).

O Decreto nº 7.029/2009 instituiu o “Programa Mais Ambiente” com objetivo de aplicar o CAR a nível federal, apoiar a adequação ambiental para a agricultura familiar e estruturara política nacional de regularização ambiental com padrões mínimos comuns, que permitissem a integração e articulação entre diferentes iniciativas. Porém, conforme Sambuichi (2014), o programa não obteve os resultados esperados:

Este normativo definiu como instrumentos para regularização ambiental o CAR e o Termo de Adesão e Compromisso, pelo qual o agricultor assumia o compromisso de recuperar, recompor ou manter as APP's, bem como de averbar a reserva legal do imóvel. Com a adesão ao programa, ficavam suspensas as multas aplicadas, decorrentes de infrações cometidas até 10 de dezembro de 2009, e o beneficiário deveria recuperar seus passivos em até vinte anos. Cumprido o termo, as multas aplicadas seriam convertidas em serviços de preservação, melhoria e recuperação da qualidade do meio ambiente.

[...]

A implementação do programa não se completou nos quase 2,5 anos de existência em razão de alguns aspectos. Por se tratar de um programa federal, a participação dos estados era facultativa, e o caráter voluntário de sua adesão não propiciou escala na adesão espontânea dos proprietários e posseiros rurais. Cerca de 2 mil imóveis foram cadastrados no PMA até maio de 2012. Além disto, provavelmente o maior entrave para a sua efetivação ocorreu em função dos debates sobre o Projeto de Lei nº 1.876/1999, em curso no Congresso Nacional, que dispunha sobre APP, RL, exploração florestal, entre outros dispositivos. O citado projeto teve sua tramitação acelerada nos últimos meses de 2009, tendo se consolidado com a aprovação da Lei nº 12.651, em 25 de maio de 2012. Desta forma, as incertezas sobre as mudanças na legislação florestal não possibilitaram avançar mais em sua implantação (SAMBUICHI, 2014, p. 109).

Com a publicação do “novo código florestal” (Lei nº 12.651/2012), dos Decretos nº 7.830/2012⁷¹, 8.235/2014⁷² e da Instrução Normativa do MMA nº

⁷¹ Decreto nº 7.830/2012: dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental.

02/2014, é estabelecido o Cadastro Ambiental Rural em nível nacional como registro eletrônico obrigatório para todos os imóveis rurais. Com objetivo de integrar informações ambientais das propriedades rurais para servir de base de dados para controle, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento. Segundo a redação do artigo 2º do Decreto 7.830/2012, o Cadastro Ambiental Rural é definido como:

Decreto 7.830/2012 – Capítulo I

Art. 2º - II - Cadastro Ambiental Rural - CAR - registro eletrônico de abrangência nacional junto ao órgão ambiental competente, no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente - SINIMA, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento (BRASIL, 2012).

Portanto, após 15 anos de discussões (conforme Quadro 10) o Cadastro Ambiental Rural é aprovado a nível nacional, tornando-se um importante instrumento administrativo de registro e controle das obrigações ambientais relacionadas aos imóveis rurais (OLIVEIRA, 2014).

Ano	Eventos relativos ao desenvolvimento do Cadastro Ambiental Rural
1997	Início dos trabalhos para Atualização do Código Florestal
1999	Primeiro sistema brasileiro de georreferenciamento da propriedade rural
2002	Livro da Mata Atlântica (capítulo sobre a regularização em imóveis rurais)
2005	Estabelecimento de projetos piloto de cadastramento rural
2007	Primeiro uso oficial do termo “Cadastro Ambiental Rural” (CAR) Iniciativas estaduais de regularização ambiental
2009	Instituído o “Programa Mais Ambiente”
2012	Lei 12.651 estabelece o CAR obrigatório em todo o país Decreto 7.830 estabelece o SICAR
2014	Decreto 8.235 estabelece normas do Programa Regularização Ambiental (PRA)

Quadro 10: Linha do tempo do CAR. Fonte: Adaptado de Oliveira (2014).

O Decreto nº 7.830/2012 também estabeleceu o Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), as normas gerais dos Programas de Regularização Ambiental (PRA) e extinguiu o “Programa Mais Ambiente”. Posteriormente, o

⁷² Decreto nº 8.235/2012: estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos estados e do Distrito Federal e institui o Programa Mais Ambiente Brasil.

Decreto nº 8.235/2014 institui o “Programa Mais Ambiente Brasil”, que resgatou princípios do extinto Programa Mais Ambiente com objetivo de apoiar ações de regularização ambiental de imóveis rurais com passivos identificados no CAR (OLIVEIRA, 2014).

Segundo relatado por Meunier (2015), apesar do “Programa Mais Ambiente Brasil” estar em vigência, ainda não foram divulgados resultados ou ações efetivas, diferentemente de outros programas ambientais relativos:

O Programa parece ser uma ampliação de escala do Programa Mais Ambiente, instituído pelo Decreto nº 7029, de 2009, revogado pelo já mencionado Decreto nº 7830/2012, e cuja efetividade precisaria ser avaliada a partir de critérios objetivos. Por sua vez, o novo programa não aparece entre os programas do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nem é possível se identificar ações, cronogramas e previsão orçamentária para sua implantação. Por outro lado, o Planaveg (Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa) passou a ser apresentado como uma protopolítica de recuperação da vegetação nativa. Seria esse programa, sim, o responsável pelo fortalecimento da cadeia produtiva da recuperação da vegetação nativa [...] (MEUNIER, 2015).

Conforme Oliveira (2014) em análise da estrutura do CAR, a maioria das obrigações inerentes aos imóveis rurais são referentes à manutenção e recomposição das Áreas de Preservação Permanente (APP), Áreas de Uso Restrito (AUR) e Reserva Legal (RL). Todo imóvel rural está sujeito a lei 12.651/2012, independentemente da necessidade de seguir outras obrigações relativas ao uso de recursos naturais ou atividades com potencial degradante. O CAR possibilita que o proprietário do imóvel rural declare sua situação ambiental com relação a essas obrigações, e mesmo que o imóvel rural não tenha qualquer tipo de uso, todas as áreas de APP, AUR e RL devem ser identificadas. Logo, o CAR deve ser prévio e independente do licenciamento ambiental das atividades produtivas e de outras obrigações legais. Apesar de estarem bem definidas na legislação, é comum a confusão entre os termos Regularização ambiental, Licenciamento ambiental, Regularização fundiária com o Cadastro Ambiental Rural.

Conforme Peters, Panasolo (2014), em relação à regularização fundiária do imóvel rural, devem ser cumpridas normas relativas ao “Estatuto da Terra” (Lei nº 4.504/1964), a “Lei de Registros Públicos” (Lei nº 6.015/1973) e a “Lei do

Georreferenciamento” (Lei nº 10.267/2001), elucidadas no capítulo anterior, entre outras exigências específicas estabelecidas nos estados e municípios⁷³.

Embora o Cadastro Ambiental Rural tenha sido agregado ao processo de Licenciamento Ambiental em alguns estados, segundo Oliveira (2014), o licenciamento ambiental e o CAR são compromissos distintos. A Resolução CONAMA nº 237/1997 define que sejam licenciáveis as atividades ou estabelecimentos que estão sujeitos ao licenciamento ambiental. Deste modo, o licenciamento ambiental permite o funcionamento de um empreendimento que utilize recursos naturais dentro do imóvel rural. A licença não serve para regularizar ambientalmente o imóvel como um todo. O CAR pode ser utilizado como “artifício” no processo de regularização ambiental através do “atestado de conformidade ambiental”, demonstrando que o imóvel está obedecendo aos compromissos previstos na Lei nº 12.651/2012, relativos à APP, AUR e RL.

Sobre o prazo para inscrição no CAR, conforme previsto na Lei 12.651/2012 (Art. 29 § 3º d), inicialmente foi estipulado o prazo de um ano a partir da abertura da plataforma de cadastramento. A Lei nº 13.295/2016 postergou o prazo por mais um ano (até 31 de dezembro de 2017). Posteriormente, o Decreto nº 9.257/2017 prorrogou o prazo para 31 de maio de 2018, e no mesmo ano o prazo foi prorrogado novamente para 31 de dezembro de 2018, pelo Decreto nº 9.395/2018. A última alteração ocorreu a partir da Lei 13.887/2019 que extinguiu o prazo para inscrição no CAR. Porém, o cadastro ainda continua obrigatório e a lei determinou o prazo de inscrição até 31 de dezembro de 2020 como garantia de benefícios na regularização ambiental da propriedade, como adesão ao PRA e acesso ao crédito agrícola (OLIVEIRA, 2014; SFB, 2019).

O Programa de Regularização Ambiental (PRA) é um conjunto de ações e medidas de caráter técnico-ambiental, oferecidas pelo poder público aos proprietários rurais com objetivo de adequar os imóveis à legislação florestal e promover a regularização ambiental. O PRA é constituído de compromissos de recuperação passivos ambientais que deverão ser cumpridos em etapas

⁷³ Importante diferenciar Cadastro Ambiental Rural de Cadastro Fundiário (INCRA). O cadastro fundiário objetiva identificar o proprietário, juntamente com a localização do imóvel certificando sua titularidade via cartório de registro de imóveis. O cadastro ambiental não certifica a titularidade do imóvel, ele certifica se o imóvel não se sobrepõe a nenhum outro uso concorrente nas suas bases de dados.

estabelecidas em documento firmado com proprietário de imóvel rural que apresente situação irregular (PETERS, PANASOLO, 2014).

A regularização ambiental dos imóveis rurais é um procedimento que envolve diferentes etapas e a interferência de diversos setores. A inscrição e validação do CAR são etapas iniciais, mas os estados também precisam regulamentar o “novo código florestal” e propor normas e estratégias de implementação do PRA. A propriedade que tem o CAR validado está apta a aderir ao PRA e iniciar as ações de recuperação dos passivos ambientais. Por outro lado, proprietários de imóveis rurais se sentem inseguros por não conhecerem previamente as regras do PRA. Eles precisam ter clareza de como se dará o processo de regularização de seus passivos ambientais e os estados devem viabilizar tanto as ações de análise e validação do CAR como também as ações necessárias para aplicar o PRA (CHIAVARI, LOPES, 2019).

Conforme relatório publicado sobre a situação do CAR e PRA no Brasil por Chiavari, Lopes (2019), todos os estados progrediram na etapa de inscrição das propriedades no CAR (apesar do registro de pequenos proprietários e de povos/comunidades tradicionais ainda necessitar de auxílio do poder público). Existem desafios nas etapas de análise e validação das propriedades, devido à baixa qualidade dos cadastros e a escassez de recursos para executar a validação. Nessa etapa, alguns estados estão mais adiantados do que outros, sendo que dez estados⁷⁴ ainda estão na fase de inscrição e não iniciaram a validação do CAR, conforme pode ser observado na Figura 18.

⁷⁴ Estados do Alagoas, Amapá, Maranhão, Minas Gerais, Piauí, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Roraima, São Paulo e Sergipe.

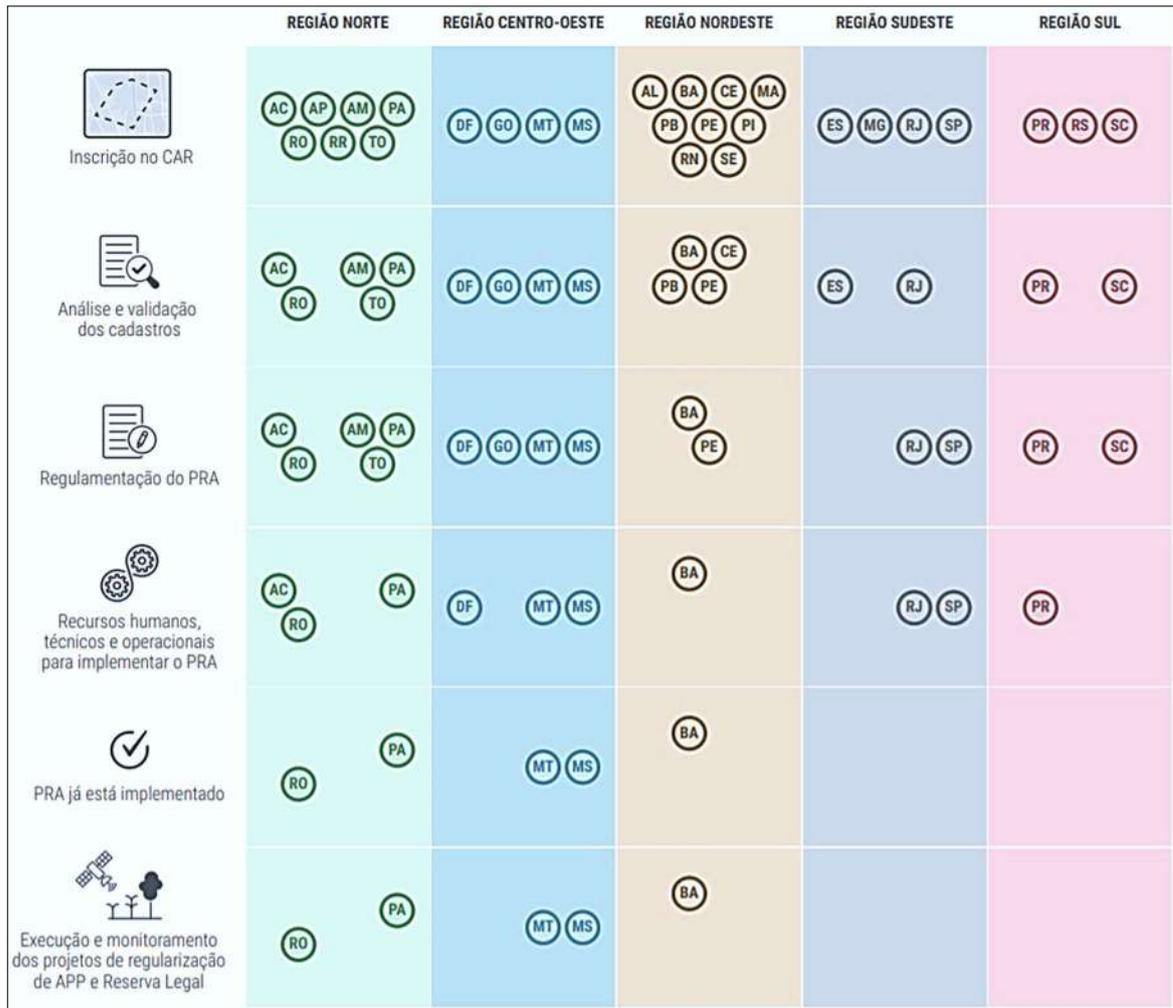


Figura 18: Progresso do CAR e do PRA nos estados. Fonte: CHIAVARI, LOPES (2019).

Com relação ao PRA, nenhuma regra foi publicada visando estabelecer procedimentos de adesão e cumprimento do programa ou atribuições da União e dos estados⁷⁵. Atualmente, quinze estados editaram normas próprias relativas ao PRA, mas em apenas cinco estados o PRA está em vigência (com sistema operacional em pleno funcionamento, termos de compromisso assinados e projetos de regularização de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal em execução e monitoramento). Apesar de que necessitem de normas complementares à regularização ambiental das propriedades rurais, que segundo Chiavari, Lopes (2019):

⁷⁵ Conforme ressaltam Chiavari, Lopes (2019) um PRA centralizado elaborado pelo governo federal poderia ser questionado judicialmente por interferir no princípio federativo dos estados e também gerar insegurança jurídica na aplicação da Lei 12.651/2012. Uma alternativa à situação seria o auxílio federal aos estados na regulamentação estadual do código florestal, editando regras mínimas para o processo de regularização ambiental dos imóveis rurais.

A regulamentação do Código Florestal pelos estados deve incluir normas mínimas que estabeleçam:

I - Inscrição, análise e validação do CAR;

II - Adesão ao PRA e elaboração dos projetos de recuperação dos passivos em APP e Reserva Legal;

III - conteúdo do Termo de Compromisso e as correspondentes sanções em caso de descumprimento;

IV - Regras de transparência, monitoramento e fiscalização do procedimento de regularização ambiental.

Além disso, os estados devem prever normas especiais para certas categorias fundiárias, como imóveis menores que quatro módulos fiscais, assentamentos da reforma agrária e povos e comunidades tradicionais (CHIAVARI, LOPES, 2019, pg. 29).

Apesar dos avanços iniciais na regularização ambiental no Brasil, quatro estados ainda estão atrasados na regulamentação do PRA⁷⁶. No caso do Rio Grande do Sul, foi constituído um grupo de trabalho para elaborar um decreto regulamentando o PRA no estado. Atualmente o grupo está paralisado devido a problemas técnicos entre o cadastramento estadual e o Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. Nesse sentido, o governo estadual está firmando acordo de cooperação técnica com o Serviço Florestal Brasileiro para retomar as propostas de regulamentação do PRA (CHIAVARI, LOPES, 2019).

Outro fator que atrasa na regulamentação do PRA é a suspensão do decreto sobre o CAR no Rio Grande do Sul (Decreto estadual nº 52.431/2015), por uma liminar deferida em ação civil pública. A liminar propõe regime jurídico especial e regras mais flexíveis no uso da terra no Bioma Pampa (CHIAVARI, LOPES, 2019).

Segundo dados declarados no Boletim Informativo do CAR, até 31 de janeiro de 2020, foram cadastrados 210.115 imóveis rurais no Bioma Pampa⁷⁷. A soma desses imóveis resulta em 154.515,76 km², correspondendo a 87,5% da área total do Bioma Pampa (que possui 176.496 km²). Desse total, somente 113.175 cadastros entraram com pedido de adesão ao PRA (SFB, 2020).

⁷⁶ Sendo os seguintes estados: Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

⁷⁷ O Relatório apresenta o resumo dos dados coletados entre os diferentes biomas do Brasil.

4. Diagnóstico Ambiental da área de estudo

4.1 Caracterização Geográfica - Aspectos físicos e ambientais

Conforme o Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (SEMA, 2020), a Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira está inserida no sistema de Bacias Hidrográficas da Lagoa Mirim-Canal São Gonçalo, tendo em vista que os municípios de Arroio Grande e Pedro Osório possuem 100% de suas áreas inseridas no referido sistema.

No período de 1873 a 1958, os limites da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira concerniam apenas à comarca do município de Arroio Grande. Em 1959 ocorre a emancipação do município de Pedro Osório e os limites da bacia hidrográfica passam a pertencer aos dois municípios. A porção noroeste-centro no município de Pedro Osório e a porção centro-sul no município de Arroio Grande (Figura 19).

A Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira tem uma área de 279,07 km², dos quais 128,75 km² (46%) estão no município de Arroio Grande e 150,32 km² (54%) no município de Pedro Osório. Conforme descrito no Quadro 11, a Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira possui as coordenadas limites (vértices) com as respectivas bacias hidrográficas adjacentes:

Limites	Coordenadas	Bacias Hidrográficas Limitrofes
Norte	31° 54' 40,7" S	Bacia Hidrográfica do Rio Piratini Bacia Hidrográfica do Arroio Basílio
Leste	52° 37' 48,7" W	Bacia Hidrográfica do Rio Piratini Bacia Hidrográfica da Lagoa Formosa
Oeste	52° 52' 13,8" W	Bacia Hidrográfica do Arroio Parapó
Sul	32° 9' 12,8" S	Lagoa Mirim - Canal São Gonçalo

Quadro 11: Limites geográficos da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. Fonte: Autor

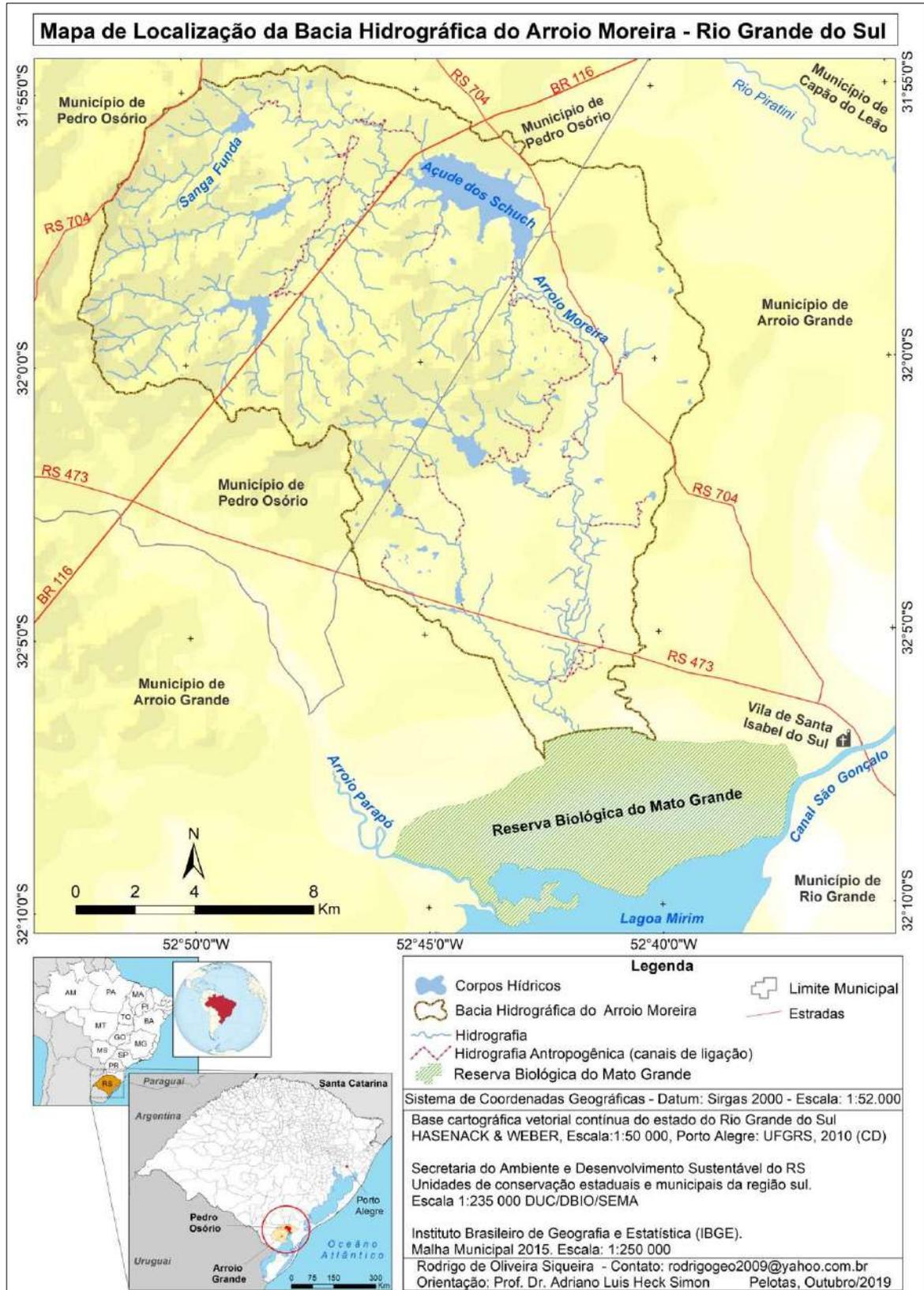


Figura 19: Localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. Fonte: Autor.

Das principais alterações na rede de drenagem da bacia hidrográfica, ocorrem interferências antrópicas como barramentos, retificação de canais fluviais e terraços agrícolas. O Arroio Moreira é o curso principal da bacia hidrográfica e seus tributários possuem diversas alterações antropogênicas, como o expressivo barramento “Açude dos Schuch”, além das interferências realizadas por obras de engenharia (estradas e pontes) ao longo dos três principais eixos rodoviários nas seguintes regiões (Quadro 12, Figura 19):

Rodovia	Acesso / Localidade	Sentido viário
BR 116	Pelotas / Arroio Grande (Km 564 - Km 577)	SO-NE
RS 473	Vila Santa Isabel do Sul – Matarazzo / Palma	SE-NO
RS 704	Vila Santa Isabel do Sul – Cidade de Pedro Osório	SO-NE

Quadro 12: Principais rodovias na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. Fonte: Autor.

4.1.1 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

A Bacia do Arroio Moreira situa-se em uma região de transição entre duas unidades geológicas: o Escudo Pré-Cambriano e a Planície Costeira. Sobre a origem geológica do litoral do Rio Grande do Sul, Villwock & Tomazelli (1995) descrevem que a região se encontra no contexto geológico da Província Costeira do Rio Grande do Sul (Figura 20). O embasamento da área aflora na região oeste e é constituído por rochas do Escudo Pré-Cambriano, geradas no Ciclo Brasileiro (Neoproterozóico) e compõe a unidade denominada Cinturão Dom Feliciano, com idades de 850 a 500 milhões de anos (VILLWOCK & TOMAZELLI, 1995).

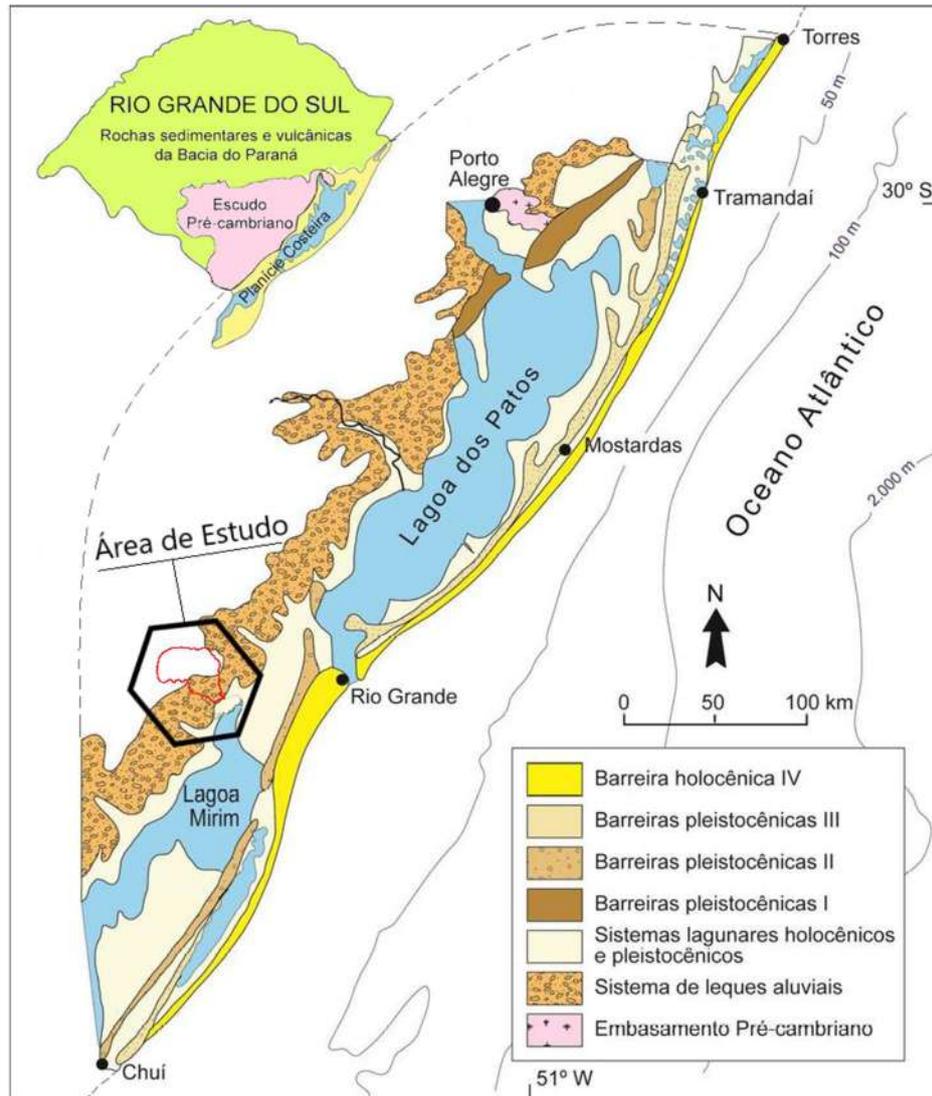


Figura 20: Mapa geológico simplificado da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Fonte: adaptado de TOMAZELLI (2006).

