

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
FLORESTAL**

Elenice Broetto Weiler

**FERRAMENTA PARA A IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL
SILVICULTURAL REGIONAL**

Santa Maria, RS
2021

Elenice Broetto Weiler

**FERRAMENTA PARA A IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL SILVICULTURAL
REGIONAL**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutora em Engenharia Florestal**.

Orientador: Prof. PhD. José Miguel Reichert

Santa Maria, RS.
2021

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Finance Code 001

WEILER, ELENICE BROETTO
FERRAMENTA PARA A IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL
SILVICULTURAL REGIONAL / ELENICE BROETTO WEILER.- 2021.
205 f.; 30 cm

Orientador: JOSÉ MIGUEL REICHERT
Coorientadora: JUSSARA CABRAL CRUZ
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2021

1. Modelagem Silvicultural 2. Corede Celeiro e o
ISNIAPS 3. Plantios Florestais e o Desenvolvimento
Regional 4. ÍNDICE SILVICULTURAL NORMALIZADO 5.
IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS À SILVICULTURA I.
REICHERT, JOSÉ MIGUEL II. CRUZ, JUSSARA CABRAL III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, ELENICE BROETTO WEILER, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Elenice Broetto Weiler

FERRAMENTA PARA A IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL SILVICULTURAL REGIONAL

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutora em Engenharia Florestal**.

Aprovado em 31 de maio de 2021:

Jose Miguel Reichert Prof. PhD. (UFSM) - Videoconferência
(Presidente/Orientador)

Documento assinado digitalmente

Jorge Antonio de Farias
Data: 10/08/2021 15:37:03-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Jorge Antônio de Farias Prof. Dr. (UFSM) - Videoconferência

Emanuel Araújo Silva Prof. Dr. (UFRPE) - Videoconferência

Fernando Panno Prof. Dr. (UFSM) - Videoconferência

Sandra Beatriz Vicenci Fernandes Profª. Dra. (UNIJUÍ) - Videoconferência

Santa Maria, RS.
2021

DEDICATÓRIA

O caminho nem sempre é fácil, mas é necessário para dar valor quando chegamos ao seu fim.

E o que define sua beleza é como caminhamos por ele!

Aos meus pais...

José Paulo Weiler e Lourdes Broetto Weiler

...dedico todas as minhas vitórias!

AGRADECIMENTOS

Agradecer consiste em reconhecer que não é possível chegar até aqui sozinho! A concretização deste trabalho ocorreu, principalmente, pelo auxílio, compreensão e dedicação de várias pessoas. Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão deste estudo e, de uma maneira especial:

- ✓ À Deus, pela vida, pela proteção durante todo o percurso;
- ✓ Aos meus pais José Paulo Weiler e Lourdes Broetto Weiler, hoje e sempre, todas as minhas conquistas! Meu reconhecimento e todo meu amor a vocês que são os pilares de minha vida;
- ✓ Ao meu noivo Adriano Fritzen, pelo companheirismo e atenção nestes anos de estudo. Cada palavra de apoio reflete um pouco na concretização desta pesquisa e serei grata eternamente;
- ✓ À Universidade Federal de Santa Maria – UFSM e ao Programa de Pós- Graduação em Engenharia Florestal – PPGEF, por me permitir concluir a graduação, mestrado e doutorado de forma gratuita e com qualidade;
- ✓ Ao meu orientador Professor PhD José Miguel Reichert. Miguel obrigada pela oportunidade concedida à área de Silvicultura no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela confiança em mim depositada, e pela pessoa humana, incentivadora e responsável, grata pela orientação;
- ✓ Aos professores que compuseram banca avaliadora, de qualificação e defesa: Dr. Edner Baumhardt (UFSM-FW), Dr. Rafael Cabral Cruz (UNIPAMPA-SG), Dr. Fabiano de Oliveira Fortes (UFSM), Dr. Ana Caroline Paim Benedetti (UFSM-CP), Dr. Jorge Antônio De Farias (UFSM), Dr. Emanuel Araújo Silva (UFRPE), Dr. Fernando Panno (UFSM-FW), Dra. Sandra Beatriz Vicenci Fernandes (UNIJUÍ), Dr. Fábio Marcelo Breunig (UFSM-FW) e Dra. Damáris Gonçalves Padilha (UFSM). Pelo tempo e disponibilidade ao contribuir para esta pesquisa. Em nome deles, a todos os professores responsáveis pela bagagem que carrego;
- ✓ Ao grupo de amigos que cultivei durante esta caminhada: Keila, Marília, Fernanda, Roberta, Bruno, Cristiane. Agradeço pela amizade e pelo apoio, muitas vezes fundamental para a sequência das atividades de pesquisa e, em nome deles, agradeço a todos meus amigos e colegas do PG em Engenharia Florestal e em Ciência do Solo, que sempre, de uma forma ou de outra contribuíram.
- ✓ À CAPES pela bolsa de doutorado concedida e a empresa Planet pelas imagens do satélite *RapidEye* cedidas e utilizadas nesta tese.