A Planície Costeira é formada principalmente por quatro sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira, originados durante o Quaternário. Os sistemas do Pleistoceno (mais de 125 milhões de anos) não são distinguidos com exatidão devido a carência de datações, sendo necessário examinar fósseis de mamíferos terrestres e conchas marinhas nas fácies fluviais do Sistema Lagunar III e escudos fósseis das fácies marinhas do Sistema de Barreira II (Figura 21) (TOMAZELLI, 2005; RENATO, 2014; ROSA, 2017).

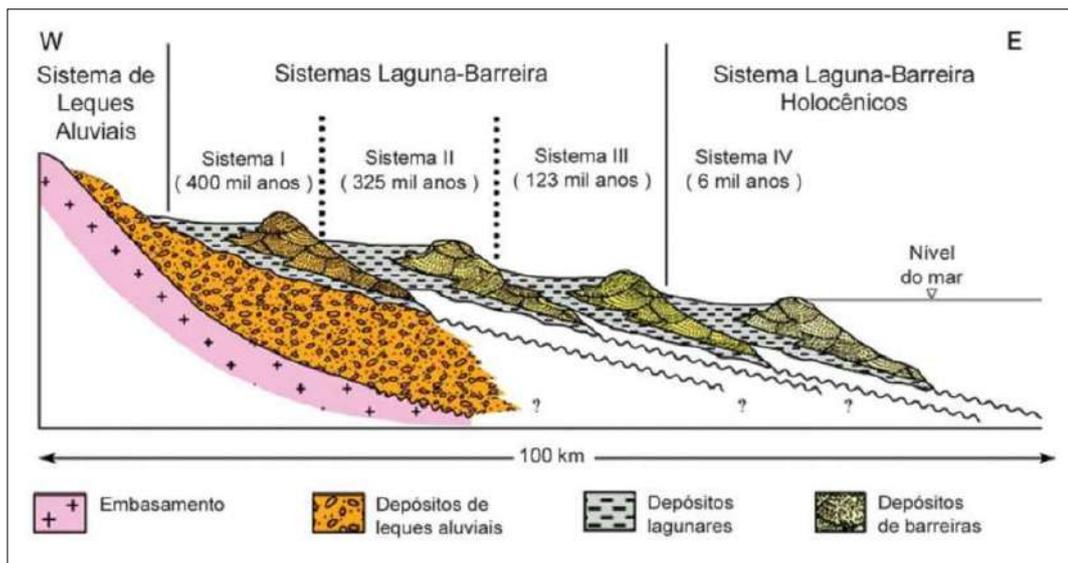


Figura 21: Estrutura da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Fonte: TOMAZELLI, VILLWOCK 2005.

Utilizando como base o Levantamento de Recursos Naturais do Projeto RADAMBRASIL⁷⁸, foram identificadas quatro unidades geológicas do período Fanerozóico e uma unidade do Proterozóico na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira, presentes no mapa Geológico (Figura 22). A descrição das unidades identificadas combina elementos básicos geológicos (materiais rochosos e sua distribuição) e geomorfológicos (aspectos do relevo e vertentes).

Existe uma influência da estrutura geológica sobre a orientação das vertentes da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira, configurando uma rede de drenagem com orientação diferente das demais bacias que drenam a Lagoa Mirim (Figura 22). Normalmente os cursos d'água da região têm a orientação noroeste-sudeste, seguindo a inclinação topográfica. Porém, os afluentes do Arroio Moreira (próximos as falhas no Escudo Cristalino) tem a orientação sudoeste-nordeste até a confluência na Barragem dos Schuch, onde a partir desse ponto, seguem a orientação semelhante aos demais cursos.

⁷⁸ O Projeto RADAM teve como meta realizar o levantamento integrado e regional dos recursos naturais. Em outubro de 1970, criou-se o Projeto RADAM - Radar na Amazônia, priorizando a coleta de dados sobre recursos minerais, solos, vegetação, uso da terra e cartografia da Amazônia e áreas adjacentes da região Nordeste. Devido aos resultados do projeto, em julho de 1975 o levantamento de radar foi expandido para o restante do território nacional, visando ao mapeamento integrado dos recursos naturais e passando a ser denominado Projeto RADAMBRASIL (CPRM, 2017).

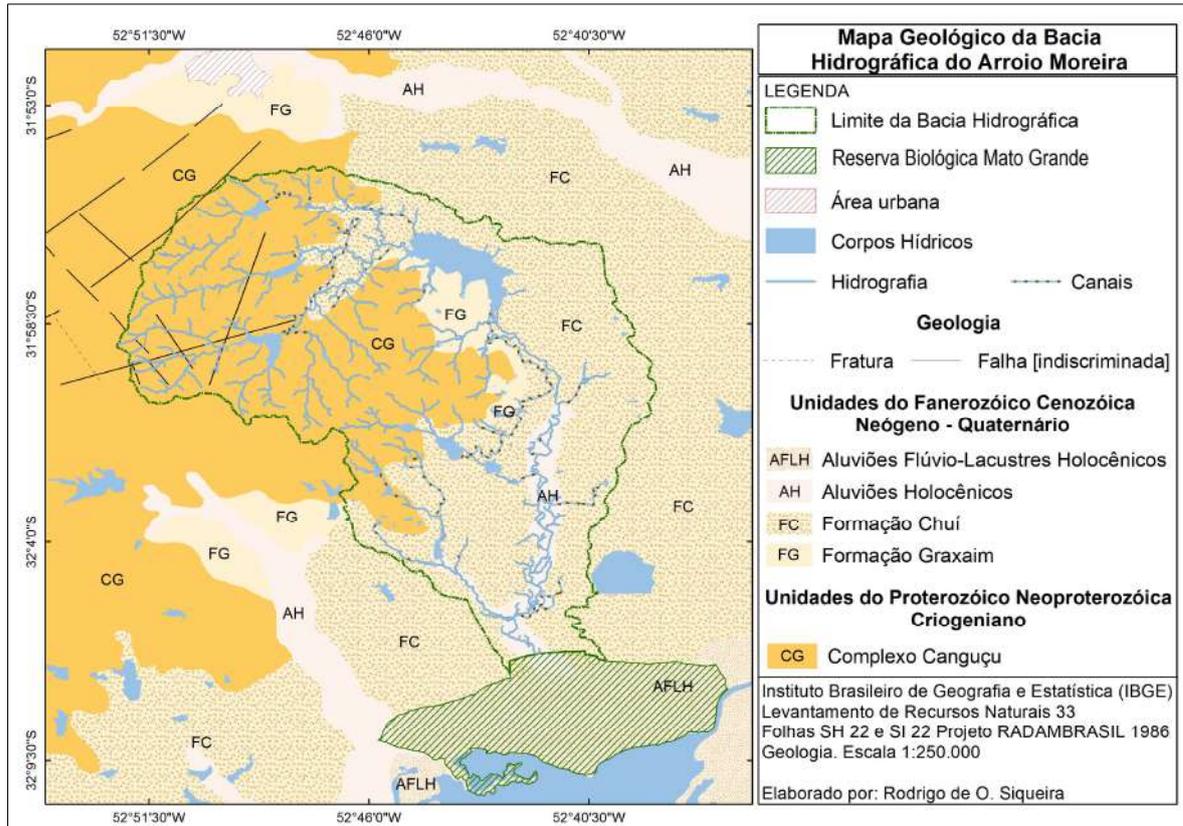


Figura 22: Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. Fonte: Autor.

Unidades do Proterozóico Neoproterozóica Criogeniano – Complexo Canguçu

Sobre o arcabouço estrutural da região mapeada as feições estruturais encontram-se relacionadas a associações de rochas ou justapostas em blocos de significado geotectônico distinto, comum a complexa história evolutiva. Entretanto as estruturas transgridem os limites de suas áreas originais, tendo comportamento e significado diversos devido à própria história evolutiva de cada bloco considerado e devido, também, à generalizada reativação tectônica durante o Mesozóico (IBGE, 1986). Segundo o Projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1986) o Complexo Canguçu, representado no mapa da Figura 22, é constituído por:

Uma extensa e complexa assembléia de rochas metamórficas, com fácies anfilito predominante e granulito localizada. As rochas metatexísticas, representadas em maior escala nas proximidades de Pedro Osório, apresentam estruturas estromáticas e agmáticas, onde os paleossomas são, de modo geral, metabásicos. Rochas associadas ocorrem em diversos pontos, em alguns casos, sem expressão de mapeamento, formando lentes, camadas ou bolsões (IBGE, 1986, p. 86).

A complexidade dessa estrutura geológica tem relação com o relevo da região, da sobreposição de camadas dobradas de diferentes resistências que configuram planaltos rebaixados (com relação aos relevos mais elevados dos Planaltos Residuais Canguçu - Caçapava do Sul) alongados de topo plano ou convexo, com altimetria de 100 a 300 m, com presença de vertentes de declividade moderada e mais resistentes à erosão e dissecação. O Complexo Canguçu abrange principalmente os municípios de Bagé, Cerrito, Dom Pedrito, Arroio Grande e Pedro Osório (IBGE, 1986).

Unidades do Fanerozóico Cenozóico– Neógeno e Quaternário

As unidades pertencem ao domínio da Planície Costeira (ou Província Costeira), onde os sedimentos recentes encobrem os efeitos de um tectonismo do Neógeno que afetou as rochas do Bloco Dom Feliciano, provavelmente em virtude da busca de um reequilíbrio isostático da plataforma continental (IBGE, 1986).

Sobre a geomorfogênese da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, diversos fatores foram responsáveis pela mudança energética do ambiente, que alteraram o equilíbrio morfodinâmico. Esses fatores podem ser reunidos em três grupos: (I) de ordem Climática (II) Tectônica e (III) Biológica. Considerando a influência destes grupos nas variações energéticas, ocorreu a predominância dos dois primeiros (grupos I e II) no transcorrer do Neógeno, do primeiro grupo (I) no Quaternário e uma importância cada vez maior para da atuação humana (grupo III) nos tempos atuais (IBGE, 1986).

Formação Chuí (FC) e Graxaim (FG)

A Formação Chuí apresenta ampla distribuição no Rio Grande do Sul, desenvolvendo-se desde a fronteira do Uruguai, constituindo uma faixa de exposições ao longo da Lagoa Mirim e dos Patos. É considerada uma das formações mais jovens do Pleistoceno da Planície Costeira Gaúcha, e exposições de sedimentos destas unidades encontram-se entre os municípios de Chuí a Rio Grande e entre os municípios de Jaguarão a Tapes (IBGE, 1986).

Os sedimentos das Formações Graxaim e Chuí não estão subdivididos em subsuperfície, devido a impossibilidade de delimitar a desconformidade original do contato entre essas unidades. As superfícies sob influências destas formações caracterizam-se por áreas planas resultantes de processos de acumulação lagunar, apresentando ruptura de declive em relação ao Complexo Canguçu, podendo comportar terraços lagunares e diques marginais. (IBGE, 1986).

Aluviões Holocênicos (AH)

Na área de estudo, os depósitos aluvionares ocupam as calhas dos rios atuais, sendo constituídos de areias, cascalhões, silte e argilas. Os sedimentos mais grosseiros localizam-se de modo preferencial nas cabeceiras das drenagens oriundas do escudo e da escarpa basáltica, enquanto que a sedimentação síltico-argilosa desenvolve-se acentuadamente nas extensas planícies de inundação (várzeas) dos cursos médios a inferior das drenagens principais, locais em que se verificam condições de transbordamento. Os sedimentos arenosos constituem também barras de meandros, como por exemplo, os que ocorrem no rio Parapó, localizado a oeste da bacia hidrográfica do Arroio Moreira (IBGE, 1986).

São áreas planas, com leves inclinações e rupturas de declive em relação aos canais fluviais e das várzeas recentes, devido às mudanças de condições de escoamento e da conseqüente retomada erosiva (IBGE, 1986).

Aluviões Flúvio - Lacustres Holocênicos (AFLH)

O afogamento do baixo curso dos vales fluviais e a formação de rias há 6.000 anos, promoveu a acumulação de sedimentos que colmataram os vales. Os processos de transgressão e regressão marinha provocaram a emersão dos depósitos sedimentares, formando deltas lagunares e lacustres na região (IBGE, 1986). Segundo o Projeto RADAMBRASIL, os Aluviões Flúvio-Lacustres Holocênicos (AFLH) representados no mapa geológico (Figura 22) são:

Os sedimentos reunidos nesta designação são constituídos por areias, silte, argilas e turfas, em parte oriundas da carga fluvial que alimenta as lagoas costeiras, e em parte provenientes do retrabalhamento de sedimentos litorâneos mais antigos e mesmo da progressiva colmatação dos corpos lacustres. Desenvolvem-se de modo preferencial ao longo das Lagoas Mirim, conformando faixas de exposições restritas a suas margens (IBGE, 1986, p. 247).

4.1.2 Solos e Capacidade de uso da Terra

Um aspecto importante para fortalecer o planejamento do uso da terra e sua expansão e intensificação é o levantamento de dados sobre os solos em escalas apropriadas. No Brasil, os levantamentos iniciados na década de 1950 objetivavam a urgência de planejamentos em um cenário de desconhecimento sobre os solos do país. Devido às limitações de ordem financeira e de pessoal especializado o governo optou por realizar mapeamentos abrangendo grandes extensões territoriais e mais generalizados (EMBRAPA, 2018).

O projeto de “Estudo de Solos na Bacia da Lagoa Mirim” (SOMBROEK et al 1969) realizou o mapeamento de unidades do solo e classes de capacidade e limitações do uso do solo, com detalhamento na escala de 1:500.000. Esse estudo adaptou o sistema de classificação do Soil Conservation Service (EUA), concebido principalmente para prevenir erosão de grande escala em áreas agrícolas. Os critérios de produtividade (limitações) das classes de capacidade de uso consideram o custo-benefício mais adequado às lavouras, pastagens ou silvicultura. Os resultados obtidos foram utilizados nos projetos agrícolas de irrigação e drenagem.

Posteriormente, além de atualizar o mapeamento de solos, a Embrapa realizou pesquisas com maior detalhamento sobre a capacidade de uso do solo nos municípios de Arroio Grande (CUNHA et al., 1996) e de Pedro Osório (CUNHA & SILVEIRA, 1996), utilizando da metodologia Sombroek (1969) com adaptações taxonômicas e econômicas à realidade da área de estudo. Essas pesquisas foram sintetizadas na “Base Cartográfica de Solos e terras do Planalto Sul-Riograndense e Planície Costeira” (CUNHA ET AL, 2006).

Portanto, na caracterização de solos e capacidade de uso das terras da bacia hidrográfica do Arroio Moreira, utilizou-se dos dados da base cartográfica vetorial da EMBRAPA (2006) no qual foram identificadas cinco classes de solo e cinco classes de capacidade uso da terra na área de estudo (Figuras 23 e 24).

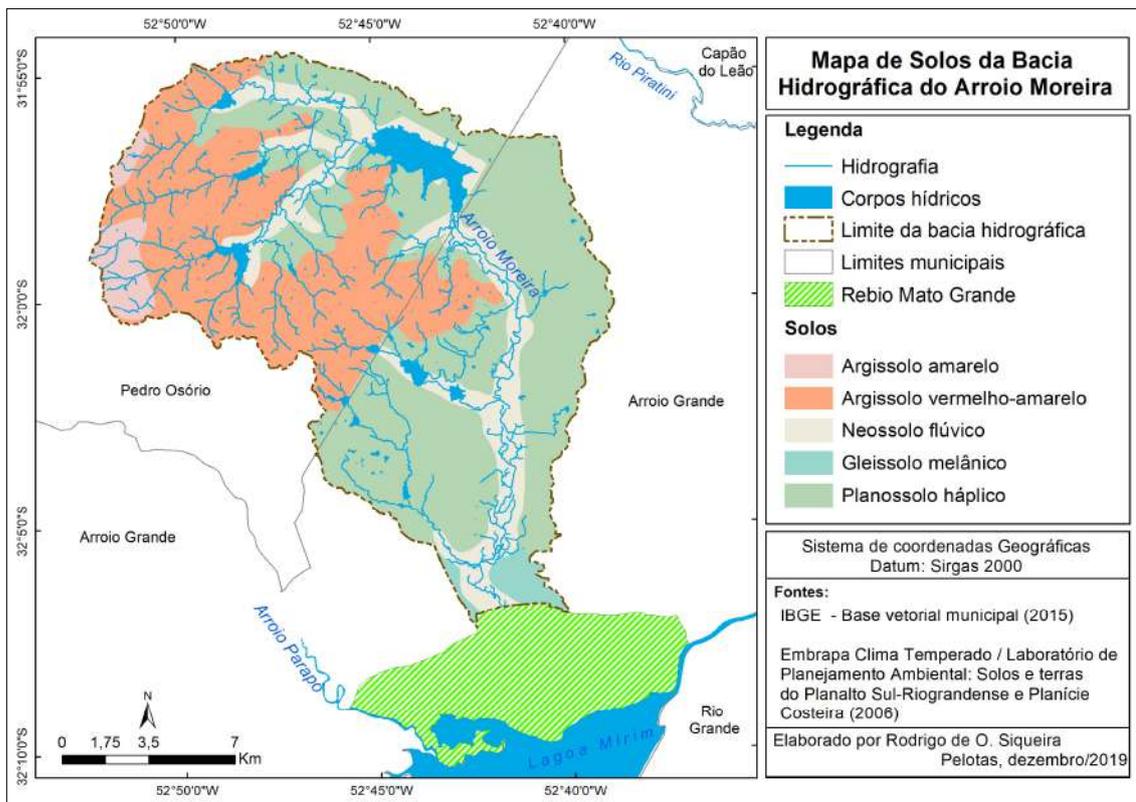


Figura 23: Mapa Solos da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. Fonte: Autor.

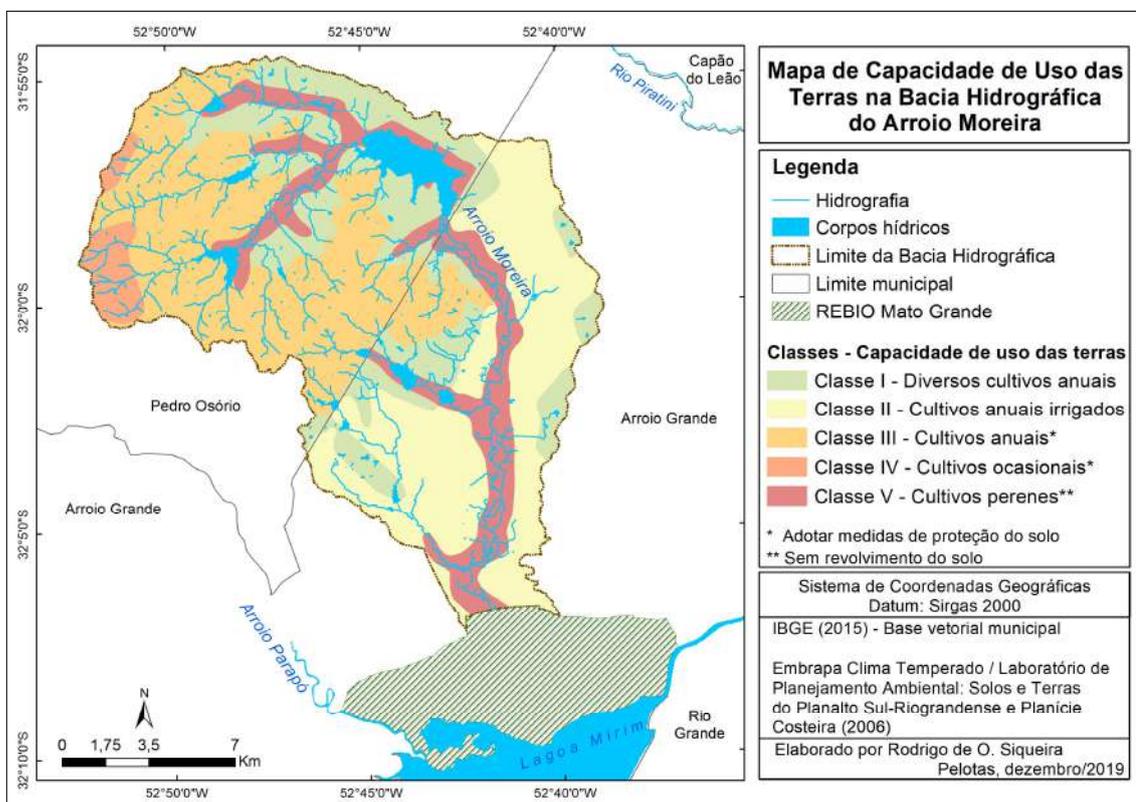


Figura 24: Mapa de Capacidade de uso das terras da Bacia Hidro. do Arroio Moreira. Fonte: Autor.

As maiores limitações ao uso da terra ocorrem em áreas de planícies aluviais, representadas pela Classe V no mapa (Figura 24), que somam 46,5 km² na bacia. Nessas áreas ocorrem solos característicos da ordem dos Neossolos, pobres e pouco profundos e que em determinados períodos permanecem inundados, com maior risco de assoreamento ou contaminação dos recursos hídricos (excesso de materiais em suspensão, como sedimentos ou partículas ativas de agrotóxicos). Para estas áreas são recomendados cultivos perenes ou pastagens temporárias, desde que se utilize das boas práticas agrícolas e não se utilize de técnicas com revolvimento do solo (CUNHA et al, 2006).

Nas áreas mais elevadas, Classes III e IV, predominam solos da ordem dos argissolos (Figura 24). São áreas com limitações de uso medianas sendo recomendado cultivo anual na Classe III e cultivo ocasional na Classe IV, desde que sejam adotadas medidas preventivas como plantio direto (com técnicas que priorizam o mínimo revolvimento do solo), a rotação de culturas e pousio (período de repouso para a recuperação do solo) (CUNHA et al, 2006).

Nas áreas planas (Classe I e II), que somam 133,8 km², ocorrem solos da ordem dos planossolos, pouco profundos, com baixos riscos de erosão, sendo classes com menores restrições de capacidade de uso das terras na bacia. Devido a significativa diferença de declividade, as áreas da Classe II são indicadas para o cultivo de arroz irrigado e as áreas da Classe I são indicadas para os demais cultivos temporários (CUNHA et al, 2006).

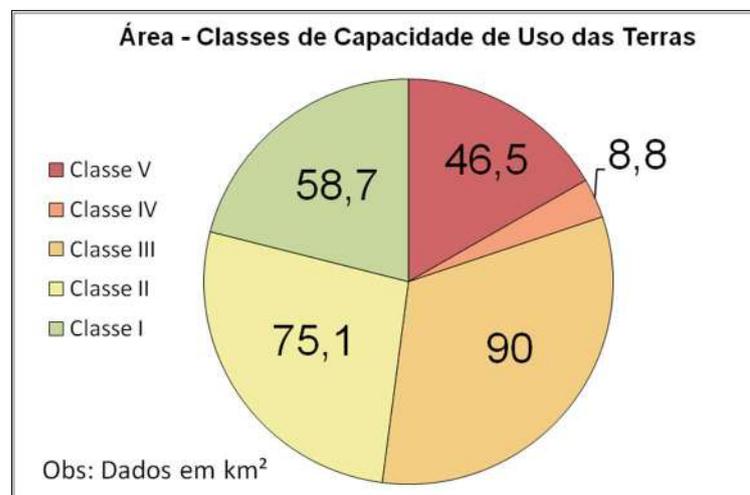


Gráfico 1: Área das Classes de Capacidade de uso das Terras na B. H. Arroio Moreira. Fonte: Autor.

4.1.3 Características Climáticas

Com a descrição climática é possível compreender quais as condições de tempo são predominantes na região, sendo o período mínimo de 30 anos escolhido pela Organização Meteorológica Mundial, como base em princípios estatísticos de tendência do valor médio. No Brasil esse valor médio estatístico é denominado como Normal Climatológica (INMET, 2020).

Conforme a classificação climática de Köppen-Geiger, a região na qual a Bacia Hidrográfica está situada possui Clima subtropical úmido (Cfa⁷⁹), clima de transição entre o tropical e temperado, onde ocorre alternância entre massas polares e tropicais. As temperaturas são menores em relação as áreas tropicais (média anual de 18 °C) com amplitude térmica anual mais evidente (inverno frio e verão quente) ocorrendo geadas e raramente neve associada às massas polares. A precipitação média anual varia de 1.000 a 2.000mm, sendo bem distribuídas ao longo do ano, com maior concentração no verão. São áreas de constantes encontros entre massas frias e quentes com ocorrência de chuvas frontais (TORRES & MACHADO, 2011).

A partir dos dados das normais climatológicas obtidos no Laboratório de Agrometeorologia - EMBRAPA/UFPEL (2020) da Estação Pelotas - Capão do Leão, elaborou-se um gráfico representando os valores de temperatura média mensal no período de 1971 a 2000 (Gráfico 2). A estação é a mais próxima a área de estudo, na qual se obteve o valor de temperatura média anual 17,8 °C. Das estações do ano, no verão o mês de janeiro é mais quente (média de 23,2 °C) e o mês de julho é mais frio do inverno (média de 12,3 °C).

⁷⁹ Conforme a classificação climática Köppen-Geiger o “Tipo C” compreende climas mesotérmicos, com inverno frio (temperatura média de -3 °C a 18 °C) e verão com temperatura média maior que 10 °C. A Categoria de Distribuição Sazonal da Precipitação do “Tipo f” (*feucht*= úmido) apresenta chuvas em todas as estações. A Categoria Característica da Temperatura do “Tipo a” indica verões quentes com o mês mais quente tendo temperatura média maior que 22 °C (TORRES & MACHADO, 2011).

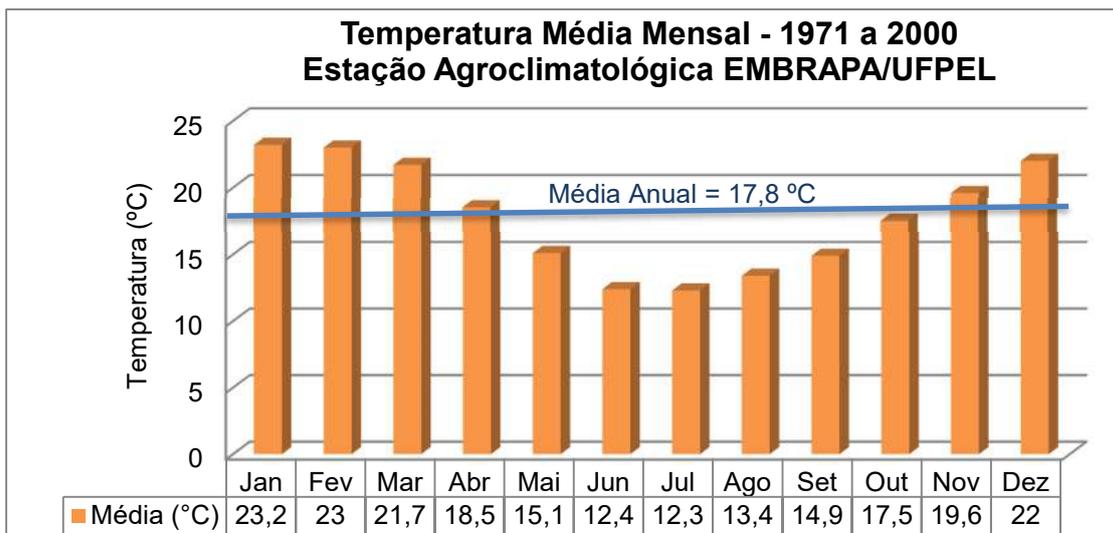


Gráfico 2: Temperatura Média Mensal compensada de 1971 a 2000 – Estação Agroclimatológica de Pelotas/Capão do Leão. Fonte: Embrapa/UFPEL.

Os dados de precipitação foram obtidos da Agência Nacional de Águas (ANA, 2020) da Estação Pluviométrica Granja Coronel Pedro Osório, situada no interior da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira (Código ANA 3252005 e de coordenadas 32°00'22"S e 52°39'10"O). Existem registros de 1964 a 2017 com períodos da estação sem dados. Porém, verificou-se a ocorrência de uma série contínua no período de 1986 a 2005, sendo selecionada essa série temporal de 20 anos para gerar os gráficos de precipitação (Gráfico 3 e 4).

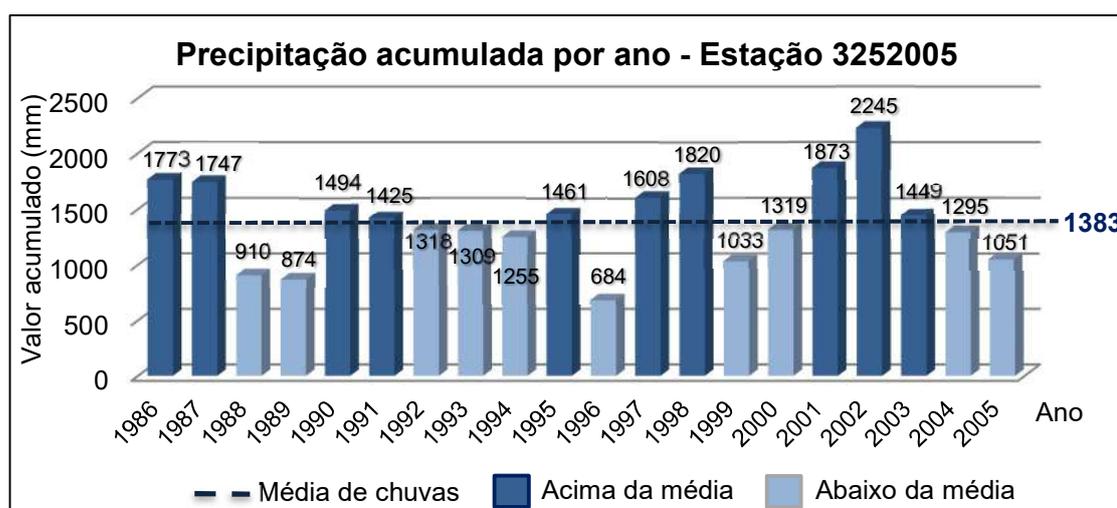


Gráfico 3: Acumulado de precipitação anual - período de 1986 a 2005 - Estação Granja Coronel Pedro Osório, município de Arroio Grande/RS. Fonte: ANA (2020)



Gráfico 4: Dias com precipitação por ano - período de 1986 a 2005 - Estação Granja Coronel Pedro Osório, município de Arroio Grande. Fonte: ANA (2020)

No gráfico sobre o acumulado de precipitação (Gráfico 3), verifica-se o valor médio de 1.383mm de precipitação por ano (1971 a 2005). Nessa série histórica ocorreram anos atípicos com valores abaixo da média (anos com estiagem em 1988, 1989 e 1996) e muito acima da média (ano de 2002 com excesso de precipitação). Inclusive, tais registros possuem valores fora da média estipulada para a classe climática Cfa, que abrange valores de 1.000 a 2.000mm por ano.

Analisando os gráficos da quantidade de dias de precipitação por ano (Gráfico 4) com o gráfico da precipitação acumulada anual (Gráfico 3), verifica-se que mesmo com períodos atípicos de estiagem a série histórica corresponde em média tendo 99 dias de precipitação bem distribuídas por ano.

Essas informações também podem ser organizadas e especializadas em zoneamento agrícola, que basicamente consiste na delimitação das áreas de aptidão das culturas, época de semeadura e dos riscos climáticos. Esse tipo de informação pode ser requerido por bancos e seguradoras para subsidiar ações de financiamento e seguro agrícola. Caracterizar as exigências climáticas das culturas a partir de índices dos elementos meteorológicos (temperatura do ar, a insolação e a precipitação) e das variáveis obtidas do balanço hídrico no solo melhora a previsão de produtividade, reduz o consumo de energia e recursos hídricos (CARNEVSKIS & LOURENÇO, 2018).

Apesar da regularidade climática, existem fenômenos atmosférico-oceânicos que interferem nas condições do clima em nível global, como o El Niño e La Niña.

No caso do El Niño, acontece a inversão da célula de Walker (mudança dos centros de pressão) e os ventos que seguem da costa da América do Sul para a costa Australiana passam a seguir no sentido oposto, implicando em mudanças significativas. Na região sul do Brasil seus efeitos podem ocasionar precipitações abundantes na primavera e inverno e o aumento da temperatura média. No caso do fenômeno La Niña acontece o alongamento da célula de Walker (reforço das áreas de alta pressão) reduzindo a temperatura dos ventos em direção a costa da América do Sul. Seus efeitos podem ocasionar secas severas e diminuição da temperatura na região sul do Brasil (BERLATO & FONTANA, 1998; LAS SCHAAB, 2018).

4.1.4 Biodiversidade

O Brasil é um país reconhecido pela rica biodiversidade e o estado do Rio Grande do Sul, por estar situado em uma zona de transição entre regiões biogeográficas, também tem expressiva biodiversidade. Segundo levantamento do projeto “Fronteiras da Biodiversidade” (UFRGS, 2011) sobre a diversidade da Flora do Rio Grande do Sul, existem registros de 5.500 espécies de plantas terrestres (4.500 angiospermas, 4 gimnospermas, 1016 pteridófitas e briófitas); 2.615 espécies de algas e cianófitas; e, 1422 espécies de fungos.

Esse Projeto também analisou a diversidade da Fauna do estado do Rio Grande do Sul, com registros de 1.047 espécies de tetrápodes (anfíbios, répteis, aves e mamíferos), 270 de peixes de água doce. Também foram levantadas 1674 espécies de invertebrados (700 aranhas, 500 crustáceos e 474 moluscos) sendo grupo que carece de maiores pesquisas (UFRGS, 2011)

As formações campestres são ecossistemas naturais que já existiam há milhares de anos, mesmo antes dos primeiros grupos humanos, conforme revelam pesquisas de vestígios arqueológicos. Os registros paleontológicos indicam a existência nesses ambientes de herbívoros de grande porte, mas que foram extintos cerca de 8 mil anos atrás (PILLAR, 2009).

Os campos apresentavam uma composição de espécies diferente da atual, devido ao clima mais seco e frio, mas eram ambientes de pradarias com predomínio de gramíneas. A expansão natural das florestas teve início há cerca de 4 mil anos, a

partir das florestas de galeria e de maciços florestais, indicando mudanças climáticas mais úmidas, semelhante ao clima atual (PILLAR, 2009).

A Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira está integralmente inserida no Bioma Pampa – unidade restrita a metade sul do Rio Grande do Sul, ocupando mais de 193 mil km² (68% do território estadual), também ocorrendo em todo o Uruguai e em partes da Argentina⁸⁰. O Bioma Pampa possui a seguinte caracterização conforme IBGE (2019):

O Bioma Pampa, que se delimita apenas com o Bioma Mata Atlântica, é formado por quatro conjuntos principais de fitofisionomias campestres naturais: Planalto da Campanha, Depressão Central, Planalto Sul-Rio-Grandense e Planície Costeira. [...] As formações florestais, pouco expressivas neste bioma, restringem-se à vertente leste do Planalto Sul-Rio-Grandense e às margens dos principais rios e afluentes da Depressão Central. [...]

As Planícies Costeiras [...] são revestidas, principalmente, por formações pioneiras arbustivo-herbáceas, típicas de complexo lagunar onde se destacam as Lagoas dos Patos, Mirim e Mangueira. De modo mais esparsos observam-se formações florestais, especialmente aquelas das terras baixas e aluviais, típicas da Floresta Ombrófila Densa. O uso da terra que prevalece é a pastagem natural associada à rizicultura (IBGE, 2019, pg. 159).

Na recente divulgação sobre o mapeamento dos tipos de vegetação do Brasil do IBGE (2019) na escala 1:250.000, foram resumidos dados referentes aos tipos de vegetação predominante no Bioma Pampa na Tabela 1:

Tipos de Vegetação predominante no Bioma Pampa			
Tipos de Vegetação	Área - Bioma (em km ²)	Área - Bioma (em %)	Área total - Brasil (em km ²)
Floresta Ombrófila Mista	15,6	0,01	15.612
Savana-estépica	5.107,3	0,92	567.476
Floresta Estacional Decidual	7.709,8	4,55	167.606
Floresta Estacional Semidecidual	8.982,1	3,87	195.261
Formação Pioneira	17.818,4	9,34	88.210
Estepe	113.157,7	60,07	130.366
Contato (transição entre biomas)	23.821,4	12,43	1.401.259

Tabela 1: Tipos de Vegetação predominante no Bioma Pampa. Fonte: IBGE (2019).

⁸⁰ No sistema fitogeográfico internacional o Bioma Pampa é classificado como Estepes (IBGE, 2019).

Nas últimas décadas, ocorreram perdas significativas da biodiversidade no Bioma Pampa com a conversão dos campos nativos e outros ecossistemas naturais em sistemas de monocultura agrícola e de silvicultura. (PILLAR et al., 2009). As atividades humanas desenvolvidas ao longo do processo de ocupação e apropriação territorial propiciaram uma homogeneização da cobertura vegetal nas áreas de Estepe e nas áreas de Formações Pioneiras (Fluviais e Lacustres) com acentuada diminuição das espécies lenhosas arbustivas em benefício das dotadas de rizomas (IBGE 2019).

As formações campestres são importantes para espécies ameaçadas de extinção e na conservação da biodiversidade que depende diretamente desses ecossistemas para sobreviver (PILLAR, 2009). Segundo listagens realizadas sobre espécies ameaçadas de extinção da FZB (2013), existem 280 espécies ameaçadas no estado (91 espécies de Aves, 74 Peixes, 49 Invertebrados, 38 Mamíferos, 16 Anfíbios e 12 de Répteis). Dessas espécies 49 necessitam das formações campestres para sobrevivência, sendo: 23 de Aves, 9 de Mamíferos, 9 de invertebrados, 5 de Peixes, 2 de Anfíbios e 1 de Répteis (PILLAR, 2009)

Em termos de abrangência espacial, magnitude e irreversibilidade dos impactos, a conversão das pastagens nativas em outros usos é, de longe, o mais importante fator que contribui para o declínio da fauna dos Campos Sulinos. Direta ou indiretamente, a substituição dos campos repercute também sobre outros ambientes de alto valor biológico associados às paisagens campestres, como as áreas úmidas existentes ao longo das drenagens (PILLAR, 2009).

Apesar das alterações geradas pelas práticas agrícolas de produção do arroz irrigado, ainda persiste certo grau de biodiversidade nas lavouras, mas em nível inferior ao sistema natural. Quando se aplicam sistemas de cultivo que utilizam a rotação de parcelas, mantendo a resteva sem uso durante o pousio, criam-se condições favoráveis para o desenvolvimento da sucessão ecológica e da complexidade crescente da flora; podendo minimizar os efeitos da perda de biodiversidade (ALBA, 2010).

No entanto, se forem adotadas práticas imprudentes no controle das espécies consideradas prejudiciais à produção, os arrozais podem funcionar como armadilhas tóxicas às aves aquáticas, peixes e anfíbios. Principalmente para as espécies que são mais abundantes durante os períodos de aplicação de agroquímicos (ALBA, 2010).

Portanto, a partir do conteúdo relacionado aos aspectos físico-ambientais da caracterização geográfica, são apresentadas as características históricas e os aspectos socioeconômicos sobre a área de estudo.

4.2 Aspectos históricos e socioeconômicos

4.2.1 Antecedentes históricos e ocupação territorial da região

Conforme pesquisas do Laboratório de Antropologia e Arqueologia da Universidade Federal de Pelotas⁸¹ existem evidências que povos indígenas habitaram a região da bacia hidrográfica da Laguna dos Patos/Lagoa Mirim há pelo menos 2.500 anos. Existiam populações construtoras de “Cerritos”⁸² que habitavam preferencialmente as áreas de banhado e locais alagadiços. A partir dos anos 800 a.C., através dos contatos com grupos indígenas Guaranis, ocorreu uma reconfiguração regional, com disputas territoriais entre os grupos construtores de Cerritos. Posteriormente, a partir do século XVI, com a colonização dos europeus o cenário histórico e cultural foi rearranjado na região, gerando intensas alterações demográficas e culturais nas sociedades indígenas (LEPAARQ, 2014).

Ocorreram diversos conflitos nessa região por causa de disputas territoriais entre Portugal e Espanha, dos séculos XVI ao XVII. No ano de 1764, Portugal determinou a proibição do comércio de mulas, couro e outros produtos entre os territórios lusos e espanhóis (atual Rio Grande do Sul e Uruguai). Porém, o transporte (contrabando) destes produtos continuou em atividades ilegais envolvendo portugueses, espanhóis e indígenas. Em 1786 os espanhóis apreenderam um carregamento de couros de uma embarcação portuguesa que navegava na Lagoa Mirim (neste período era declarada área neutra). Nessa época existiam na região pelo menos duas rotas mercantis: uma rota terrestre entre

⁸¹ Laboratório de Ensino e Pesquisa em Antropologia e Arqueologia – LEPAARQ/UFPEL: pesquisas relacionadas ao “Projeto Arqueologia e História Indígena do Pampa: estudo das populações pré-coloniais na bacia hidrográfica da Laguna dos Patos e Lagoa Mirim”.

⁸² Cerritos: Montículos de terra geralmente tratados pelos arqueólogos como áreas de moradia, cemitérios, demarcadores de fronteiras sociais, monumentos de memória e identidade e marcos na paisagem, construídos pelos grupos ameríndios entre 5.000 anos a.c. até o século XVII, que posteriormente cessaram por causa dos conflitos vinculados ao processo colonização europeia. Das pesquisas realizadas até o momento, foram identificados 62 Cerritos na região da bacia da Lagoa Mirim, nas proximidades dos arroios Bretanha, Canhada, Grande, Chasqueiro e Sarandi (MILHEIRA, 2008).

Jaguarão e Rio Grande e uma rota fluvial entre a Lagoa Mirim e Lagoa dos Patos (GIL, 2003).

O mapa básico do Rio Grande do Sul publicado em 1801, por José de Saldanha⁸³, foi o primeiro elaborado com base geodésica. Nos acordos e tratados sobre os limites territoriais, Portugal incentivava a cartografia da rede hidrográfica, fundamental à justificativa política e técnica da sua expansão. A identificação das redes hidrográficas (traçados, direções e topônimos) através das linhas dos cursos d'água tornou possível que as sesmarias⁸⁴ fossem delimitadas, justificando a posse permanente pela Coroa portuguesa (IHGRGS, 2008; ROCHA et al, 2008). Conforme Mapa da Figura 25, a fronteira era determinada através de tratados de território, que representavam interesses dos reinos de Portugal e Espanha.

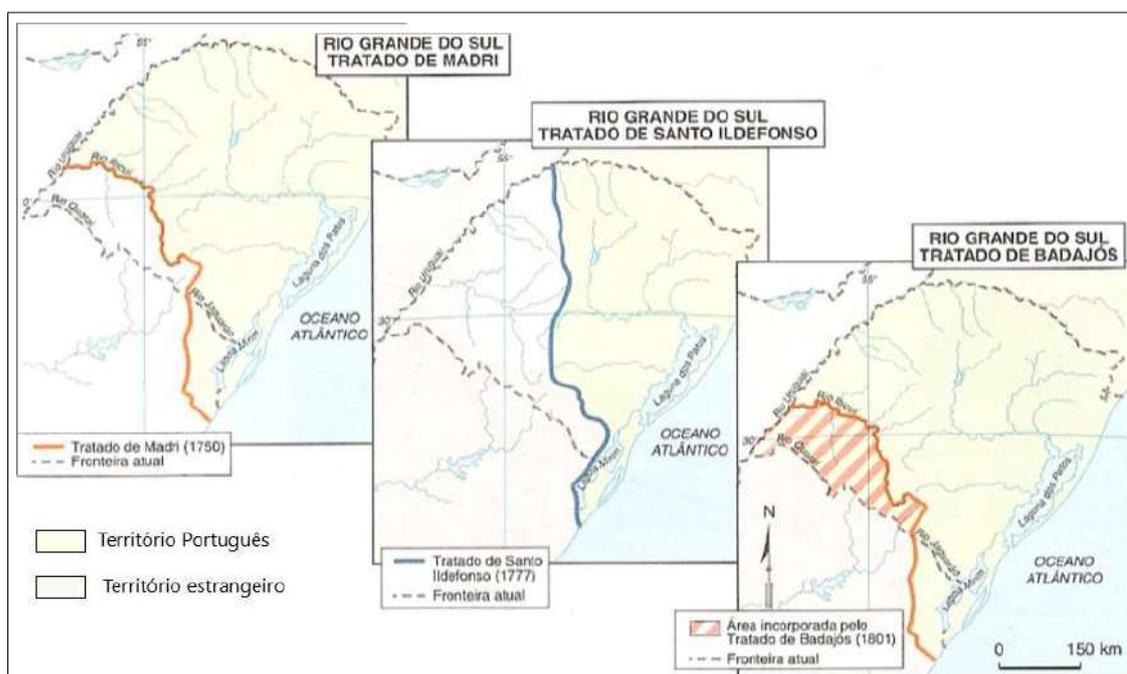


Figura 25: fronteira do Rio Grande do Sul - 1750 a 1801. Fonte: adaptado de MAGNOLI (2001).

Em 19 de setembro de 1807, após diversas disputas territoriais entre Portugal e Espanha, a Capitania do Rio Grande de São Pedro do Sul tornou-se província, com limites territoriais semelhantes ao atual. Em 1809 foi elaborada a primeira

⁸³ José de Saldanha (1758 - 1808): militar português, bacharel em filosofia e matemática, e, especialista em geografia e astronomia. Participou da Comissão Demarcatória do Tratado de Santo Ildefonso, e elaborou o primeiro mapa do Rio Grande do Sul com base geodésica em 1801 (IHGRGS, 2008, pg. 67).

⁸⁴ Antigo sistema de concessão de terras adotado por Portugal no Brasil, que vigorou até a edição da "Lei de Terras" (Lei nº 601 de 18 de setembro de 1850).

divisão administrativa com apenas 4 municípios, e posteriormente, após a Proclamação da República do Brasil (1889), o estado possuía mais de 60 municípios. Atualmente, conforme a última divisão municipal do Rio Grande do Sul realizada em 2013, o estado possui 497 municípios. (SCP-RS, 2013).

Em decorrência de Tratados entre Brasil e Uruguai sobre a região de fronteira (1851) e da Lagoa Mirim (1909), foi criada a Comissão da Lagoa Mirim em 1963. A Comissão recomendou aos governos de ambos os países a construção da barragem no Canal São Gonçalo para prevenir a intrusão de águas oceânicas (salinização) da Lagoa Mirim, e também um conjunto de outras barragens para irrigação e controle de cheias. Posteriormente os dois países obtiveram apoio da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em projetos de desenvolvimento na Bacia da Lagoa Mirim. A principal realização do projeto ocorreu em 1977, com a construção da barragem-eclusa do São Gonçalo e a aprovação de um tratado bilateral de cooperação e desenvolvimento da Lagoa Mirim (ALBA, 2010).



Figura 26: barragem-eclusa do Canal São Gonçalo em 2018. Fonte: DIÁRIO DA MANHÃ (2018).

Em 1994, foi criada a Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM)⁸⁵, com objetivo de promover o desenvolvimento da metade sul do estado e colaborar na gestão dos seus recursos hídricos. A ALM colaborou na formação dos

⁸⁵ A ALM é vinculada a Comissão da Lagoa Mirim, a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) e ao Ministério da Integração Nacional (atual Ministério do Desenvolvimento Regional).

Comitês de Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã, do Comitê São Gonçalo – Mirim, e na barragem do Chasqueiro (ALBA, 2010).

Com base nessa contextualização, apresenta-se um breve histórico de formação dos municípios de Arroio Grande e de Pedro Osório, lembrando que a Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira está inserida nesses dois municípios.

Município de Arroio Grande

O atual Distrito de Santa Isabel do Sul (Arroio Grande - RS) possui uma pequena vila de pescadores (com mesmo nome do distrito), que historicamente foi pioneiro no povoamento da região do Canal São Gonçalo. A ocupação efetiva da região iniciou-se a partir de 1789, através das doações de sesmarias aos fazendeiros e militares para a ocupação e proteção das fronteiras (SALABERRY et. al. 2014).

O povoamento da atual cidade de Arroio Grande iniciou-se em meados de 1803, sob a denominação de “Nossa Senhora da Graça de Arroio Grande”, impulsionada pelas atividades relacionadas à pecuária. Foi elevada a categoria de município pela Lei Provincial nº 843, de 24 de março de 1873, se desmembrando do município de Jaguarão (IBGE, 1975).

Município de Pedro Osório

O povoamento da atual cidade de Pedro Osório ocorreu em meados de 1872, na margem do rio Piratini, em um povoado chamado “Maria Gomes” (localidade que era vinculada ao distrito de Santa Isabel do Sul). A construção de uma estação de trem em 1884 (referente ao trecho Rio Grande - Bagé) impulsionou a urbanização da localidade, com estabelecimentos comerciais e residenciais. Institui-se município de Pedro Osório em 1959 ao se emancipar do município de Arroio Grande (ALVES & TORRES, 1995).

4.2.2 Contexto socioeconômico – atividades mais expressivas

Em razão das dimensões territoriais e variedade de elementos naturais e socioeconômicos, o Rio Grande do Sul possui um espaço rural complexo e diverso. Os sistemas de produção agrícolas interagem com o ambiente de forma que estabelecem mosaicos dinâmicos de uso e ocupação da terra (EMBRAPA, 2018). Nesse sentido, são apresentadas a seguir as principais atividades econômicas rurais que moldaram a dinâmica de ocupação e uso da terra nos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório.

4.2.2.1 Expansão da atividade pecuária

A atividade pecuária no Rio Grande do Sul iniciou-se no século XVI com o estabelecimento das missões jesuíticas. As primeiras expedições a região já relatavam sobre as excelentes condições para realização da pecuária, e, que anterior a esse período, os povos indígenas não dominavam técnicas de criações dessa categoria.

Devido ao crescimento da atividade, no século XVII, foram construídas estradas entre as principais cidades para facilitar o transporte da produção pecuária e aumentar a arrecadação de impostos. As melhorias em infraestrutura geraram interesse da população, que migrou para essas cidades produtoras, modificando significativamente a paisagem (CRUZ & GUADAGNIN, 2010).

A partir do século XVIII, Pelotas torna-se o polo na produção de charque no Rio Grande do Sul, e rebanhos de gado das regiões da Campanha e do Uruguai passaram a ser levados para Pelotas, onde eram abatidos e beneficiados nas charqueadas. Nesse período, Pelotas chegou a concentrar 73% da produção de charque, que posteriormente era transportado para o Porto de Rio Grande (MARQUES, 1990).

No início do século XX, os produtores perceberam que o abate e beneficiamento do gado deveriam migrar das atividades das charqueadas para os frigoríficos, pois isso representava melhor aproveitamento do produto em relação ao charque e o mercado consumidor preferia consumir esse tipo de alimento. A partir de 1950, com a expansão da infraestrutura rodoviária e da rede elétrica, as

atividades nas charqueadas cessaram ou foram convertidas em frigoríficos e fábricas de conservas (SAGRILLO, 2015).

O rebanho bovino gaúcho continuou crescendo até meados de 1980, quando se estabilizou entre 14 milhões de cabeças. Em um cenário em que o mercado internacional amplia demandas por carne bovina, as oportunidades na expansão das atividades pecuárias e da indústria de corte continuaram sendo fundamentais à economia do Rio Grande do Sul (SAGRILLO, 2015).

Os municípios de Arroio Grande e Pedro Osório acompanharam esse contexto econômico, possuindo rebanhos expressivos de bovinos e ovinos (Tabela 2). Observa-se uma quantidade significativa de outros rebanhos utilizados na cadeia produtiva da carne como os bubalinos e suínos, e outra categoria como a dos equinos, geralmente vinculados ao trabalho e lazer.

Rebanhos nos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório – 2018		
Grupo	Arroio Grande	Pedro Osório
Bovinos	108.657	37.892
Ovinos	29.387	13.318
Equinos	5.159	1.516
Suínos	736	192
Bubalinos	16	663

Tabela 2: Efetivo dos rebanhos em Arroio Grande e Pedro Osório. Fonte: IBGE/PPM (2018)

De acordo com Spiering (2018) as propriedades rurais na área de estudo têm grandes extensões de pastagens destinadas à pecuária bovina (Figuras 27 e 28).

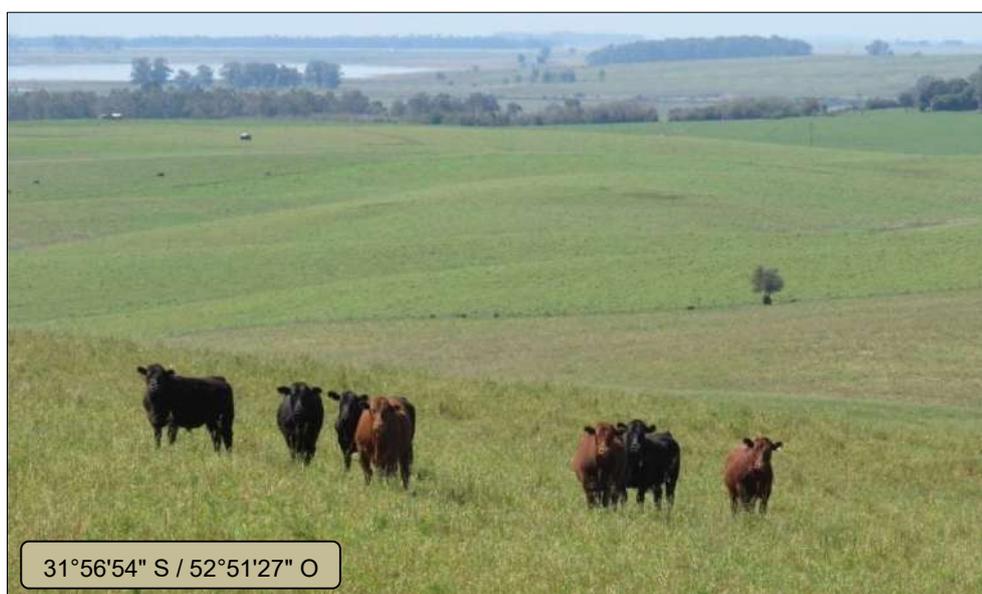


Figura 27: Rebanho bovino em Pedro Osório (2018). Fonte: Flávio Baumbach.



Figura 28: Propriedade rural em Pedro Osório com atividades relacionadas à pecuária, na qual se utilizam dos cavalos e cães para o trabalho (2018). Fonte: Flávio Baumbach.

4.2.2.2 Irrigação e a cultura do Arroz

As variedades de arroz cultivadas comercialmente no Brasil pertencem a uma espécie originária do continente asiático (denominada *Oryza sativa L.*) e as primeiras lavouras comerciais de arroz irrigado ocorreram no início do século XIX, em Pelotas no Rio Grande do Sul. Atualmente o arroz pode ser produzido por diversos métodos, sendo que as técnicas de irrigação por inundação contínua são mais utilizadas, pois quando aplicada corretamente, proporciona maior produtividade de arroz com economia de água em comparação a outros métodos de irrigação (SANTIAGO et al 2013).

O Rio Grande do Sul concentrava 57,2% da área irrigada no país em 1960 (aprox. 462 mil hectares), sendo que atualmente o estado continua sendo polo de irrigação, seguido pelos estados de São Paulo, Minas Gerais e Santa Catarina. A partir da década de 1970, a prática da irrigação se expandiu no Brasil devido a características físico-climáticas favoráveis e pelos incentivos governamentais como: Grupo Executivo de Irrigação para o Desenvolvimento Agrícola (1968); Programa Plurianual de Irrigação (1969); Programa de Integração Nacional (1970); Programa Nacional para Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis - PRÓVÁRZEAS (1981) e o Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação (1982) (ANA, 2017).

Dos incentivos governamentais citados, merece destaque o programa PRÓVÁRZEAS, que visava à utilização econômica das várzeas em território nacional através de financiamentos de obras de drenagem e irrigação no setor agrícola. Oficializado através do Decreto nº 86.146 de 23 de junho de 1981, justificavam-se pela necessidade de aumentar a produtividade agrícola e de “modernizar” o setor no país. (BRASIL, 1983).

Segundo a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (2012), o crescimento exponencial da irrigação fomentado pelo PRÓVÁRZEAS, apesar de possibilitar a utilização de aproximadamente 1 milhão de hectares de solos de várzeas, ter beneficiado 40 mil produtores e gerado 150 mil empregos diretos (de 1981 a 1988); acabou por gerar grandes passivos ambientais, principalmente por ocuparem Áreas de Preservação Permanente estabelecidas no Código Florestal de 1965 (SBPC, 2012).

No Brasil, áreas de irrigação se expandiram até a década de 1990, e posteriormente houve estagnação no crescimento. Atualmente a Política Nacional de Irrigação busca compatibilizar ações conjuntas com a Política de Recursos Hídricos. Portanto, os novos Planos de Irrigação devem ser elaborados em consonância com as proposições estabelecidas em Planos de Recursos Hídricos, que devem estar orientados para não gerarem novos passivos ambientais (ANA, 2017)

Até meados de 1960 o preparo do solo, a semeadura e a colheita eram realizadas manualmente e com auxílio de implementos movidos por tração animal. Não eram aplicados fertilizantes químicos e a recuperação da fertilidade do solo ocorria pela divisão das áreas em cortes de lavoura a cada 3 anos. A irrigação usava água de mananciais situados em cotas superiores às da lavoura para realizar a inundação ou também poderia utilizar as bombas acionadas por máquina a vapor. A produção média era em torno de 100 a 200 sacos diários (NETO, 2015).

No Rio Grande do Sul, o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), transformado em autarquia estadual em 1940, atua como importante instituição no desenvolvimento da cultura do arroz irrigado. Também em articulação com outras instituições, como exemplo, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) que desde 1950, desenvolvem tecnologias em sistemas de produção de terras baixas, realizando atividades de pesquisa e desenvolvimento na cadeia produtiva do arroz irrigado. Esses dois importantes centros de pesquisa buscam maneiras de solucionar problemas agrícolas e aperfeiçoar as técnicas de cultivo do

arroz de maneira efetiva, procurando produzir sustentavelmente a baixos custos e aumentando a produtividade.

Atualmente os avanços na mecanização, adubação, irrigação e técnicas na lavoura permitiram um aumento na produção. Tornaram-se comum o emprego de adubação química com nitrogenados (ureia e sulfato de amônio) e a utilização de bombas com alto rendimento, acionadas por motores elétricos ou a combustão, que acompanham o nível do manancial. Em condições adequadas, por exemplo, uma colheitadeira pode colher em média 2.000 sacos por dia. Também merece destaque a intensificação da prática da rotação de culturas em lavouras de arroz, predominando primeiramente o plantio de soja ou milho, seguido pelas pastagens (NETO, 2015).

Apesar dos avanços relativos à produção do arroz irrigado, Neto (2015) adverte sobre o risco ambiental na utilização excessiva de fertilizantes:

O emprego excessivo de fontes fosfatadas e nitrogenadas pode causar eutrofização de mananciais hídricos, acarretando em proliferação de algas, como tem ocorrido em arroz cultivado no sistema pré-germinado. Em períodos de estiagem, há a formação de uma camada superficial de algas na água dos rios que dificulta a respiração dos peixes, levando à morte em casos mais severos. No entanto, o fósforo se liga fortemente às partículas de solo e as perdas desse nutriente nas lavouras de arroz irrigado são mínimas (1kg/ha/ano) e insuficientes para causar danos aos mananciais de água. Entretanto, deve-se ter cuidados com a perda de sedimentos da lavoura para evitar que o fósforo seja adsorvido.

Em relação ao potássio, perdas por lixiviação podem ocorrer especialmente em solos com baixa CTC (arenosos e com baixa matéria orgânica). Recomenda-se o uso correto da adubação dentro dos princípios básicos do manejo integrado do solo e da cultura do arroz irrigado, de modo a manter o equilíbrio entre os nutrientes. Um dos aspectos importantes no manejo da adubação é evitar a utilização de “adubações padrão”, que podem causar desequilíbrio entre os nutrientes. A adubação deve ser feita cumprindo rigorosamente o que indica a análise de solo de cada gleba analisada (NETO, 2015, pg. 83).

O arroz é base alimentar de metade da população mundial e o Brasil é o terceiro país com maior área cultivada. O Rio Grande do Sul concentra 68% da produção nacional, seguido por Santa Catarina e Tocantins. Estima-se que 95% dos brasileiros consomem arroz e o fazem no mínimo uma vez por dia, devido às características deste cereal que possibilitam diversas formas de preparo, seja em pratos salgados ou doces (NETO, 2015). Portanto, existem interesses de mercado

na expansão da cadeia produtiva do arroz, considerando a relevância do cereal no contexto cultural, econômico e de segurança alimentar.

Considerando esse contexto econômico, pode-se verificar nos dados da Produção Agrícola Municipal - IBGE (2018), que os municípios de Arroio Grande e Pedro Osório possuem áreas expressivas destinadas ao cultivo do arroz (Tabela 3).

Área Plantada e Rendimento de Arroz nos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório - 2018

Município	Área Plantada (em hectares)	Rendimento (em kg/ha)	Percentual de área plantada no município
Arroio Grande	41.766	7.550	16,56 %
Pedro Osório	2.782	7.900	4,61 %

Tabela 3: Área plantada, rendimento de arroz e percentual de área plantada nos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório. Fonte: IBGE-PAM (2018).

De acordo com Spiering (2018) ocorrem na área de estudo, infraestruturas agrícolas destinadas ao armazenamento de arroz e de soja, maquinários agrícolas e grandes canais de irrigação destinados arroz irrigado (Figuras 29 e 30).



Figura 29: Silos de armazenamento de cereais e galpões de armazenamento de maquinário agrícola, fertilizante e sementes em Arroio Grande (2018). Fonte: Viviane Spiering.



Figura 30: Canal antropogênico que capta água do Arroio Moreira (curso principal da Bacia Hidrográfica), utilizado na irrigação de arroz em Arroio Grande (2018). Fonte: Viviane Spiering

4.2.2.3 A Silvicultura e as Florestas Plantadas

A expansão dessas atividades na região ocorreu a partir de 2004 por investimentos da Votorantim Celulose e Papel (VCP Florestal S.A.) no setor. Segundo a Secretaria de Comunicação do Rio Grande do Sul (2008), até 2008 a VCP Florestal S.A. investiu cerca de US\$ 1,3 bilhão, operando em 80 mil hectares distribuídos em 27 municípios da metade sul do estado⁸⁶. A empresa tinha como meta construir uma unidade avançada de produção de celulose na região, porém o projeto foi abandonado após a fusão com a empresa Aracruz.

Segundo dados da AGEFLOR (2017) sobre estimativa das áreas de florestas plantadas de eucalipto, pinus e acácia na região (COREDE Sul) o município de Arroio Grande possui uma área entre 5.000 a 10.000 hectares e o município de Pedro Osório entre 2.000 a 5.000 hectares.

Os municípios de Arroio Grande e Pedro Osório também possuem dados referentes ao levantamento da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura de 2018 (IBGE-PEVS). Segundo os dados resumidos na tabela 4, os dois municípios produziram 341.968 m³ de madeira e toras de eucalipto e pinus e 10.000 toneladas de acácia, acumulando um valor total de 10,6 milhões de reais no ano de 2018.

⁸⁶Principalmente nos municípios de Rio Grande, Pelotas, Capão do Leão, Cerrito, Pedro Osório, Herval, Arroio Grande, Jaguarão, Pedras Altas, Candiota, Pinheiro Machado, Piratini, Bagé e Aceguá.

Quantidade e valor da produção na silvicultura dos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório - 2018		
Município	Quantidade produzida (em metros cúbicos - m ³)	Valor da produção (em milhões de reais)
Arroio Grande	194.270	5,763
Pedro Osório	147.698	4,915

Tabela 4: Quantidade produzida e valor da produção na silvicultura dos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório. Fonte: IBGE - Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (2018).

Conforme dados mais específicos do IBGE-PEVS (tabela 5), a produção é subdividida em quantidades de madeira em toras (eucalipto e pinus), lenha (eucalipto e pinus) e de casca (apenas acácia).

Produção na silvicultura dos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório - 2018			
Município	Quantidade de lenha (em m ³)	Quantidade de madeira em toras (em m ³)	Quantidade de acácia em casca (por ton.)
Arroio Grande	10.000	184.270	-
Pedro Osório	11.994	135.704	10.000

Tabela 5: Produção na silvicultura dos municípios de Arroio Grande e Pedro Osório. Fonte: IBGE-PEVS (2018).

Atualmente o grupo empresarial CMPC é o principal investidor nesse setor na região. Segundo Flinker (2020), o Porto de Pelotas mobilizou mais de 1 milhão de toneladas de toras de madeira em 2019, sendo que a maioria desse material faz parte do projeto da CMPC - Celulose Riograndense, que utiliza o sistema hidroviário gaúcho para aperfeiçoar sua distribuição logística.

4.3 Diagnóstico Ambiental dos Imóveis Rurais na área de estudo

O Diagnóstico Ambiental é fundamental no processo de avaliação ambiental e para verificar a adesão às normas reguladoras. A regularização ambiental da propriedade rural é obrigatória desde o segundo código florestal (1965) e atualmente segue as orientações da lei 12.651/2012, que orienta ao processo de adequação ambiental das propriedades rurais que estão principalmente em déficit das Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal.

Apresenta-se em sequência o as análises referentes aos Mapeamentos Hidrográficos, dos Mapeamentos de Cobertura e Uso da Terra e dos Mapeamentos de Legislação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.

Na primeira seção serão analisadas as alterações que ocorreram na rede de drenagem da bacia hidrográfica do Arroio Moreira entre os anos de 1953 e 2014. Buscando compreender a configuração dos canais, considerando o modo de como os sistemas de produção agrícolas interagem e modificam o ambiente.

Na segunda seção analisaram-se as alterações de uso e cobertura da terra que ocorreram na área de estudo entre os anos de 1953 e 2014. Para compreender quais as atividades antrópicas predominantes e as coberturas naturais que ainda permanecem na bacia hidrográfica.

Na terceira seção avaliam-se os mapeamentos de aplicação da Legislação Ambiental elaborado conforme aos critérios/exigências das Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal (RL) da Lei nº 12.651/2012. Permitindo identificar as áreas com remanescentes de vegetação nativa e as áreas degradadas ou ocupadas irregularmente com a finalidade de propor a adequação ambiental.

4.3.1 Análise das Alterações Hidrográficas

A Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira é a principal bacia que deságua somente na Reserva Biológica do Mato Grande. Possui área de 279,07 km² (equivalente a 27.907 hectares), dos quais 128,75 km² (46%) estão no município de Arroio Grande e 150,32 km² (54%) no município de Pedro Osório. Seu curso d'água principal é o Arroio Moreira, o qual possui uma extensão de 44,1 km e deságua na Reserva Biológica do Mato Grande - Lagoa Mirim.

No mapa do cenário de 1964 (Apêndice C) é possível observar significativas intervenções na rede de drenagem, como barramentos e a retificação de canais fluviais, com 608,84 km de segmentos de canais antropogênicos vinculados à cultura do arroz irrigado. O Arroio Moreira (curso principal) e seus tributários possuem diversas alterações antropogênicas, como o expressivo barramento denominado de "Açude dos Schuch", além de outros barramentos/represamentos voltados ao uso agropecuário (Figura 31; Quadro 13).

No mapa do cenário de 2008 (Apêndice D), foram observadas intensas alterações na rede de drenagem. Os canais fluviais naturais tiveram uma redução de 51,08% (231,33 km) em contrapartida os canais artificiais (canais antropogênicos) se expandiram 34,18% (208,11 km) em relação ao cenário anterior. Também se ampliou a extensão dos corpos hídricos, com uma área total calculada em 10,91 km² (aumento de 5,59 km²) (Quadro 13).

Essas alterações correspondem a conversão dos cursos d'água presentes nos campos nativos em canais antropogênicos dos sistemas de monocultura agrícola, principalmente da cultura do arroz irrigado. Atividades que reduziram a extensão dos canais pluviais (-51,67 km) e das áreas úmidas (-4,01 km²).

Verifica-se que esse é o cenário com as maiores alterações da rede de drenagem em comparação com outros cenários (Figura 31). Nesse mapa também foram identificadas e analisadas 157 nascentes, das quais 104 aparentam estar em condições naturais, e, 162 apresentam modificações antropogênicas. Lembrando que esse mapa hidrográfico serve de base aos mapeamentos de legislação ambiental apresentado na seção posterior.

Classes	Extensão (km e km ²)			Variação
	1964	2008	2014	
Canais Fluviais em compartimento de fundo de vale com perfil transversal em "V"	58,47 km	39,16 km	39,48 km	- 18,99
Canais Fluviais em compartimento de fundo de vale com perfil transversal plano	414,49 km	202,47 km	223,78 km	- 190,71
Canais Antropogênicos ativos	528,06 km	672,24 km	665,45 km	+ 137,39
Canais Antropogênicos inativos	80,78 km	144,71 km	44,37 km	- 36,41
Canais Pluviais	471,69 km	420,02 km	473,85 km	+ 2,16
Corpos Hídricos	5,32 km ²	10,91 km ²	11,38 km ²	+ 6,06
Áreas Úmidas	7,74 km ²	3,73 km ²	6,04 km ²	- 1,70

Quadro 13: Extensão da rede de drenagem da Bacia do Arroio Moreira. Fonte: autor

No mapa do cenário de 2014 (Apêndice E) é possível observar a estabilidade do avanço dos processos de alterações antrópicas na rede de drenagem, considerando o mapeamento anterior. Conforme dados obtidos pelo mapeamento (Quadro 13), verificam-se quatro aspectos:

- (a) estabilidade no processo de redução de canais fluviais naturais
- (b) redução de canais antropogênicos, principalmente os inativos (-107,13 km)
- (c) pequena ampliação da área ocupada pelos corpos hídricos (+ 0,47 km²)
- (d) aumento dos canais pluviais e das áreas úmidas

Os mapeamentos permitiram observar a conversão dos cursos d'água dos campos nativos em canais artificiais, principalmente vinculados à cultura do arroz irrigado. Considerando a setorização da bacia hidrográfica em três partes (Alto, Médio e Baixo curso), o setor da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira que mais foram observadas mudanças foi no Alto Curso, com a expansão da atividade da rizicultura.

Essa dinâmica de alterações na rede de drenagem pode ser visualizada na figura a seguir (Figura 31), que apresenta os cursos naturais, artificiais, corpos hídricos, áreas úmidas e uma linha delimitando a área de ocorrência dos canais antropogênicos na bacia em cada cenário.

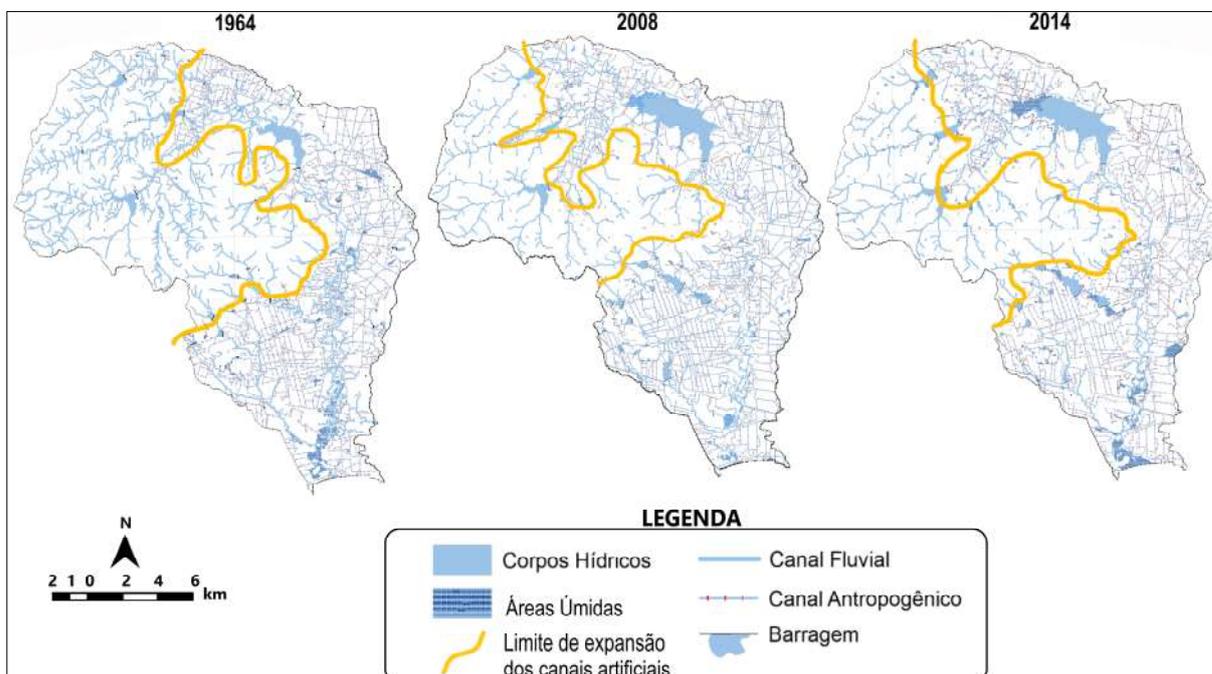


Figura 31: Dinâmica das alterações na rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira.

Fonte: Apêndices C, D e E.

A partir da concepção sistêmica em bacias hidrográficas, verifica-se uma relação direta da bacia com as áreas úmidas que ocorrem na região de foz da bacia. A entrada de energia e matéria ocorre principalmente pelos cursos d'água, sendo fundamental para manutenção da biodiversidade dessas áreas. Considerando que a

rede de drenagem converge às áreas úmidas e a Reserva Biológica do Mato Grande na região da foz do Arroio Moreira.

Deste modo, também se verificou que a análise das alterações da rede de drenagem mostra-se com importante indicador espaço-temporal de alterações ambientais em bacias hidrográficas.

4.3.2 Análise de Cobertura e Uso da Terra – Vegetação Nativa e usos agrícolas

As propriedades rurais possuem áreas identificadas com diferentes históricos de usos e cobertura das terras e composição dos padrões espaciais da paisagem. No mapa do cenário 1964 (Apêndice F), foram identificados 130,72 km² de vegetação nativa (Florestal, Campo limpo e Campo sujo) equivalentes a 45% da área total da bacia. As classes que representam usos agrícolas (Arroz irrigado, Demais culturas temporárias, Pastagem, Silvicultura e Instalações agrícolas) estavam distribuídas em 141,39 km², correspondendo a 50,66% da área da bacia. As áreas restantes (6,96 km²) correspondem a classe de Águas Continentais e de Áreas descobertas, abrangendo 4,34% da área total da bacia (Tabela 6).

No mapa do cenário 2008 (Apêndice G), verificou-se que as classes de vegetação nativa possuem 52,75 km² (19% da área total da bacia) e as classes de uso agrícola com 226,31 km² (77% da bacia). As áreas restantes (4% da bacia) correspondem às classes de Águas continentais, Áreas descobertas e de Uso não identificado (Gráfico 5).

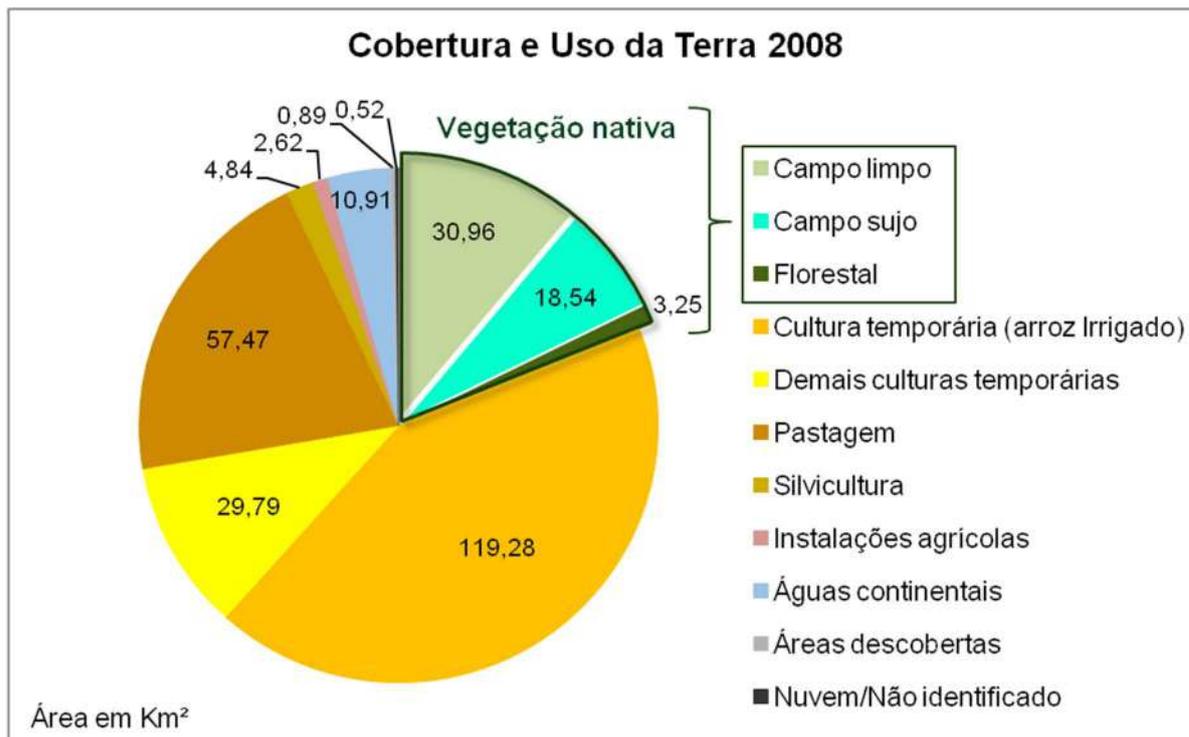


Gráfico 5: Cobertura e Uso da terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira de 2008, com ênfase nas categorias de vegetação nativa. Fonte: autor.

A partir das categorias verificadas nesse mapeamento, é possível considerar, conforme a legislação ambiental vigente, como Áreas de Preservação Permanente / Reserva Legal as classes de vegetação nativa, e como Área Rural Consolidada as categorias de uso agrícola. Lembrando que esse mapeamento também serve de base aos mapeamentos de legislação ambiental apresentado na seção posterior.

No mapa do cenário 2014 (Apêndice H), constata-se que as classes de vegetação nativa possuem 51,57 km² e as classes de uso agrícola com 215,92 km². Apesar dos valores apresentarem estabilidade no processo de expansão das atividades antrópicas / redução da vegetação nativa, comparativamente ao cenário mais antigo, os usos antrópicos agrícolas aumentaram em mais de 25% sobre as áreas de vegetação nativa na bacia hidrográfica (Gráfico 6).

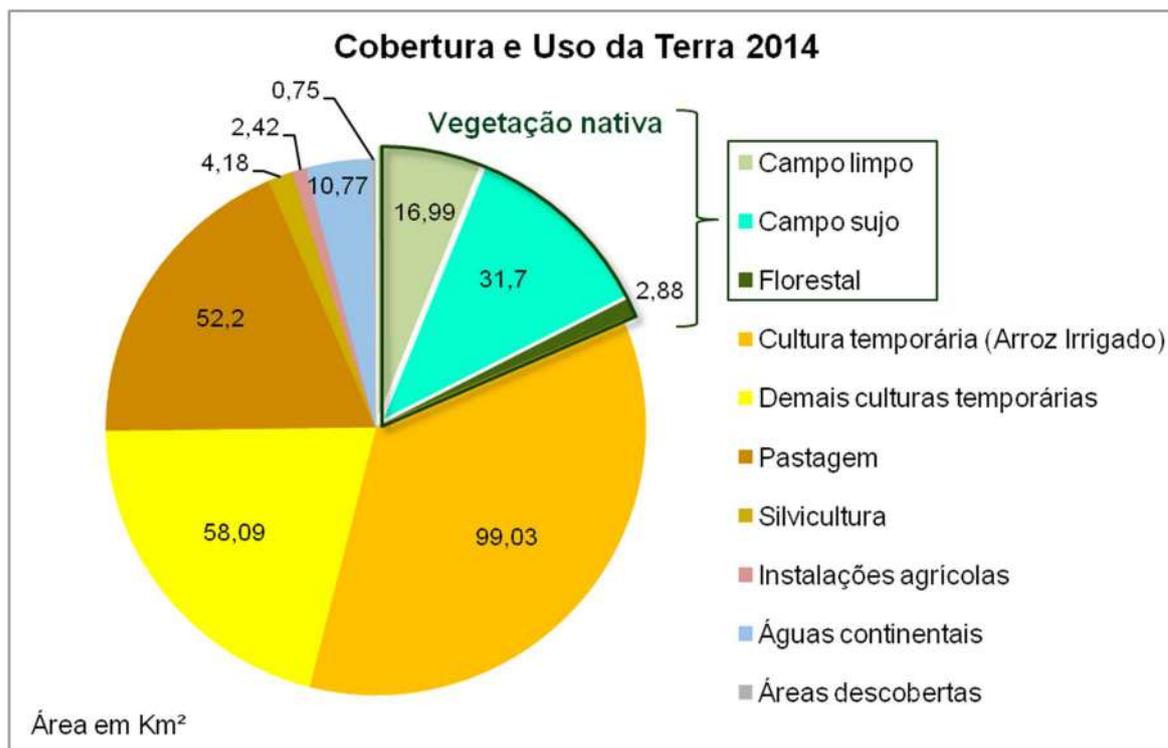


Gráfico 6: Cobertura e Uso da terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira de 2014, com ênfase nas categorias de vegetação nativa.

Quantificação dos Mapeamentos de Cobertura e Uso da Terra							
Classe	Mapeamento 1964		Mapeamento 2008		Mapeamento 2014		Variação (em km ²)
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	
Campo limpo	101,43	36,35%	30,96	11,09%	16,99	6,09%	- 84,44
Campo sujo	28,33	10,15%	18,54	6,64%	31,70	11,36%	+ 3,37
Florestal	0,95	0,34%	3,25	1,17%	2,88	1,03%	+ 1,94
Águas Continentais	6,43	2,30%	10,91	3,91%	10,77	3,86%	+ 4,34
Áreas descobertas	0,53	0,19%	0,89	0,32%	0,75	0,27%	+ 0,21
Cultura temp. (Arroz Irrigado)	86,10	30,85%	119,28	42,74%	99,03	35,49%	+ 12,94
Demais culturas temporárias	32,13	11,51%	29,79	10,68%	58,09	20,82%	+ 25,96
Pastagem	16,90	6,06%	57,47	20,59%	52,20	18,71%	+ 35,30
Silvicultura	2,71	0,97%	4,84	1,73%	4,18	1,50%	+ 1,48
Instalações agrícolas	3,53	1,27%	2,62	0,94%	2,42	0,87%	- 1,11
Nuvem / Não Identificado	-	-	0,52	0,19%	-	-	-
Total geral	279,07	100%	279,07	100%	279,07	100%	-

Tabela 6: Cobertura e Uso da terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira de 1964, 2008 e 2014.

Resultados indicam que na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira as maiores alterações ocorridas, em função dos processos antrópicos, têm relação com a substituição das áreas de Campos Limpos por Pastagens e Cultivos Temporários. Essa dinâmica, evidenciada nos mapeamentos hidrográficos anteriores, também se correlaciona com os dados coletados na contextualização socioeconômica da área de estudo. Os projetos de irrigação incentivaram a expansão das lavouras de arroz sobre as áreas campestres e terrenos de várzeas, e as demais atividades agrícolas se expandiram nas áreas altas da bacia hidrográfica do Arroio Moreira (Figura 32).

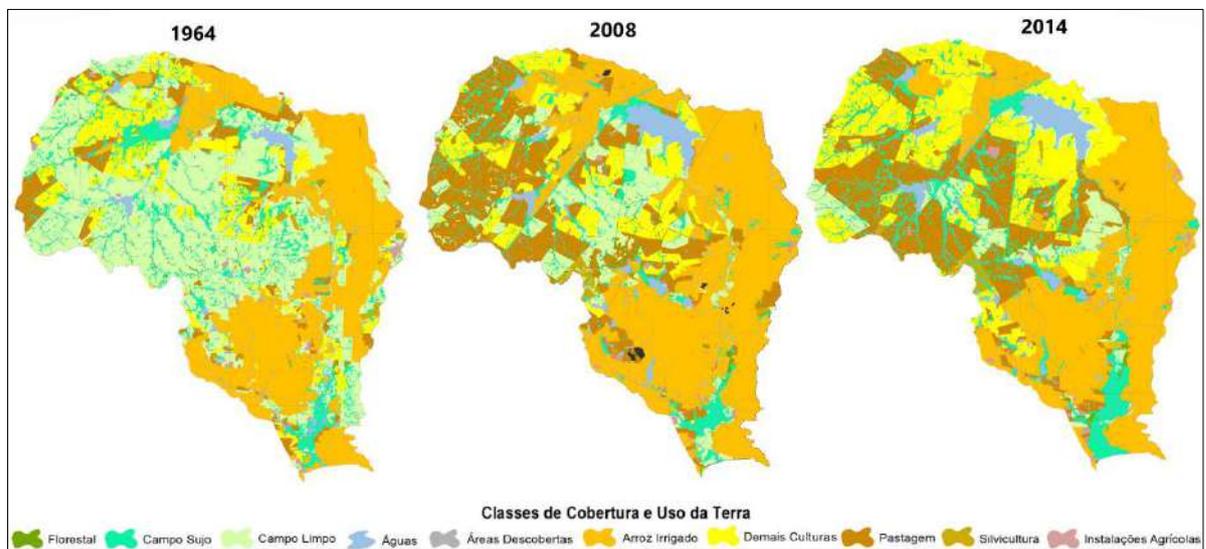


Figura 32: Dinâmica das alterações de cobertura e uso da terra na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. Fonte: Apêndices F, G e H.

Essas áreas de vegetação nativa e de formações campestres são importantes para espécies ameaçadas de extinção e na conservação da biodiversidade que depende diretamente desses ecossistemas para sobreviver. Sem a devida proteção dessas áreas, torna-se mais complexo assegurar a qualidade dos recursos hídricos, e conseqüentemente garantir uma gestão eficiente da Reserva Biológica do Mato Grande, bem como da área circundante da Unidade de Conservação.

4.3.3 Aplicação da Legislação Ambiental nos Imóveis Rurais da área de estudo

Conforme aos critérios/exigências das Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal da Lei nº 12.651/2012, foram identificados em 76 imóveis rurais inseridos nos limites da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira, agrupados por Módulo Fiscal (Tabela 7):

Imóveis Rurais na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira – RS	
Módulos Fiscais	Número de imóveis
Até 1	26
De 1 a 2	5
De 2 a 4	10
De 4 a 10	8
Mais de 10	27
TOTAL	76

Tabela 7: Número de imóveis Rurais na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira por Módulo Fiscal.

Tendo como base a hidrografia do Mapeamento Hidrográfico de 2008, as classes de uso agrícola e vegetação nativa do Mapa de Cobertura e Uso da Terra de 2008, e, os limites dos imóveis rurais declarados no CAR, são apresentados, inicialmente dois mapas resultantes dessas correlações (Figura 33 e 34).

A partir da correlação dessas bases cartográficas, foram identificados 15,38 km² de Áreas de Preservação Permanente, dos quais, apenas 8,97 km² possuem vegetação nativa. A área restante possui 6,41 km² com uso agrícola podendo ser considerado como Área Rural Consolidada (Figura 34).

Ressalta-se que é necessário averiguar sobre a necessidade de regularização de cada imóvel rural, conforme exige a legislação, se as áreas de vegetação nativa são suficientes ao mínimo exigido na APP/RL (declarada por cada proprietário rural). Caso seja verificado que a propriedade está em déficit de vegetação nativa, indica-se que a referida propriedade corresponde aos requisitos de inclusão no Programa de Regularização Ambiental.

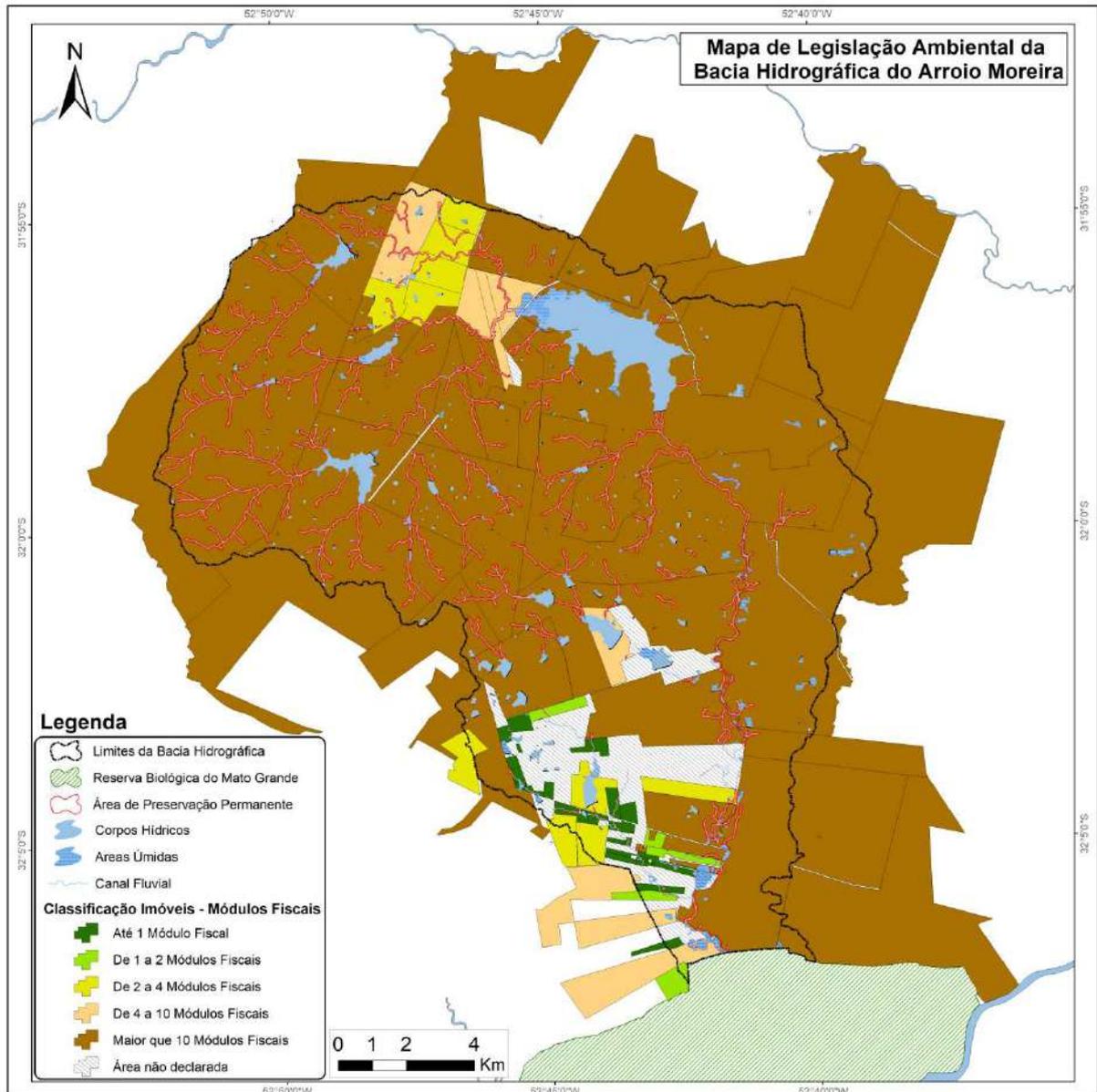


Figura 33: Mapa de legislação ambiental com a Classificação dos Imóveis Rurais da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. Fonte: autor.

As áreas vegetação nativa nos terrenos dos imóveis localizados fora da área bacia não foram mapeados, pois esse estudo limitou-se a utilizar a bacia hidrográfica como unidade de análise espacial. Logo, alguns imóveis (principalmente aqueles com mais de 4 módulos) podem na situação geral, cumprir/descumprir com os requisitos mínimos de regularização ambiental referente à Reserva Legal e das APP.

Verificou-se a ausência de algumas propriedades dos dados fornecidos pelo SICAR, que no caso da área de estudo correspondem a 6,6% (18,47 km²) da área total da Bacia Hidrográfica (279,07 km²). A última atualização dos dados do SICAR ocorreu em 08 de fevereiro de 2021, sem data prevista de atualização. Ressalta-se

que se o proprietário não se cadastrou até 31 de dezembro de 2020, perde o direito de adesão no PRA e está sujeito ao ônus e encargos em caso de irregularidade.

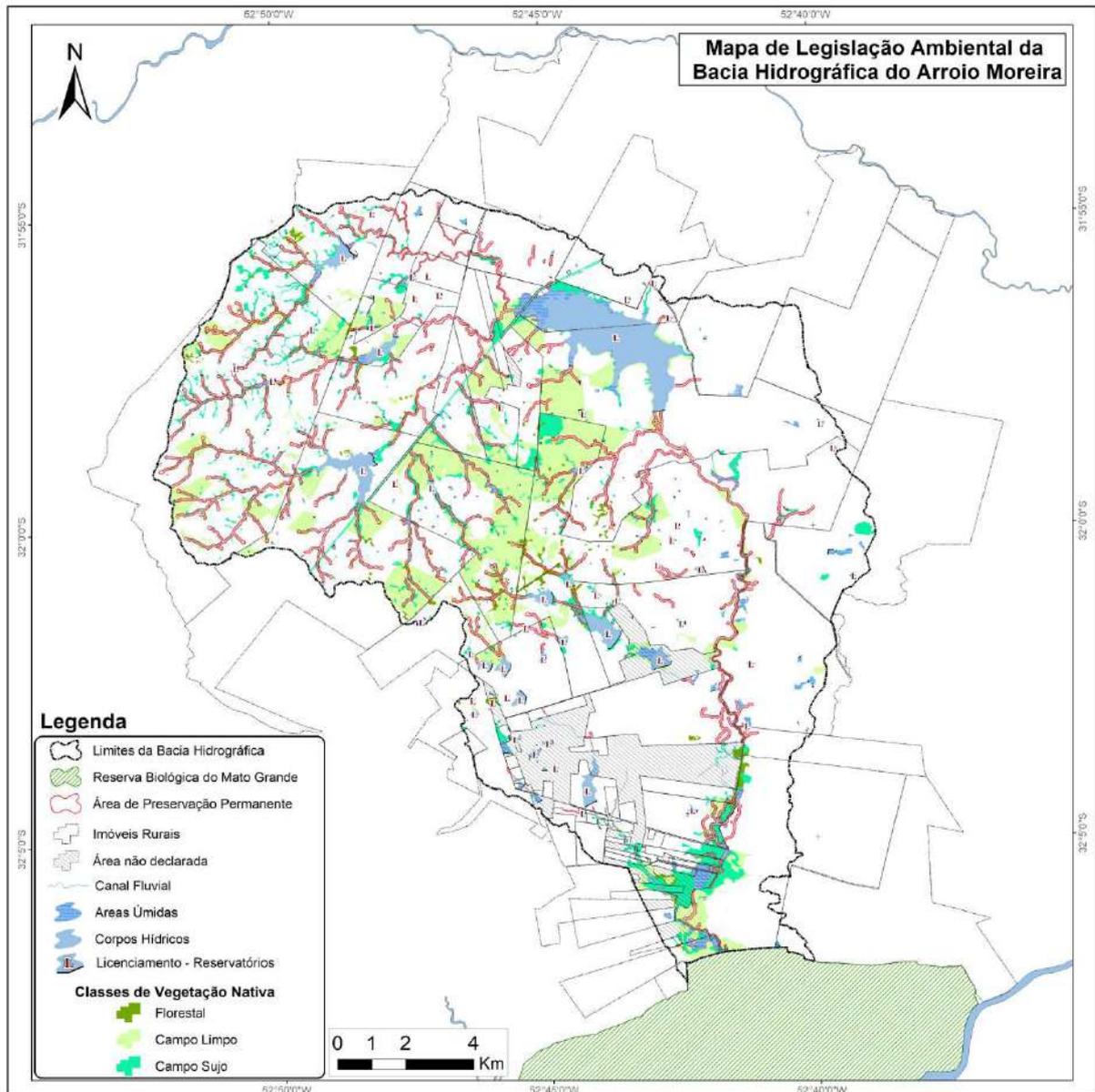


Figura 34: Mapa de legislação ambiental com áreas de vegetação nativa nos Imóveis Rurais da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. Fonte: autor.

No mapeamento da Figura 34 foram identificados 56 reservatórios artificiais decorrentes de barramentos que podem ser licenciáveis na área ambiental. Sendo que é no processo de licenciamento ambiental que são estabelecidas as dimensões das Áreas de Preservação Permanente no entorno da área alagada. Logo não foi recomendada a dimensão de APP nesse mapeamento.

Verificou-se que dos 76 imóveis rurais da área de estudo, 60 imóveis (80% do total) possuem delimitação de APP (de acordo com a legislação ambiental vigente) e

16 imóveis (20% do total) não possuem tais áreas nos limites da Bacia Hidrográfica, conforme mapa da Figura 35.

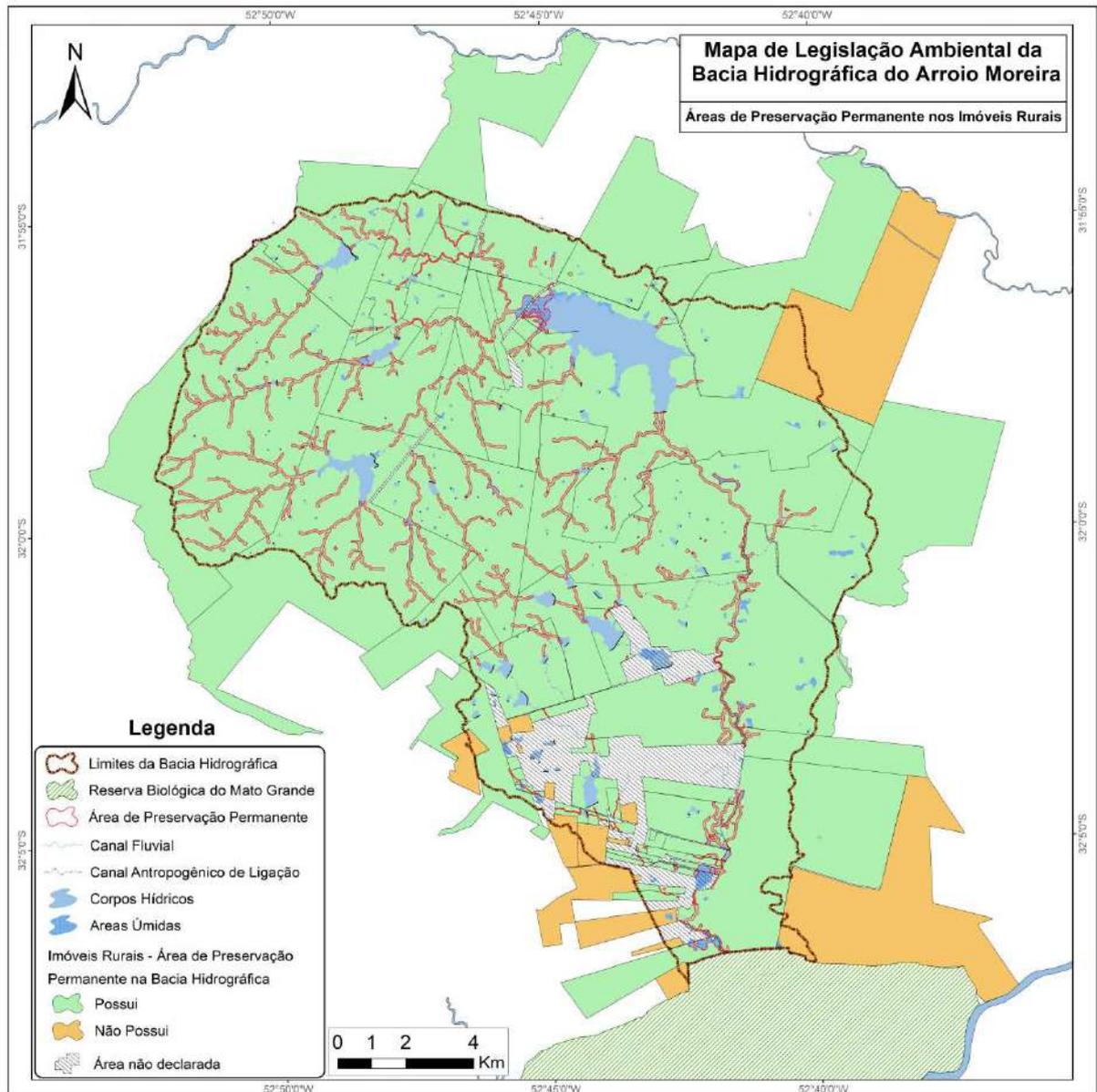


Figura 35: Mapa de legislação ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira – Áreas de Preservação Permanente nos Imóveis Rurais. Fonte: autor.

Também foi realizada análise sobre a presença das classes de vegetação nativa nos imóveis rurais. Conforme o mapa da Figura 36 verificou-se que 26 imóveis da área de estudo não possuem nenhuma vegetação nativa (referente ao cenário de 2008). Portanto, esses imóveis que possuem déficit de vegetação nativa estão irregulares conforme a lei 12.651/2012, sendo recomendada a adesão compulsória no Programa de Regularização Ambiental pelo proprietário do imóvel rural.

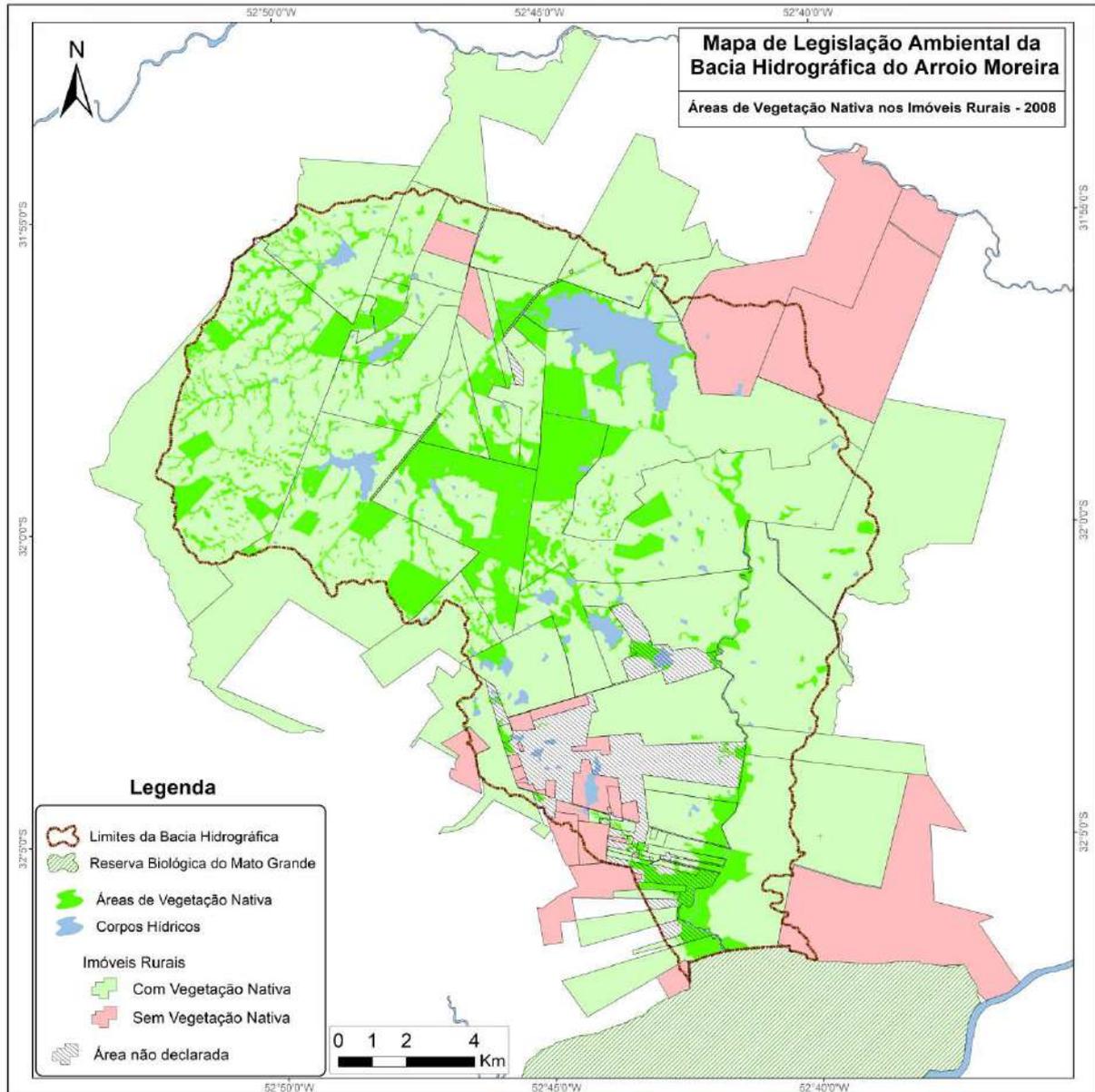


Figura 36: Mapa de legislação ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira – Áreas de Vegetação Nativa nos Imóveis Rurais em 2008. Fonte: autor.

Também foi verificada a situação da Reserva Legal dos imóveis de acordo com o percentual mínimo de vegetação nativa exigido por lei (variável por módulo fiscal). Conforme o mapa e quadro a seguir (Figura 37, Quadro 14), dos 76 imóveis rurais, foram identificados 21 imóveis com Reserva Legal Suficiente e 55 imóveis com Reserva Legal Insuficiente (26 imóveis sem vegetação com outros 29 imóveis com vegetação abaixo do percentual mínimo). Deste modo, apenas 21 imóveis (27% das propriedades) estariam aptos a regularização ambiental no âmbito da Reserva legal, enquanto 55 imóveis (73% das propriedades) necessitam de adequação ambiental.

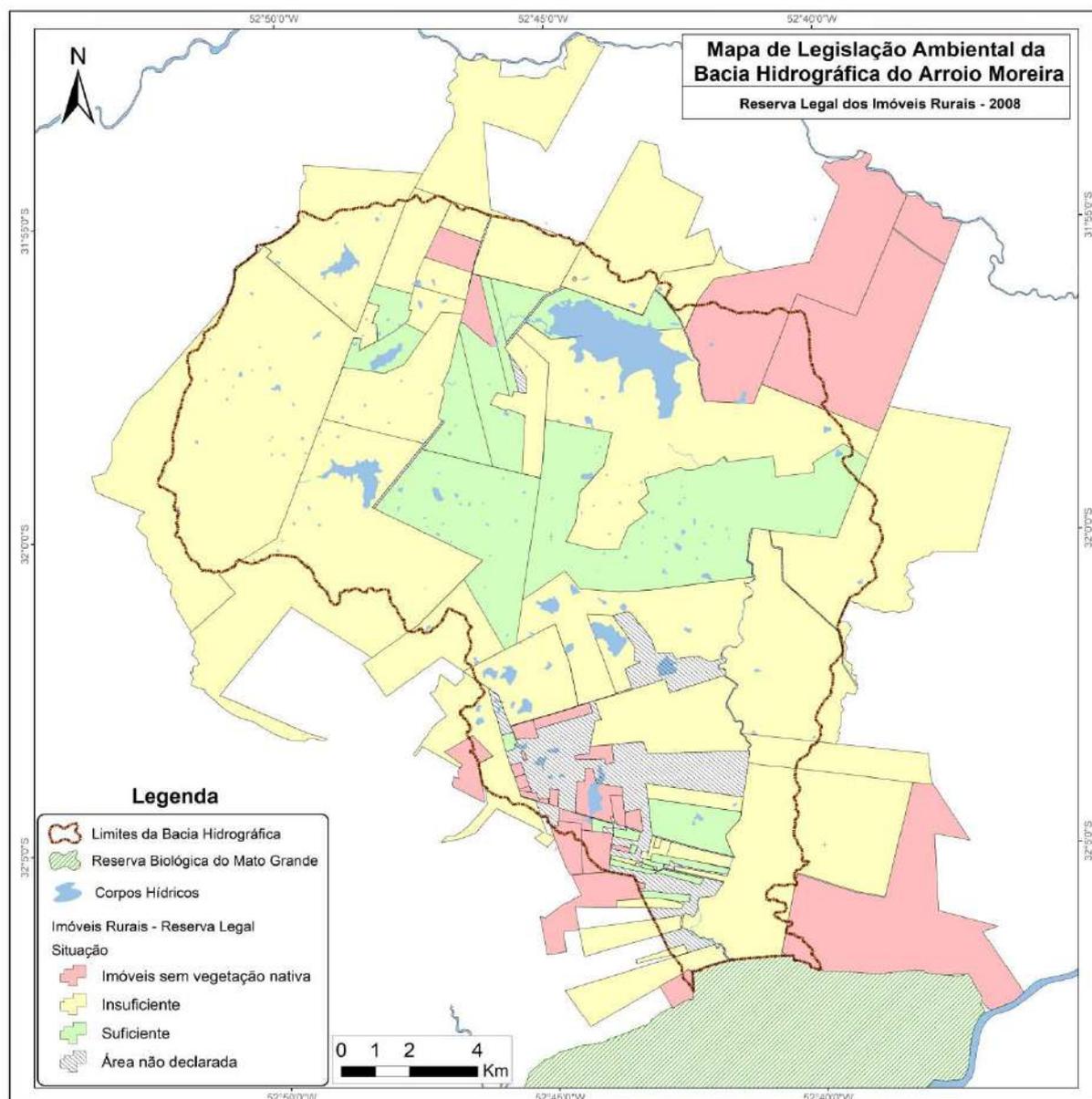


Figura 37: Mapa de legislação ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira – Reserva Legal nos Imóveis Rurais em 2008. Fonte: autor.

Características ambientais dos Imóveis Rurais da área de estudo – Cenário de 2008					
Módulos Fiscais	Imóveis Rurais	Imóveis sem APP	Imóveis sem vegetação Nativa	Imóveis com Reserva Legal Insuficiente	Imóveis com Reserva Legal Suficiente
Até 1	26	8	14	16	10
De 1 a 2	5	1	2	4	1
De 2 a 4	10	3	5	9	1
De 4 a 10	8	2	2	6	2
Mais de 10	27	2	3	20	7
TOTAL	76	16	26	55	21

Quadro 14: Características ambientais dos Imóveis Rurais da área de estudo em 2008. Fonte: autor.

Analisando os dados do cenário mais recente, com base nas classes de uso agrícola e vegetação nativa do Mapa de Cobertura e Uso da Terra de 2014, percebe-se um pequeno aumento de vegetação nativa. A partir dessa correlação identificou-se nos 15,38 km² de APP da bacia, 9,86 km² de vegetação nativa e 5,52 km² com uso podendo ser considerado como Área Rural Consolidada. Comparando com a área existente de vegetação nativa de 2008, verificou-se a ocorrência de 1,82 km² de vegetação suprimida em locais destinados a APP (Figura 38, Apêndice I).

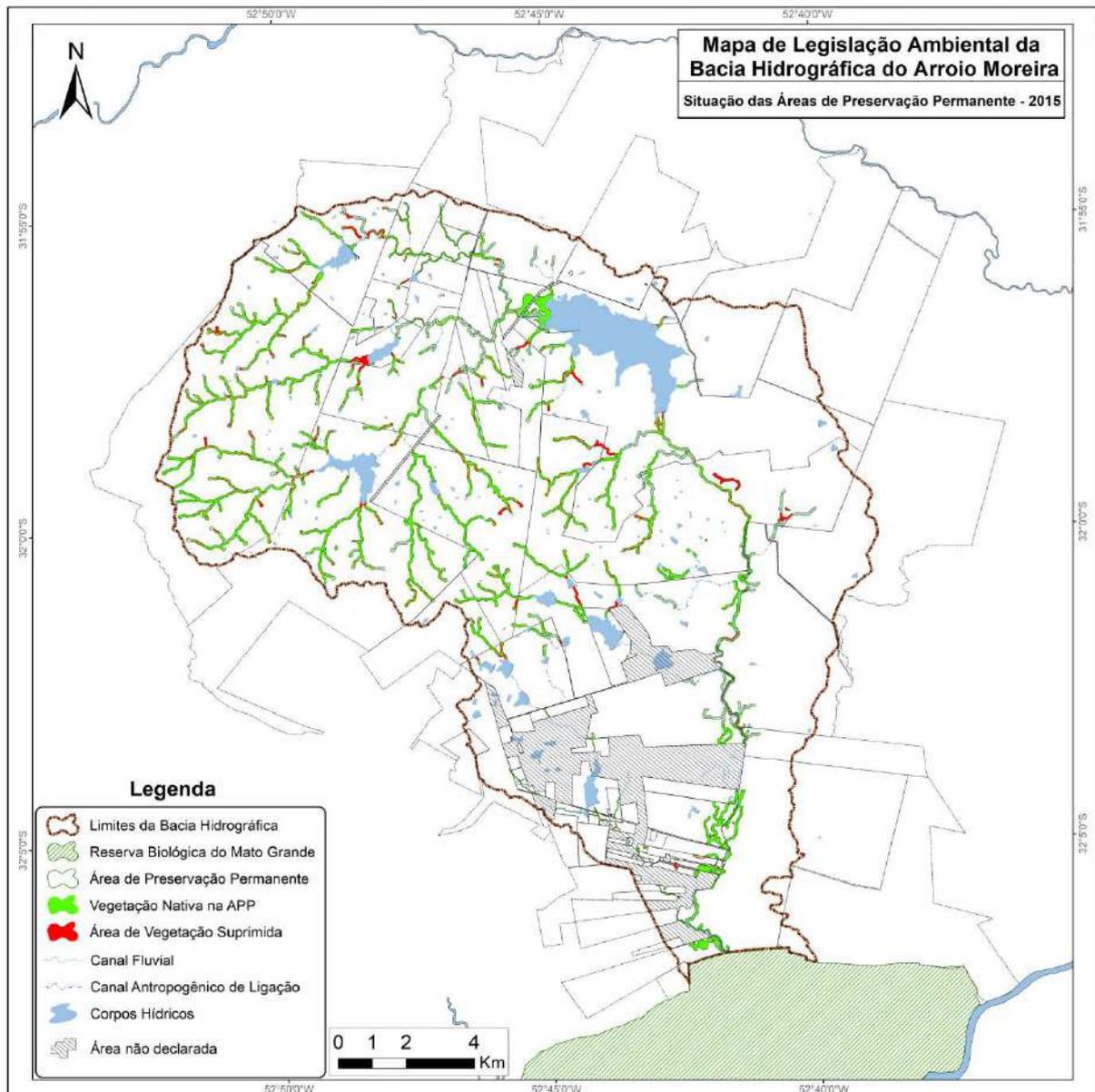


Figura 38: Mapa de legislação ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira – Situação das Áreas de Preservação Permanente nos Imóveis Rurais em 2015. Fonte: autor.

Tal fato reflete na redução do número de imóveis rurais sem vegetação nativa, contado nesse cenário mais recente, com 20 imóveis nessa categoria (redução de 34% para 26% do número de imóveis). Porém, esse aumento das áreas de vegetação nativa não foi suficiente para melhorar significativamente a situação da Reserva Legal dos imóveis deficitários mostrados anteriormente (Figura 39).

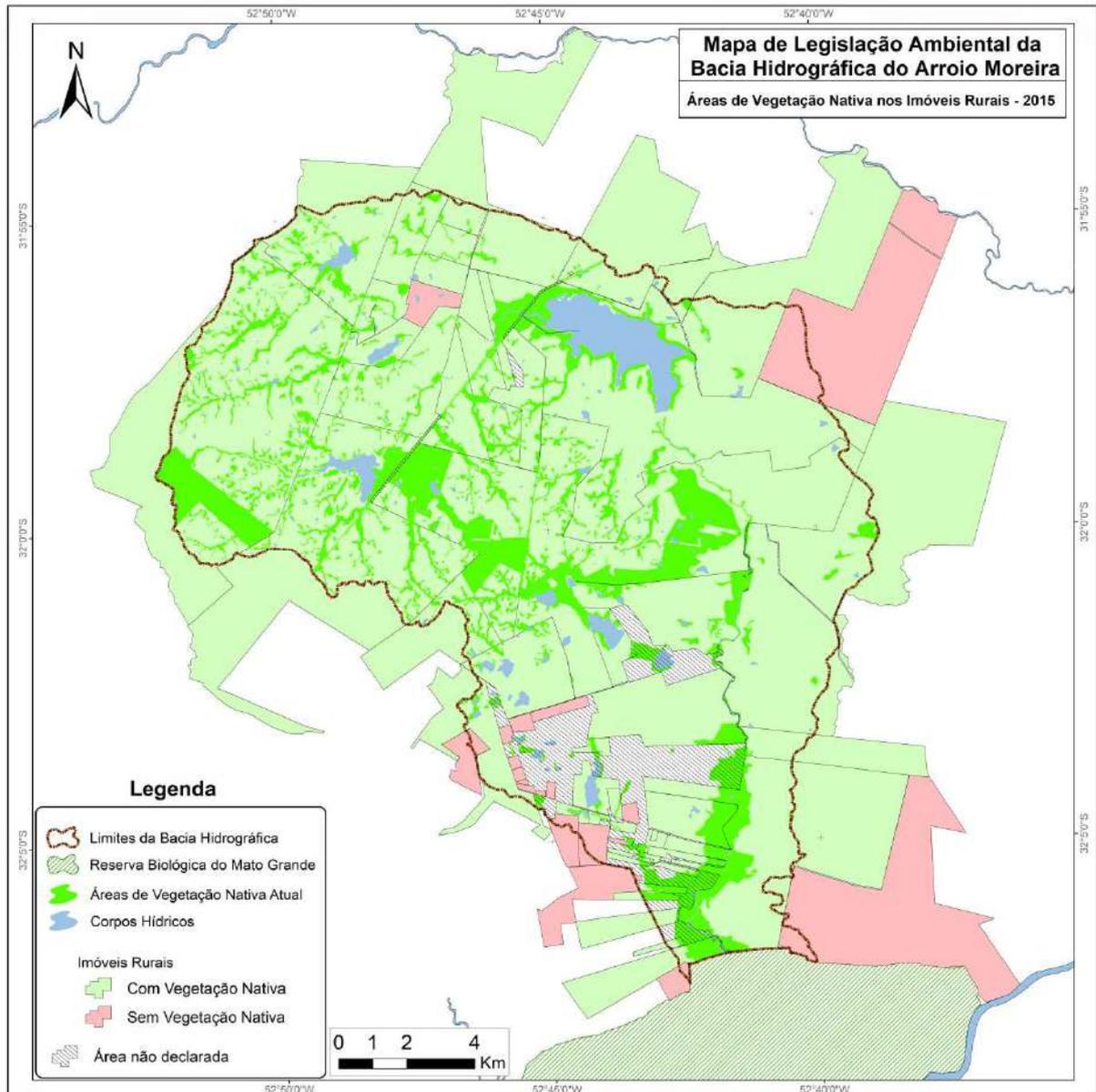


Figura 39: Mapa de legislação ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira – Áreas de Vegetação Nativa nos Imóveis Rurais em 2015. Fonte: autor.

Conforme o mapa e quadro a seguir (Figura 40, Quadro 15), dos 76 imóveis rurais, 23 imóveis contam com Reserva Legal Suficiente e 53 imóveis com Reserva Legal Insuficiente (20 imóveis sem vegetação com outros 33 imóveis abaixo do percentual mínimo). Deste modo, 23 imóveis (30% das propriedades) estão aptos a regularização ambiental no âmbito da Reserva legal, sem necessidade de aderir ao PRA, enquanto 53 imóveis (70%) precisam requisitar a adequação ambiental.

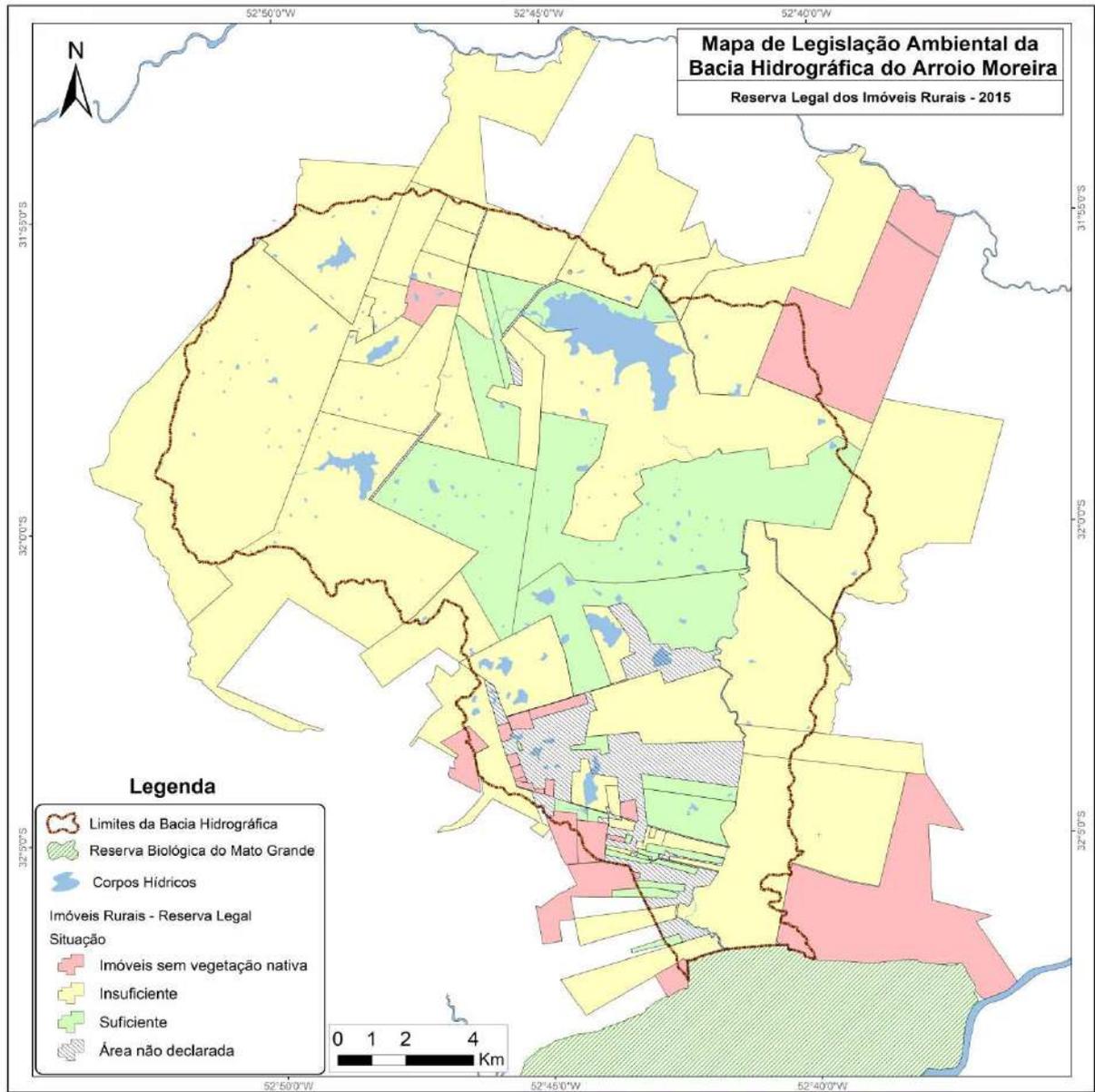


Figura 40: Mapa de legislação ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira – Reserva Legal nos Imóveis Rurais em 2015. Fonte: autor.

Características ambientais dos Imóveis Rurais da área de estudo – Cenário de 2015					
Módulos Fiscais	Imóveis Rurais	Imóveis sem APP	Imóveis sem vegetação Nativa	Imóveis com Reserva Legal Insuficiente	Imóveis com Reserva Legal Suficiente
Até 1	26	8	11	14	12
De 1 a 2	5	1	2	3	2
De 2 a 4	10	3	4	9	1
De 4 a 10	8	2	1	6	2
Mais de 10	27	2	2	21	6
TOTAL	76	16	20	53	23

Quadro 15: Características ambientais dos Imóveis Rurais da área de estudo em 2015. Fonte: autor.

Ressalta-se que em ambos os cenários, os Imóveis Rurais de até 1 Módulo Fiscal devem ter percentual mínimo de 10% de vegetação e os Imóveis de 1 até 4 Módulos 20%. Os Imóveis Rurais com mais de 4 Módulos Fiscais também devem obedecer a regra geral de 20% (imóvel localizado em Bioma Pampa), ou caso não possua esse percentual, deve estar de acordo conforme averbação da Reserva Legal estipulada em cartório, ou, com algum licenciamento ambiental autorizado por um órgão ambiental competente.

A partir desse conjunto de resultados, recomenda-se que as áreas de vegetação suprimidas em APP (Figura 38, Apêndice I) e os Imóveis Rurais com Reserva Legal Insuficiente (Figura 40) sejam consideradas como áreas prioritárias na recuperação/recomposição da vegetação nativa.

Sendo uma proposta interessante ter como uma das metas em restauração vegetação nativa a recuperação de APP no Arroio Moreira e seus cursos tributários, bem como estratégias voltadas a auxiliar na preservação da REBIO Mato Grande e das áreas circundantes da referida Unidade de Conservação.

Caso o proprietário não tenha interesse em recompor a reserva legal da propriedade rural, existe a alternativa de utilizar o dispositivo de Compensação de Reserva Legal, previsto no “novo” código florestal (inciso III e parágrafos 5º ao 7º do art. 66 da Lei nº 12.651/2012). Nesse caso a REBIO Mato Grande (que ainda possui pendências de regularização fundiária) pode receber doação de imóveis privados localizados em seu interior para fins de Compensação de Reserva Legal das propriedades localizadas fora da Unidade de Conservação. Esse procedimento é analisado pelo ICMBIO afim de assegurar a legitimidade da transação do imóvel, que também emite uma certidão de habilitação do imóvel e divulga as informações do processo ao público via internet.

Por fim, destaca-se que devido as condições impostas pela pandemia do COVID-19, a Universidade Federal de Pelotas determinou a suspensão das atividades presenciais durante a pandemia. Portanto, tal fato impossibilitou a realização de atividades de campo no decorrer desse estudo. Principalmente para verificar em campo as propriedades que possuem remanescentes de vegetação nativa em APP no curso principal (Arroio Moreira) e os imóveis próximos a REBIO Mato Grande.

5. Considerações Finais

Primeiramente, destaca-se nesse trabalho a importância da interpretação da complexa legislação ambiental vigente na aplicação prática em estudo ambiental de bacias hidrográficas. Essa correlação permitiu analisar aspectos geográficos pertinentes a área de estudo e fornecer resultados detalhados sobre a situação ambiental de cada propriedade rural.

Verificou-se na área de estudo a importância da análise da dinâmica da rede de drenagem como importante indicador espaço-temporal de alterações ambientais. Os mapeamentos hidrográficos permitiram observar a conversão dos cursos d'água dos campos nativos em canais artificiais, principalmente vinculados à cultura do arroz irrigado.

Também nesse intuito, a análise da dinâmica de Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica indicou que as maiores alterações ocorridas foram em função dos processos antrópicos, com a substituição das áreas de Campos Limpos por Pastagens e Cultivos Temporários. Portanto, considerou-se conforme a legislação ambiental vigente, como Áreas de Preservação Permanente / Reserva Legal as classes de vegetação nativa, e como Área Rural Consolidada as categorias de uso agrícola.

Posteriormente, considerando as exigências da Lei nº 12.651/2012 verificou-se quais imóveis rurais estão em conformidade com as dimensões mínimas a serem cumpridas, e os imóveis que não atendem as exigências e estão suscetíveis a ingresso no Programa de Regularização Ambiental.

Os resultados obtidos nos mapeamentos possibilitaram identificar as áreas mais fragilizadas ambientalmente e as áreas com remanescentes de vegetação nativa na Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira. Portanto, a partir dessas informações e com os dados levantados, espera-se contribuir na compreensão da utilização do

código florestal com finalidade de diagnóstico ambiental, estabelecendo áreas prioritárias de proteção e recuperação ambiental na área de estudo.

Na interpretação sistemática dos aspectos geográficos e legais pertinentes a cada imóvel rural, foi possível realizar uma análise da área de estudo detalhando informações respectivas as áreas de remanescentes de vegetação nativa, áreas produtivas, tipos de atividades exploradas, situação das Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e de outros elementos naturais.

Esses dados e informações são importantes ferramentas para que a gestão ambiental possa ser aproveitada de forma mais efetiva, auxiliando na tomada de decisão, seguindo na linha de usos mais sustentáveis do território. Sobretudo se for considerado o propósito da REBIO Mato Grande em proteger integralmente a biodiversidade local, sustentada pelas áreas úmidas que recebem água e sedimentos oriundos das bacias hidrográficas adjacentes.

Por fim, almeja-se que esta pesquisa dê embasamento a futuros estudos na região e que possam auxiliar na proteção das áreas úmidas, as quais têm reconhecida importância pela Convenção Ramsar; e dos banhados, que possuem importância reconhecida pela própria legislação estadual ambiental do Rio Grande do Sul. E que também auxilie os gestores da Reserva Biológica do Mato Grande a discutirem possibilidades de gestão/monitoramento das áreas a serem preservadas na área de domínio ou internamente a Unidade de Conservação.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA), **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual**. Brasília: ANA, 2019. 100p. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.bb39ac07.pdf>

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA, 2017. 86 p.

AGUILLAR, F. H. **Direito Econômico: do direito nacional ao direito supranacional**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2016. 526p.

AHRENS, S. O código florestal brasileiro e o uso da terra: histórico, fundamentos perspectivas (uma síntese introdutória). **Revista de Direitos Difusos**, São Paulo, SP, v. 6, n. 31, p. 81-102, 2005. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/312076>

ALBA, J. M. F. et al. **Sustentabilidade socioambiental da bacia da Lagoa Mirim**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.

ALVES, F. N.; TORRES, L. H. (org.). **A cidade do Rio Grande: estudos históricos**. Rio Grande: FURG. 1995. 204 p.

ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE EMPRESAS FLORESTAIS - AGEFLOR. **A Indústria de Base Florestal no Rio Grande do Sul 2017**. Porto Alegre: RDK Logs Ltda. 60 p. 2017

BENSUSAN, N. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas**. FGV Editora, 2006.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e a agricultura da região Sul do Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 1998.

BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Supremo Tribunal Federal - Secretaria de Documentação, 2019. 577 p. (Atualizada até a EC n. 105/2019). Disponível em: <https://www.stf.jus.br/arquivo/cms/legislacaoConstituicao/anexo/CF.pdf>

BRASIL. **Decreto Nº 99.274, de 6 de Junho de 1990**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D99274.htm

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm

BRASIL, 1934. **Lei 23.793 de 23/01/1934**, que Approva o codigo florestal. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-23793-23-janeiro-1934-498279-publicacaooriginal-78167-pe.html>

BRASIL, 1939. **Lei 1.631 de 27/09/1939**, que dispõe sobre a aplicação de multas previstas no Código de Pesca e dá outras providências. Disponível em:

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1930-1939/decreto-lei-1631-27-setembro-1939-411693-publicacaooriginal-1-pe.html>

BRASIL, 1965 A. **Lei 4.771 de 15/09/1965** que institui o “Novo” Código Florestal (publicação original). Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4771-15-setembro-1965-369026-publicacaooriginal-1-pl.html>

BRASIL, 1965 B. **Lei 4.771 de 15/09/1965** que Institui Código Florestal (publicação com emendas). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm.

BRASIL, 2012 A. **Lei 12.651 de 25/05/2012** que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm

BRASIL, 2012 B. **Lei 12.727 de 17/10/2012** que altera dispositivos da Lei 12.651/2012 e outros instrumentos legais. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm

BRASIL (Ministério da Agricultura). **PROVÁRZEAS Nacional: 1 hectare vale por 10** (PROVÁRZEAS: Informação Técnica 2). Brasília: Secretaria Nacional de Produção Agropecuária, 1983. 199 p. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-86146-23-junho-1981-435419-publicacaooriginal-1-pe.html>

BRASIL. **Resolução do CONAMA, nº 13 de 6 de Dezembro de 1990**. Publicado no D.O.U., de 28/12/90, Seção I, Pág. 25.541.

BRASIL, **Resolução do CONAMA, nº 428 de 17 de Dezembro de 2010**. Publicado no D.O.U., nº 242 de 20/12/2010, Pág. 805.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Site Informativo: Convenção de Ramsar – Áreas Úmidas**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zonas-umidas-convencao-de-ramsar.html>

CÂMARA G., MONTEIRO A. M., MEDEIROS J. S. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São Paulo: São José dos Campos, INPE, 2004.

CARNEVSKIS E. L.; LOURENÇO, L. F. **Agrometeorologia e climatologia**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

CARVALHO, A. B. P. & OZORI, C. P. **Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul, Brasil**. Revista de Ciências Ambientais. Canoas: UnilaSalle, v.1, n.2, p. 83 a 95, 2007.

CERON, A. O.; DINIZ, J. A. F. O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. **Revista brasileira de Geografia**, v. 2, n. 28, p. 161-173, 1966.

CHIAVARI, J.; LOPES, C. L.. **Relatório: Onde estamos na implementação do Código Florestal? Radiografia do CAR e do PRA nos estados brasileiros**. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2019. Disponível em: [https://www.inputbrasil.org/publicacoes/ onde-estamos-naimplementacao-do-codigo-florestal](https://www.inputbrasil.org/publicacoes/onde-estamos-naimplementacao-do-codigo-florestal)

CHORLEY, R. J. Geomorphology and General Systems Theory, **US Geological Survey**, Professional Paper 500-B. 1960.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980, 188 p.

_____, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Editora Hucitec Universidade de São Paulo, 1979. 106p.

_____, A. **Modelagem de Sistema Ambientais**. São Paulo: Editora Blucher, 1999, 236 p.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Descrição do Projeto RADAMBRASIL (2017)**. Disponível: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Sensoriamento-Remoto-e-Geofisica/RADAM-D-628.html>>. Acesso em: 12/07/2017.

CONVENÇÃO DE RAMSAR (RAMSAR). **Site** sobre informações da Convenção de Ramsar. Disponível em: <https://www.ramsar.org/about/the-convention-on-wetlands-and-its-mission>. 2019

CRESTANA, S. et al. **Direito Ambiental vol. 3: Bens e Recursos Ambientais e o Direito Ambiental**. Distrito Federal: Embrapa, 2017. 1148 p.

CRIADO, R. C. Análise do uso da terra nas áreas de preservação permanente dos corpos d'água da bacia do córrego espraiado como subsídio para pagamentos por serviços ambientais. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 118 f. 2012.

CRUZ, R. C.; GUADAGNIN, D. L. **Uma pequena história ambiental do Pampa: proposta de uma abordagem baseada na relação entre perturbação e mudança**. In: COSTA, B. P. (org.) A sustentabilidade da Região da Campanha-RS: Práticas e teorias a respeito das relações entre ambiente, sociedade, cultura e políticas públicas. Santa Maria: UFSM, 2010, v.1, p. 155-179.

CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J. C.; SEVERO, C. R. S. **Estudo dos solos do município de Arroio Grande**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT/UFPEL, 1996. 103 p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 10).

CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J. **Geomorfologia, Solos e Capacidade de Uso das Terras do Município de Pedro Osório**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1996. 52 p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 9).

CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J. C.; SEVERO, C. R. S. **Solos e terras do planalto Sul-Rio-Grandense e planícies costeiras**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica 55, 2006.

DAVIS, C.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. **Introdução ao Geoprocessamento**. Vol. 1. SP: INPE. 2001.

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

DIÁRIO DA MANHÃ. São Gonçalo: barragem-eclusa retoma operação. 24/07/2018. **Jornal Diário da Manhã (online)**. Disponível em: <http://diariodamanhapelotas.com.br/site/sao-goncalo-barragem-eclusa-retoma-operacao/>

DINIZ, M. H. **Compêndio de introdução à ciência do direito**. São Paulo: Saraiva, 1991, p. 381.

EMBRAPA. **Arroz irrigado: recomendações técnicas de pesquisa para o sul do Brasil**. Pelotas: Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado, 1999. 124 p.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa. 2018. 212 p

EMBRAPA. **Site** com informações sobre o Código Florestal e do Módulo Fiscal. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>

ESPÍNDOLA, R. S. Jurisdição Constitucional Estadual: Notas para Compreender sua Problemática no Âmbito da Federação Brasileira. **Direito Público**, [S.l.], v. 1, n. 3, jan. 2010. ISSN 2236-1766. Disponível em: <https://www.portaldeperiodicos.idp.edu.br/direitopublico/article/view/1390>.

FIORILLO, C. A. P.; FERREIRA, R. M. **Comentários ao código florestal: lei n.12.651/2012**. 2. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

FLINKER J. Gaúcha ZH. **Com mais de um milhão de toneladas, Porto de Pelotas tem aumento de 4,4% na movimentação em 2019**. Seção: Economia. Porto Alegre: 09/01/2020. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/noticia/2020/01/com-mais-de-um-milhao-de-toneladas-porto-de-pelotas-tem-aumento-de-44-na-movimentacao-em-2019-ck56zhcss02os01odjcg1usx3.html>

FOLEGATTI, M., Silva, T., & CASARINI, E. (2004). O manejo da irrigação como elemento essencial na utilização racional dos recursos hídricos In: THAME, A. (Org). **A cobrança pelo uso da água na agricultura**. São Paulo: Instituto de Qualificação e Editoração. 2004, p. 213 -219.

FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL (FZB). Mapeamento e diagnóstico de Áreas Úmidas no Rio Grande do Sul, com o uso de ferramentas de

geoprocessamento. **Relatório Técnico**. 2013. Disponível em:
http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp

FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL (FZB). **Lista das Espécies de Fauna e Flora Ameaçadas de Extinção no RS (2014)**. Disponível em:
http://www.fzb.rs.gov.br/conteudo/2403/?Informa%C3%A7%C3%B5es_da_Biodiversidade

GABRIEL, A. P.; SILVA, F.; FOLETO, E. M. Análise integrada da bacia hidrográfica do arroio Quaraí-Chico: considerações acerca de suas áreas de preservação permanente. **Anais** do XXIV Encontro Nacional de Geografia Agrária. MS: Dourados, Universidade Federal da Grande Dourados, 2018. Disponível em:
<http://anaisenga2018.comunidades.net>

GANEM, R. S. **Zonas de Amortecimento de Unidades de Conservação**. Estudos Legislativos - Consultoria Legislativa. Brasília: DF, Câmara dos Deputados Editora, 2015. 22 p. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/publicacoes-da-consultoria-legislativa/areas-da-conle/tema14>

GANEM, R. S. (org.) et. al. **Legislação sobre meio ambiente: fundamentos constitucionais e normas básicas**. 6ª ed. Brasília: Câmara dos Deputados. Edições Câmara, 2019. 165 p. (Série legislação; n. 140 e-book).

GARCIA, Y. M. O código florestal brasileiro e suas alterações no Congresso Nacional. **Geografia em Atos (Online)**, v. 1, n. 12, 2012.

GIL, T. **O contrabando na fronteira: uma produção social de mercadorias**. In: Anais do V Congresso Nacional de História Econômica. Caxambu: ABPHE, 2003. Disponível em: <http://www.abphe.org.br/v-congresso-brasileiro-de-historia-economica-e-6-conferencia-internacional-de-historia-de-empresas?trabalhos=tiago>

GOUDIE, A. G. et al. **Encyclopedia of geomorphology (vol. 2)**. Londres: Routledge Press (2004).

GOUDIE A. S. **Encyclopedia of Geomorphology**. London: Routledge. 2004. Volume I & II.

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.

HASENACK, H. & WEBER, E. Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul. Escala 1: 50.000.. Porto Alegre: UFRGS-IB-Centro de Ecologia, 1(CD). 2010.

HIGA, R. C. V. et al. **Capítulo 18 - Acácia Negra**. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. 313-319 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Coleção de Monografias: Arroio Grande - RS**. Série Monografias Municipais. Rio de Janeiro: IBGE. 1975.

____ (IBGE). **Levantamento de Recursos Naturais vol. 33, Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro: IBGE, 1986, 796 p.

____ (IBGE). **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 168 p.

INSTITUTO HISTÓRICO E GEOGRÁFICO DO RIO GRANDE DO SUL (IHGRGS). **A Natureza na Cartografia Histórica do Rio Grande do Sul: mapas históricos ambientais do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Gráfica Metrópole, 2008. 222 pg.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normas climatológicas do Brasil**. 2019. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/servicos/normais-climatol%C3%B3gicas>. Acesso em: 28/07/2020.

JUNK, W.J. et al. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**. 24: 5-22. 2014. Doi: 10.1002/aqc.2386

LABORATÓRIO DE AGROMETEOROLOGIA (EMBRAPA/UFPEL). **Site** com dados das normais climatológicas. Disponível em: <http://agromet.cpact.embrapa.br/estacao/mensal.html>. Acesso: 24/08/2020

LABORATÓRIO DE ANTROPOLOGIA E ARQUEOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS (LEEPARQ). **Site** sobre projeto Arqueologia e História Indígena do Pampa: Estudo das populações pré-coloniais na bacia hidrográfica da Laguna dos Patos e Lagoa Mirim (2014). Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/lepaarq/?page_id=75

LAL, R. Degradation and resilience of soils. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**. Series B: Biological Sciences, v. 352, n. 1356, p. 997-1010, 1997.

LAS SCHAAB, L. Impacto dos efeitos El Niño e La Niña sobre o setor agrícola brasileiro: uma análise de insumo-produto. Revista da FAE, v. 21, n. 2, p. 131-146, 2018.

LAUREANO, D. S.; MAGALHÃES, J. L. Q.. As mudanças no Código Florestal Brasileiro e as Catástrofes Climáticas. In: BARROS, R. F.; LARA, P. M. T. (Org.). **Direitos Humanos - um debate contemporâneo**. Raleigh: Lulu Publishing, 2011, p. 199-224.

LILLESAND, T.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. **Remote sensing and image interpretation**. 7 ed. USA: Wiley, 2015. 736p.

LIMA, J. O., PASSOS, E.; NICOLA, J. R. **A gênese do texto da Constituição de 1988**. Brasília: Senado Federal - Coordenação de Edições Técnicas, 2013.

LOCH, C. A. **Interpretação de imagens aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais**. 5ª Ed. Florianópolis: Editora da UESC, 2008.

LOPES, R. P. et al. ESR dating of Pleistocene mammals and marine shells from the coastal plain of Rio Grande do Sul state, southern Brazil. **Quaternary International**, v. 352, p. 124-134, 2014.

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

MAGALHÃES, J. P. **Comentários ao Código Florestal**. Brasília: Senado Federal, 1980. 79 p.

MAGNOLI, D.; OLIVEIRA, G.; MENEGOTTO, R. **Cenário gaúcho - Representações históricas e geográficas**. São Paulo: Moderna, 2001.

MARQUES, A. F. **Evolução das charqueadas rio-grandenses**. Porto Alegre: Martins Livreiro. 1990. 196 p

MAYHEW S. **A Dictionary of Geography**. England: Oxford University Press. 2003.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, Campinas: SP, v. 9, n.1, p. 41-64, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2006000100003>.

MEUNIER, I. M. J. Programa de Regularização Ambiental. **Ecodebate - Revista Eletrônica**, 2015. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2015/10/27/programa-de-regularizacao-ambiental-artigo-de-isabelle-meunier/>

MILHEIRA, R. G.; [Resenha] PEREIRA, C. C. **Minuanos/Guenoas. Os Cerritos da bacia da lagoa Mirim e as origens de uma nação pampiana**. Porto Alegre: Fundação Cultural Gaúcha, 2008. Cadernos do LEPAARQ (UFPEL), v. 5, n. 9/10, p. 179-187.

NETO, A. A. O. **A cultura do arroz**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2015.

OLIVEIRA, A. L.; et. al. **Curso de capacitação para o Cadastro Ambiental Rural (CapCAR): Linha do tempo CAR (Textos temáticos)**. Lavras: UFLA, 2014. 22 p.

OTENIO, M. H.; SANTOS, A. O. ; BONNET, M.. Água na Agricultura. In: CRESTANA S. et. al.. **Direito Ambiental vol. 3: Bens e Recursos Ambientais e o Direito Ambiental**. DF: Embrapa, 2017, v. 3, p. 107-120.

PAULINO, L. A. Construção do mapa base para sistemas de informações geográficas: uma proposta baseada no levantamento das necessidades de usuários de informações cartográficas sediados em Florianópolis, SC. **Dissertação** (Mestrado). UFSC: Centro Tecnológico. 2000. 145 p.

PETERS, E. L.; PANASOLO, A. **Cadastro Ambiental Rural - CAR - & Programa de Regularização Ambiental - PRA**. Curitiba: Juruá, 2014, v.1. p.161.

PETERS, E. L.; PIRES, P. T. L; PANASOLO, A. **Direito Agrário Brasileiro de Acordo com o Novo Código Florestal**. Curitiba: Juruá, 2014, v.1.

PILLAR, V. P., et al [ed]. **Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. 403 p.

RAMSAR. **The Ramsar Sites Information Service - 2020**. Ramsar Sites Centroids of Brazil. Disponível em: <https://rsis.ramsar.org/>

REVISTA A MIRA (Agrimensura e Registros Públicos). **Nº 131**, Ano XV. Criciúma: SC. Jan-Fev/2006.

REVISTA A MIRA (Agrimensura e Registros Públicos). **Nº 186**, Ano XXIX. Criciúma: SC. Janeiro 2020.

REVISTA EM DISCUSSÃO. (Revista de audiências públicas do Senado Federal). **Código florestal: Nova lei busca produção com preservação**. Brasília DF: Secretaria Especial de Editoração e Publicações. Ano 2, n. 9, dez. 2011.

RIBEIRO, E. M.; GALIZONI, F. M. Água, População Rural e Políticas de Gestão: o Caso do Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. **Ambiente & Sociedade**, vol. 5, no. 2, 2003, pp. 129–146.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S.; GLERIANI, J. M. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, 2005, v. 29, n. 2, p.203-212.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

RIO GRANDE DO SUL. [Constituição (1989)]. **Constituição do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul. 2020. Disponível em: <http://www2.al.rs.gov.br/dal/LegislaCAo/ConstituiCAoEstadual/tabid/3683/Default.asp>

RIO GRANDE DO SUL. **Código Estadual do Meio Ambiente**. Porto Alegre: Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA). 2000. 107 p.

RIO GRANDE DO SUL. **Código Estadual do Meio Ambiente (2000)**. Porto Alegre: Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul – Comissão de Saúde e Meio Ambiente. 2012. 100 pg. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201611/28093051-codigo-estadual-do-meio-ambiente.pdf>

RIO GRANDE DO SUL. **Código Estadual do Meio Ambiente (2020)**. Porto Alegre: Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul. 2020. 60 pg. Disponível em:

http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100018.asp?Hid_IdNorma=65984&Texto=&Origem=1

RIO GRANDE DO SUL – SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO. **Projetos da Votorantim Celulose estão garantidos no Estado. Secretaria de Comunicação do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 01/12/2008. Seção: Área Administrativa. 2008. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/projetos-da-votorantim-celulose-estao-garantidos-no-estado>

ROCHA, R. S.; IESCHECK, A. L.; CELESTINO, V. S. **História da cartografia no Rio Grande do Sul**. In: SOUZA, S. F.; MATSUOKA, M. T. 10 anos do curso de Engenharia Cartográfica da UFRGS. Porto Alegre: UFRGS/IG/LPG, 2008. p. 11-19.

ROSA, M. L. C. da C. et al. **High-Frequency Sequences in the Quaternary of Pelotas Basin (coastal plain): a record of degradational stacking as a function of longer-term base-level fall**. Braz. J. Geol., São Paulo, v.47, n.2, p.183-207. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-48892017000200183&lng=en&nrm=iso. Acessado em: 15/08/2017.

SAGRILO, L. P. Z. **Origem e evolução da pecuária de corte no Rio Grande do Sul** [Trabalho de Conclusão de Curso]. 2015. 93 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/127079>

SALABERRY, J. D.; MENDONÇA, C. V.; LÚCIO, E. C. **Inventário do Patrimônio Arquitetônico de Santa Isabel do Sul – Arroio Grande-RS: o caso das edificações institucionais e de socialização**. Brasília: PARANOÁ (UNB), v. 1, p. 145-152, 2014.

SAMBUICHI, R. H. R. (org). **Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas**. Brasília: IPEA, 2014. 273 p.

SANTAROSA, E.; JÚNIOR, J. F. P.; GOULART, I. C. G. R. (ed.) **Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 138 p.

SANTIAGO, C. M.; BRESEGHELLO, H. C. P.; FERREIRA, C. M. **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas)**. 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 245 p.

SECRETARIA DA COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO (SCP-RS). **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2020)**. Porto Alegre: SCP, 2020. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA (SEMA-RS). **Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo**. Porto Alegre: Departamento de Recursos Hídricos Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/l040-bacia-hidrografica-da-lagoa-mirim-e-do-canal-sao-goncalo>

SECRETARIA DO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA (SEMA/RS). Site com Limite da Unidade de Conservação Estadual - Reserva Biológica do Mato Grande.

Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/reserva-biologica-do-mato-grande>. Acesso em: 04/2016

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). Presidente sanciona lei que altera prazo de inscrição no CAR e adesão ao Programa de Regularização Ambiental.

Notícia publicada em 18/10/2019. Disponível em:

<http://www.florestal.gov.br/ultimas-noticias/1772-presidente-sanciona-lei-que-altera-o-codigo-florestal-brasileiro-quanto-ao-prazo-de-inscricao-do-cadastro-ambiental-rural-e-adesao-ao-programa-de-regularizacao-ambiental>

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Boletim Informativo do Cadastro Ambiental Rural - CAR**. Edição especial – Janeiro 2020. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2020. Disponível em:

<http://www.florestal.gov.br/documentos/car/boletim-do-car?format=html&limit=20&limitstart=40>

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Manual do Treinado – Capacitação em Cadastro Ambiental Rural**. Porto Alegre: SENAR-RS, 2014.

SHIMIZU, J. Y. (ed.) **Pinus na silvicultura brasileira**. Colombo-PR: Embrapa Florestas, 2008. 223 p.

SILVA, J. A. A. (coord.) et al. **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo**. SBPC, 2012.

SILVA NETO, R. F. Considerações sobre a zona de amortecimento em unidades de conservação federais: da problemática acerca de sua fixação. **Revista Jus**

Navigandi, Teresina, ano 17, n. 3386, 8 out. 2012. Disponível em:

<https://jus.com.br/artigos/22725>. Acesso em: 27 mar. 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC). **O código florestal e a ciência: contribuições para o diálogo**. São Paulo: SBPC/Academia Brasileira de Ciências, 2012. 124 p.

SOMBROEK, W. G.; AVERBECK, H.; DURÁN, A. **Soil Studies in the Merim Lagoon Basin**. CLM/PNUD/FAO, 1969.

SILVA NETO, R. F. Considerações sobre a zona de amortecimento em unidades de conservação federais: da problemática acerca de sua fixação. **Revista Jus**

Navigandi. PI: Teresina, ano 17 n. 3386, 2012. Disponível em:

<https://jus.com.br/artigos/22725>. Acesso em: 27 mar. 2020.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE (SIMA). **Plano de Manejo da Serra do Mar**. São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. 2008. Disponível em:

<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/plano-de-manejo-pe-serra-do-mar/>

SOUZA, A. S. R. O meio ambiente como direito difuso e a sua proteção como exercício de cidadania. **Revista da Faculdade Mineira de Direito**, v. 15, n. 30, p. 257-272, 2012.

SUERTEGARAY, D. M. A. (org.). **Terra feições ilustradas**. 3ª ed. Porto Alegre: UFRGS. 2008.

THOMAS D. S. G. **The Dictionary of Physical Geography**. 4rd ed. Hoboken, New Jersey: US. John Wiley & Sons Inc.. 2016.

TOMAZELLI, L. J.; DILLENBURG, S. R.; VILLWOCK, J. A. **Geological evolution of Rio Grande do Sul Coastal Plain, Southern Brazil**. Journal of Coastal Research, Fort Lauderdale, v. 39, p. 275-278, 2006.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. **Mapeamento geológico de planícies costeiras: o exemplo da costa do Rio Grande do Sul**. Gravel 3: 109-115.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. O. **Introdução à climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

TOSTO, S. G., et al. **Geotecnologias e geoinformação: o produtor pergunta, a Embrapa responde** (Coleção 500 perguntas 500 respostas). Brasília: DF, Embrapa, 2014, 248 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Projeto Fronteiras da Biodiversidade**. Porto Alegre: Departamento de Ecologia UFRGS. 2011. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/biofronteiras/index.htm>. Acesso em: 18/08/2020

VERSTAPEN, H. T; ZUIDAM, R. A. **System of geomorphological survey**, ITC Textbook, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC), vol. VII, Netherlands: Enschede, 1975, 52 p.

VILLWOCK, J. A. & TOMAZELLI, L. J. **Geologia Costeira do Rio Grande do Sul**. Notas Técnicas. n.8. CECO, Instituto de Geociências UFRGS: Porto Alegre. 1995. 45 p.

VITAL, A. As “Florestas Sagradas” do Impasse: a Reserva Florestal do Território Federal do Acre (1911). **Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña** (HALAC) Revista de la Solcha, v. 8, n. 1, p. 42-66, 6 nov. 2018.

YU, Le; GONG, Peng. Google Earth as a virtual globe tool for Earth science applications at the global scale: progress and perspectives. **International Journal of Remote Sensing**, v. 33, n. 12, p. 3966-3986, 2012.

Apêndices

APÊNDICE A

Aerolevanteamento ano 1953 - 4 Faixas de Voo com 36 Fotografias Aéreas

Faixa de Vôo - 434 B

Fotos	
DSG 434 B 85	DSG 434 B 90
DSG 434 B 86	DSG 434 B 91
DSG 434 B 87	DSG 434 B 92
DSG 434 B 88	DSG 434 B 93
DSG 434 B 89	DSG 434 B 94

Faixa de Vôo - 442 C

Fotos	
DSG 442 C 70	DSG 442 C 75
DSG 442 C 71	DSG 442 C 76
DSG 442 C 72	DSG 442 C 77
DSG 442 C 73	DSG 442 C 78
DSG 442 C 74	

Faixa de Vôo - 434 A

Fotos	
DSG 434 A 28	DSG 434 A 35
DSG 434 A 29	DSG 434 A 36
DSG 434 A 30	DSG 434 A 37
DSG 434 A 31	DSG 434 A 38
DSG 434 A 32	DSG 434 A 39
DSG 434 A 33	DSG 434 A 40
DSG 434 A 34	

Faixa de Vôo - 442 D

Fotos	
DSG 442 D 99	DSG 442 D 101
DSG 442 D 100	DSG 442 D 102

APÊNDICE B

Aerolevanteamento ano 1964 - 5 Faixas de Voo com 52 Fotografias Aéreas

Faixa de Vôo - AB I

Fotos	
SI-22-A/B-I-14	SI-22-A/B-I-18
SI-22-A/B-I-15	SI-22-A/B-I-19
SI-22-A/B-I-16	SI-22-A/B-I-20
SI-22-A/B-I-17	SI-22-A/B-I-21

Faixa de Vôo - AB II

Fotos	
SI-22-A/B-II-15	SI-22-A/B-II-22
SI-22-A/B-II-16	SI-22-A/B-II-23
SI-22-A/B-II-17	SI-22-A/B-II-24
SI-22-A/B-II-18	SI-22-A/B-II-25
SI-22-A/B-II-19	SI-22-A/B-II-26
SI-22-A/B-II-20	SI-22-A/B-II-27
SI-22-A/B-II-21	

Faixa de Vôo - AB III

Fotos	
SI-22-A/B-III-22	SI-22-A/B-III-26
SI-22-A/B-III-23	SI-22-A/B-III-27
SI-22-A/B-III-24	SI-22-A/B-III-28
SI-22-A/B-III-25	SI-22-A/B-III-29

Faixa de Vôo - AB IV

Fotos	
SI-22-A/B-IV-21	SI-22-A/B-IV-25
SI-22-A/B-IV-22	SI-22-A/B-IV-26
SI-22-A/B-IV-23	SI-22-A/B-IV-27
SI-22-A/B-IV-24	SI-22-A/B-IV-28

Faixa de Vôo - AB V

Fotos	
SI-22-A/B-V-24	SI-22-A/B-V-28
SI-22-A/B-V-25	SI-22-A/B-V-29
SI-22-A/B-V-26	SI-22-A/B-V-30
SI-22-A/B-V-27	

APÊNDICE C



Mapa Hidrográfico da Bacia do Arroio Moreira/RS - 1964

LEGENDA

- Limite da Bacia Hidrográfica Arroio Moreira
- Limite da Reserva Biológica Mato Grande
- Cotas
- Curvas de Nível
- Canal Pluvial
- Canal Fluvial em Compartimento de Fundo de Vale com Perfil Transversal Plano
- Canal Fluvial em Compartimento de Fundo de Vale com Perfil Transversal em "V"
- Corpos Hídricos
- Áreas Úmidas
- Barragem Inativa
- Barragem
- Canal Antropogênico
- Canal Antropogênico Inativo

INFORMAÇÕES

Datum: SIRGAS 2000 Sistema UTM Zona 22 S
Equidistância das curvas de nível: 20 metros

Base Vetorial:

Localização das Unidades de Conservação estaduais e municipais da Região Sul. Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul. DUC/DBIO/SEMA. Escala 1: 235.000.

Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul. HASENACK, H., & WEBER, E. (2010). Porto Alegre: UFRGS-IB-Centro de Ecologia. (DVD). Escala 1: 50.000

Base Matricial

Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim (ALM-UFPEL) Fotografias Aéreas SUDESUL [Ano 1964] Escala 1: 20.000. Faixas de voo AB-I, AB-II, AB-III, AB-IV E AB-V.

Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim (ALM-UFPEL) Fotografias Aéreas SUDESUL [Ano 1953] Escala 1: 20.000. Faixas de voo 434-A, 434-B, 442-C E 442-D.

ELABORAÇÃO

Orientação: Adriano Luis Heck Simon (UFPEL)

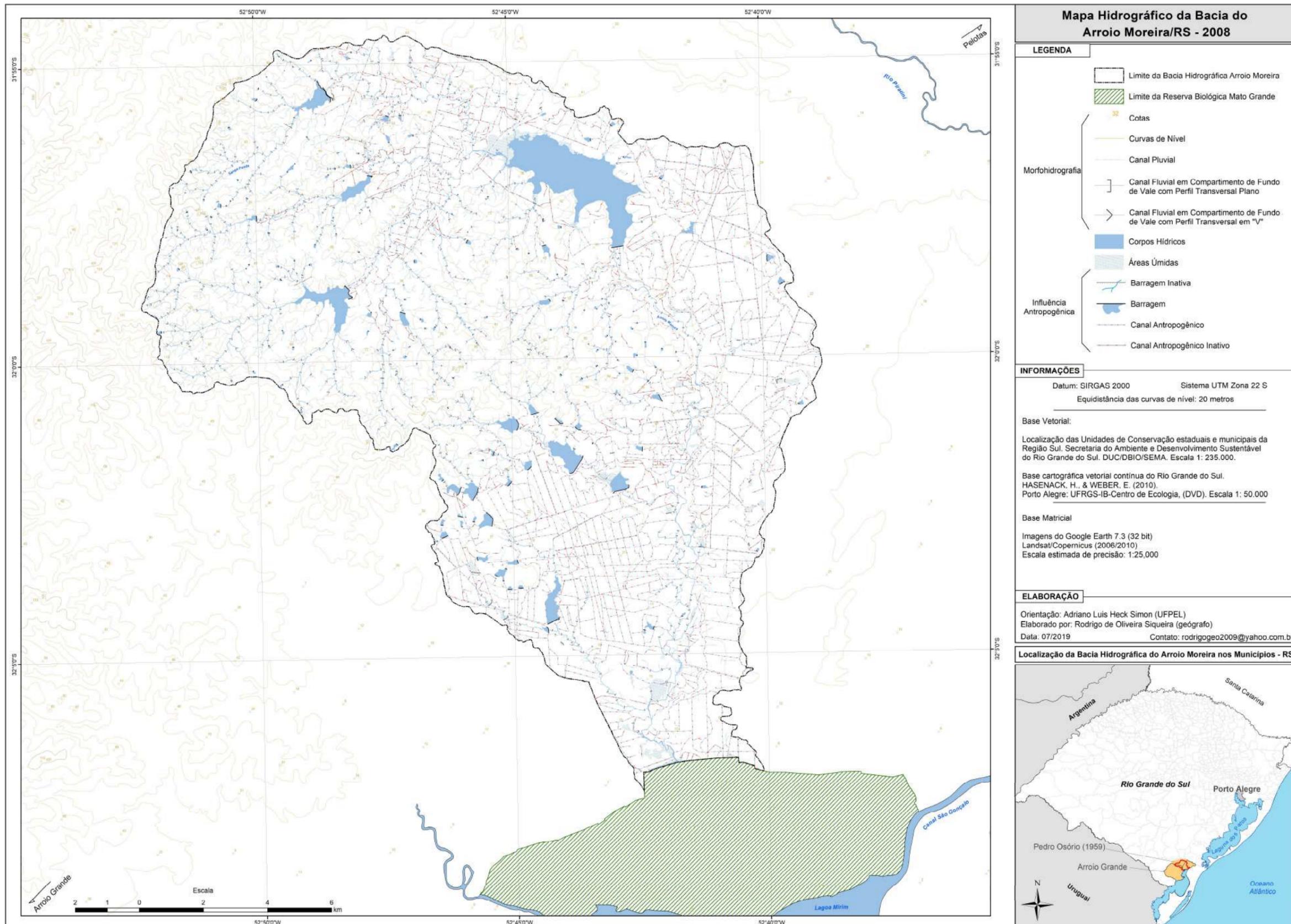
Elaborado por: Rodrigo de Oliveira Siqueira (geógrafo)

Data: 07/2017

Contato: rodrigogeo2009@yahoo.com.br

Localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira nos Municípios - RS





Mapa Hidrográfico da Bacia do Arroio Moreira/RS - 2008

LEGENDA

- Limite da Bacia Hidrográfica Arroio Moreira
- Limite da Reserva Biológica Mato Grande
- Cotas
- Curvas de Nível
- Canal Pluvial
- Canal Fluvial em Compartimento de Fundo de Vale com Perfil Transversal Plano
- Canal Fluvial em Compartimento de Fundo de Vale com Perfil Transversal em "V"
- Corpos Hídricos
- Áreas Úmidas
- Barragem Inativa
- Barragem
- Canal Antropogênico
- Canal Antropogênico Inativo

INFORMAÇÕES

Datum: SIRGAS 2000 Sistema UTM Zona 22 S
 Equidistância das curvas de nível: 20 metros

Base Vetorial:
 Localização das Unidades de Conservação estaduais e municipais da Região Sul. Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul. DUC/DBIO/SEMA. Escala 1: 235.000.

Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul. HASENACK, H., & WEBER, E. (2010). Porto Alegre: UFRGS-IB-Centro de Ecologia, (DVD). Escala 1: 50.000

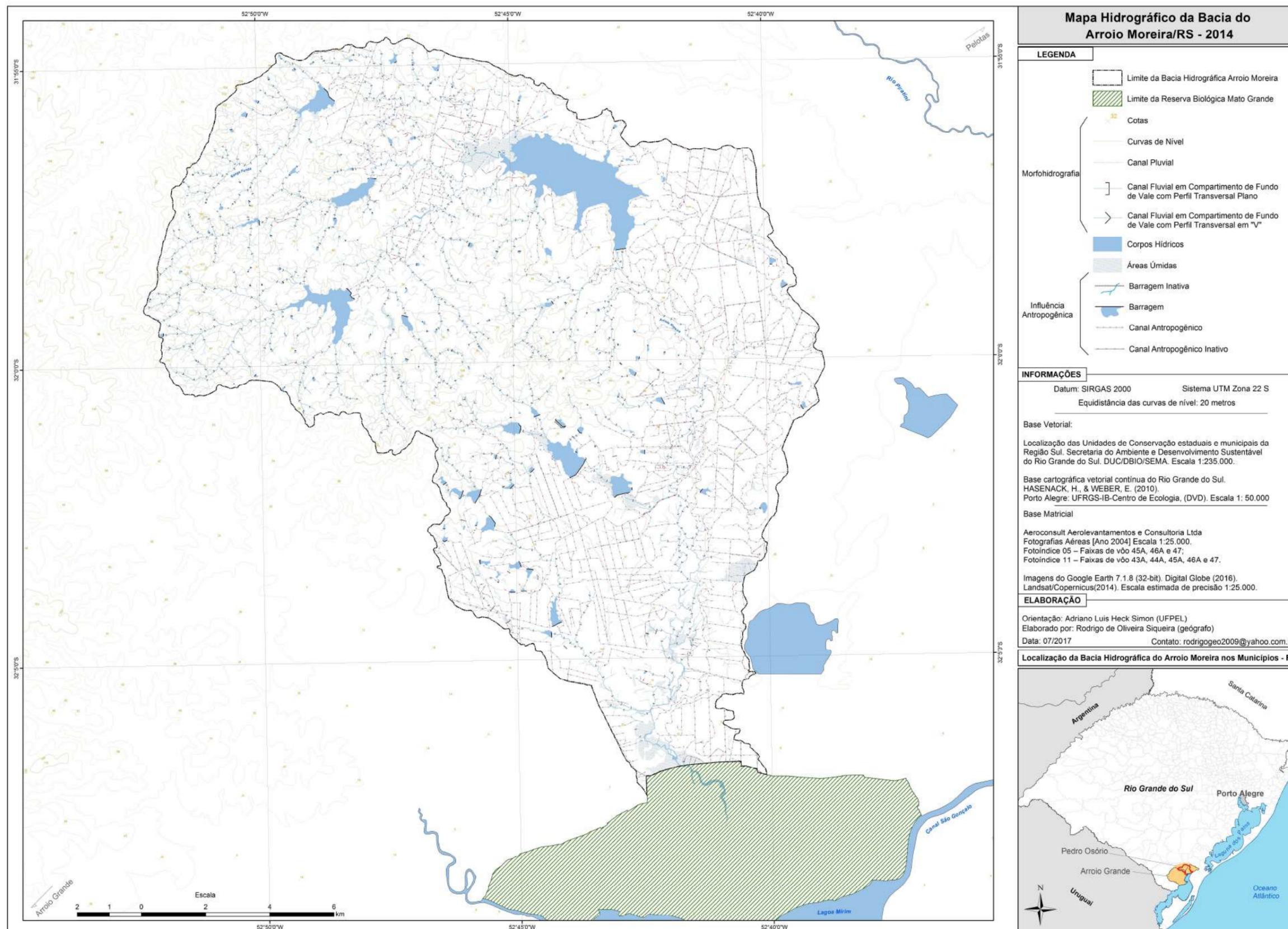
Base Matricial
 Imagens do Google Earth 7.3 (32 bit) Landsat/Copernicus (2006/2010)
 Escala estimada de precisão: 1:25.000

ELABORAÇÃO

Orientação: Adriano Luis Heck Simon (UFPEL)
 Elaborado por: Rodrigo de Oliveira Siqueira (geógrafo)
 Data: 07/2019 Contato: rodrigogeo2009@yahoo.com.br

Localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira nos Municípios - RS





Mapa Hidrográfico da Bacia do Arroio Moreira/RS - 2014

LEGENDA

- Limite da Bacia Hidrográfica Arroio Moreira
- ▨ Limite da Reserva Biológica Mato Grande
- ★ Cotas
- Curvas de Nível
- Canal Pluvial
- Canal Fluvial em Compartimento de Fundo de Vale com Perfil Transversal Plano
- Canal Fluvial em Compartimento de Fundo de Vale com Perfil Transversal em "V"
- Corpos Hídricos
- Áreas Úmidas
- Barragem Inativa
- Barragem
- Canal Antropogênico
- Canal Antropogênico Inativo

INFORMAÇÕES

Datum: SIRGAS 2000 Sistema UTM Zona 22 S
Equidistância das curvas de nível: 20 metros

Base Vetorial:

Localização das Unidades de Conservação estaduais e municipais da Região Sul. Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul. DUC/DBIO/SEMA. Escala 1:235.000.

Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul. HASENACK, H., & WEBER, E. (2010). Porto Alegre: UFRGS-IB-Centro de Ecologia, (DVD). Escala 1: 50.000

Base Matricial

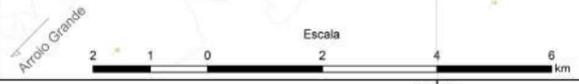
Aeroconsult Aerolevantamentos e Consultoria Ltda
Fotografias Aéreas [Ano 2004] Escala 1:25.000.
Fotoíndice 05 – Faixas de voo 45A, 46A e 47;
Fotoíndice 11 – Faixas de voo 43A, 44A, 45A, 46A e 47.

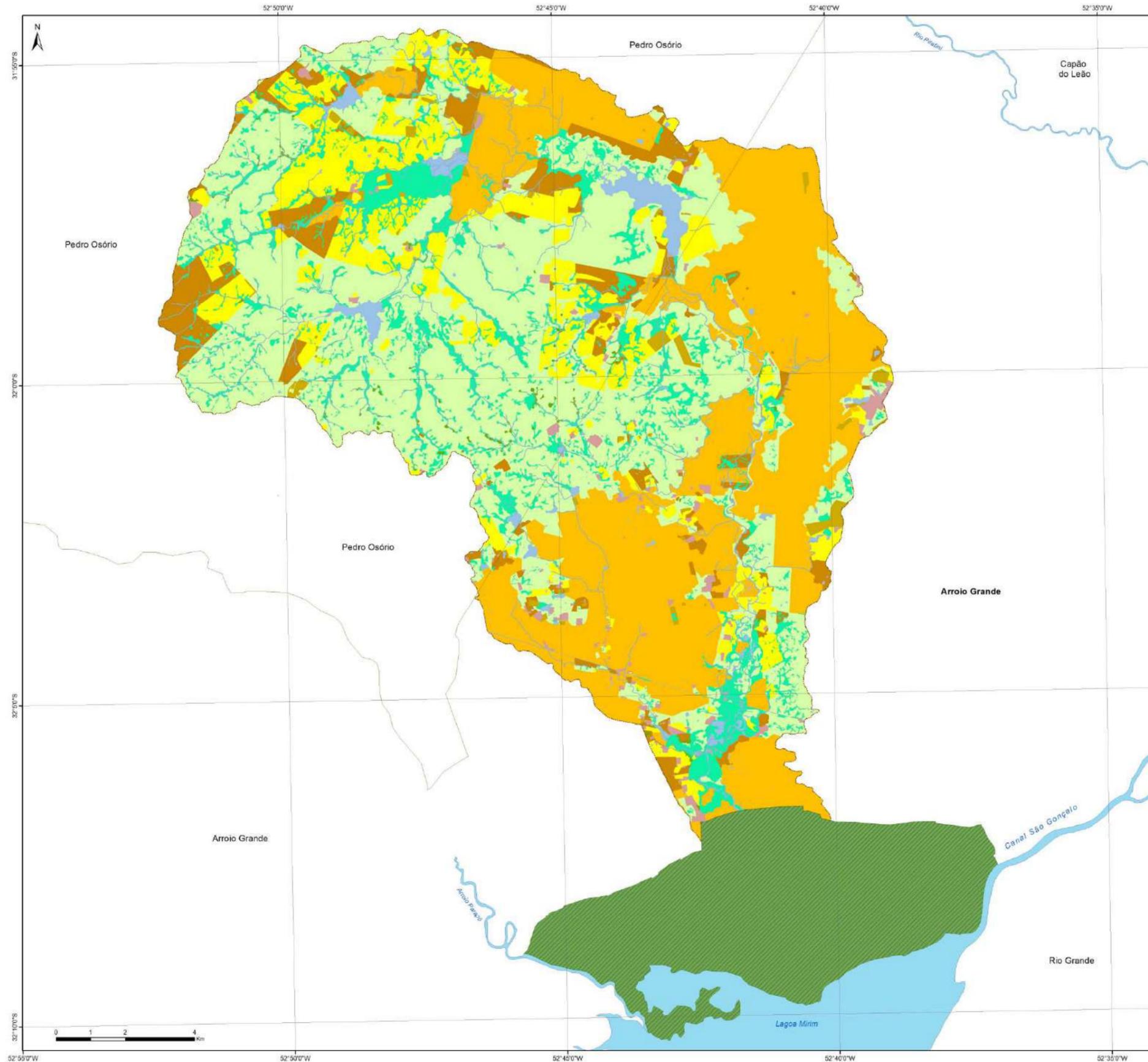
Imagens do Google Earth 7.1.8 (32-bit). Digital Globe (2016).
Landsat/Copernicus(2014). Escala estimada de precisão 1:25.000.

ELABORAÇÃO

Orientação: Adriano Luis Heck Simon (UFPEL)
Elaborado por: Rodrigo de Oliveira Siqueira (geógrafo)
Data: 07/2017 Contato: rodrigogeo2009@yahoo.com.br

Localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira nos Municípios - RS





**Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira / RS
Cenário: 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: UFRGS, 2010 (CD)

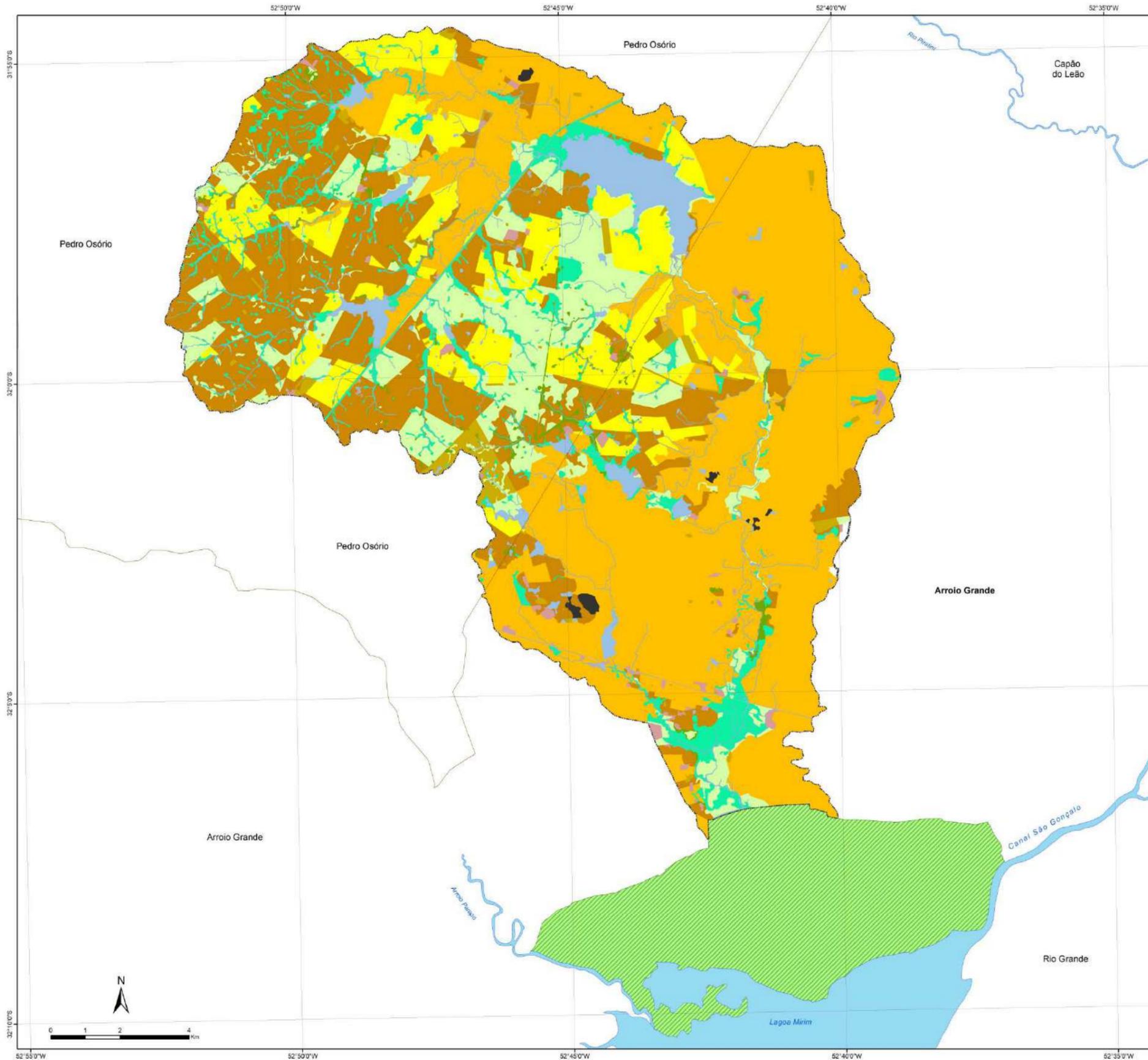
Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul
Localização das unidades de conservação estaduais e municipais da região sul.
Escala 1:235 000 DUC/DBIO/SEMA

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

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:
Rodrigo de Oliveira Siqueira - Contato: rodrigoo2009@yahoo.com.br
Viviane Spiering (UFPEL) - Contato: spiering9@gmail.com
Orientação: Prof. Dr. Adriano Luis Heck Simon
Pelotas, Fevereiro/2020

APÊNDICE G



Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira / RS
Cenário: 2008

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
 - Nuvem/Não Identificado
 - Usos Antrópicos Agrícolas**
 - Culturas Temporárias { Arroz Irrigado
 - { Demais Culturas Temporárias
 - Pastagem
 - Silvicultura
 - Instalações Agrícolas
 - Convenções Cartográficas**
 - Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira
 - Limite Municipal
 - Hidrografia
 - Reserva Biológica do Mato Grande

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: UFRGS, 2010 (CD)

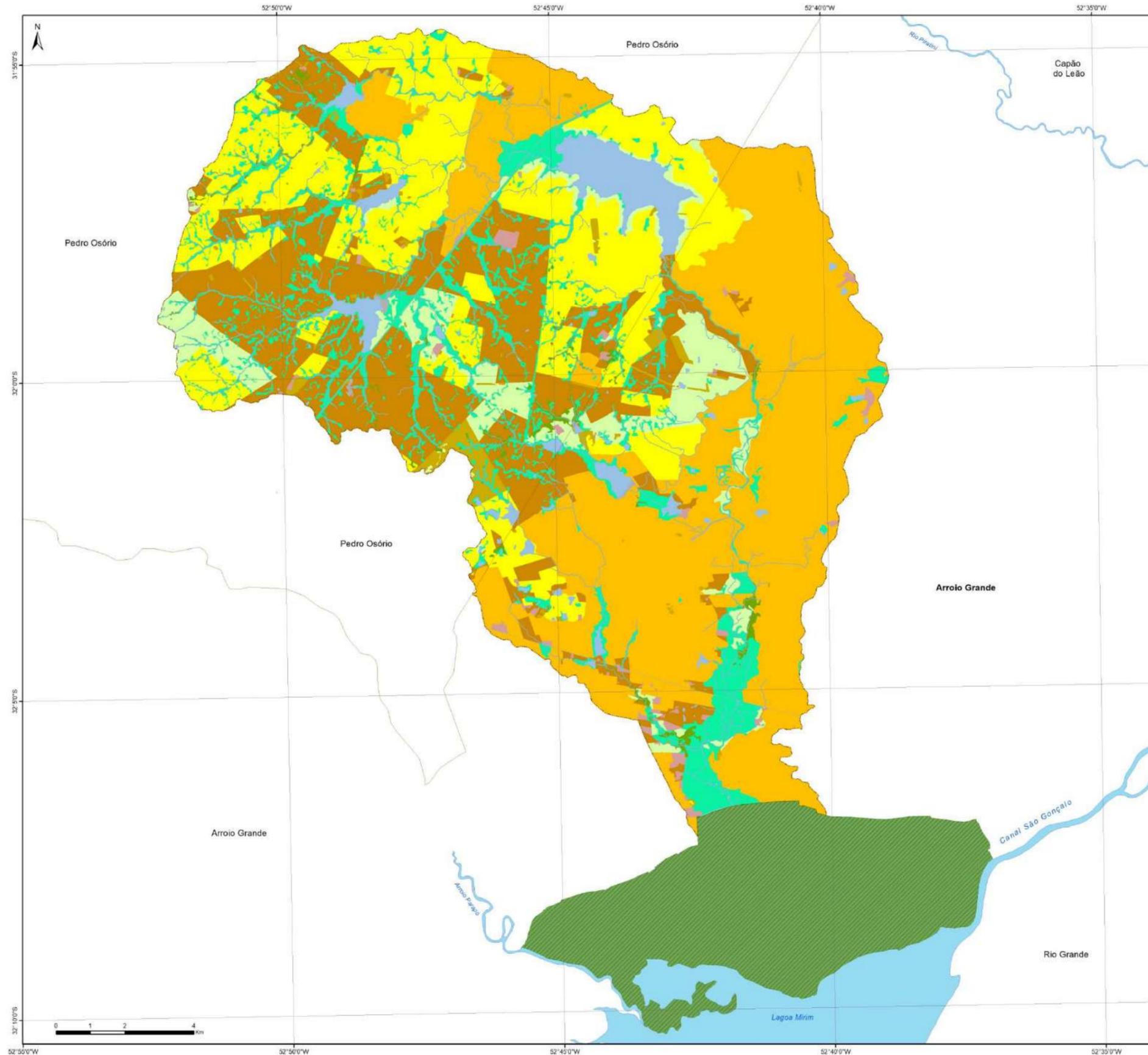
Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul
Localização das unidades de conservação estaduais e municipais da região sul.
Escala 1:235 000 DUC/DBIO/SEMA

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

Base Matricial
Imagens do Google
Imagens de ano 2006 a 2010 - Digital Globe / Landsat / Copernicus
Escala aproximada de 1:25 000

Organização e elaboração:
Rodrigo de Oliveira Siqueira - Contato: rodrigoge2009@yahoo.com.br
Orientação: Prof. Dr. Adriano Luis Heck Simon
Pelotas, Fevereiro/2020

APÊNDICE H



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: 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

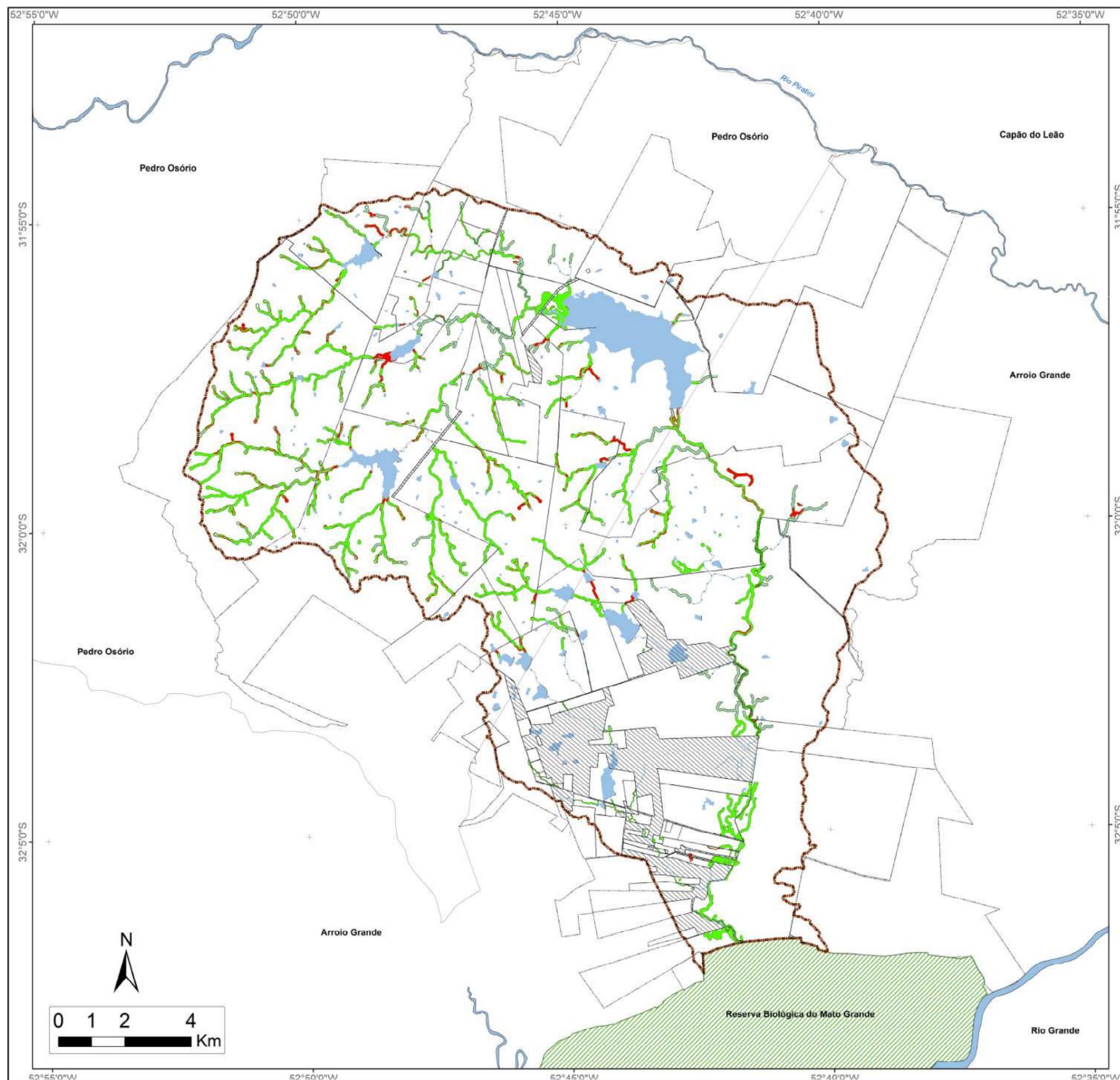
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
Malha Municipal 2015. Escala: 1:250 000

Base Matricial

Imagens do Google Earth
Imagens do ano 2014 - Digital Globe / Landsat / Copernicus
Escala aproximada de 1:25 000

Organização e elaboração:
Rodrigo de Oliveira Siqueira - Contato: rodrigogeo2009@yahoo.com.br
Viviane Spiering (UFPEL) - Contato: spieringv@gmail.com
Orientação: Prof. Dr. Adriano Luis Heck Simon

Pelotas, Outubro/2019



Mapa de Legislação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira

Situação das Áreas de Preservação Permanente - 2015

Legenda

- Limites Municipais
- Limites da Bacia Hidrográfica
- Reserva Biológica do Mato Grande
- Limites dos Imóveis Rurais**
- Imóveis Rurais
- Área não declarada
- Hidrografia**
- Canal Fluvial
- Canal Antropogênico de Ligação
- Corpos Hídricos

Situação Ambiental - Vegetação Nativa em APP

- Área de Preservação Permanente
- Vegetação Nativa na APP
- Área de Vegetação Suprimida

Dados relativos ao Mapa de Legislação Ambiental

Total de Área de Preservação Permanente: 15,38 km²
 Área de vegetação nativa em APP: 9,86 km²
 Área com uso agrícola em APP: 5,52 km²
 Área de vegetação nativa suprimida em APP: 1,82 km²

Obs: Conforme Lei nº 12.651/2012 e critérios de SENAR (2014)

Datum: Sirgas 2000 Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) 22S Escala: 1:55 000
Fontes de Dados HASENACK, H. & WEBER, E. Base Vetorial Contínua 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 Dados do Cadastro Ambiental Rural - Municípios de Arroio Grande/Pedro Osório (2020) Mapa de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira - 2008/2015 (Apêndice E) Mapa Hidrográfico da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira - 2008/2015 (Apêndice H)
Organização e elaboração: Rodrigo de Oliveira Siqueira - geógrafo (UFPEL) - Contato: rodrigogeo2009@yahoo.com.br Orientação: Prof. Dr. Adriano Luis Heck Simon Pelotas, Março de 2021