Muito Obrigada!

“Há três métodos para ganhar sabedoria: primeiro, por reflexão, que é o mais nobre; segundo, por imitação, que é o mais fácil; e terceiro, por experiência, que é o mais amargo.”

— Confúcio

RESUMO

FERRAMENTA PARA A IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL SILVICULTURAL REGIONAL

AUTORA: Elenice Broetto Weiler
ORIENTADOR: José Miguel Reichert

A demanda por madeira e produtos oriundos de florestas plantadas deverá aumentar diante da perspectiva de crescimento populacional. Com isso, a necessidade projetada de aumento de áreas com plantios florestais para as próximas décadas, em consonância ao desenvolvimento de regiões, é tema fundamental de debate. Teria o território Rio-Grandense potencial em termos espaciais para produção? O Estado está preparado para este mercado? Pequenas propriedades rurais poderão fazer parte deste cenário futuro? Novos investimentos poderão agregar ao desenvolvimento regional? Diante dessas indagações, a principal preocupação da tese foi a verificação do potencial silvicultural em termos de distribuição espacial no norte gaúcho, com estudo de caso no Corede Celeiro. A proposta de criação de um Índice Silvicultural Normalizado categorizou 21 municípios em classes com diferentes potenciais para plantios (Excelente, Muito Bom, Bom, Baixo e Inapto). Fez-se a caracterização dos municípios no intuito de entender a dinâmica referente ao desenvolvimento socioeconômico e humano, pela verificação de áreas cultivadas com silvicultura, por meio da quantificação e mapeamento de plantios florestais. Buscou-se também verificar a inexistência de um padrão de distribuição dos plantios florestais, a partir da relação com a caracterização geomorfológica e da proposta de um modelo linear normalizado com base em informações multivariadas de aspectos físicos, sociais e econômicos. Com isso, foi possível georreferenciar, espacializar e integrar informações, promovendo o reconhecimento do território, com entendimento de quais fatores e que peso cada um possui na escala municipal, refletindo na categorização de um potencial silvicultural. Dessa maneira, a tese servirá como ferramenta para autoridades públicas incluírem florestas plantadas nos planos de desenvolvimento sustentável, bem como no planejamento, pelo setor privado, das atividades silviculturais em consonância com as especificidades do ambiente. A proposta também está alinhada a novas possibilidades metodológicas que venham a contribuir para adaptação às mudanças no planejamento territorial, licenciamentos e projetos de fomento para atividades silviculturais.

Palavras-chave: Modelagem Silvicultural; Plantios Florestais; Desenvolvimento Regional

ABSTRACT

TOOL FOR IDENTIFICATION OF REGIONAL SILVICULTURAL POTENTIAL

AUTHOR: Elenice Broetto Weiler

ADVISOR: José Miguel Reichert

The demand for wood and products from planted forests will increase given the prospect of population growth. Thus, the expected need to increase areas with forest plantations for the next decades, in line with the development of the regions, is a fundamental topic of debate. Would the Rio Grande Sul have potential territory for production? Is the State prepared for this market? Could small rural properties be part of this future scenario? Could new investments add to regional development? The main focus of the thesis was the verification of the silvicultural potential in terms of spatial distribution in the northern Rio Grande do Sul, with a case study in Corede Celeiro. The proposal to create a Normalized Silvicultural Index categorized 21 municipalities into classes with different potentials for planting (Excellent, Very Good, Good, Low, and Inapt). The municipalities were characterized to understand the dynamics related to socioeconomic and human development, by verifying areas cultivated with forestry, through the quantification and mapping of forest plantations. Also, the lack of a pattern of plantations distribution was verified, from the relationship with the geomorphological characterization and the proposal of a normalized linear model based on multivariate information of physical, social and economic aspects. Thus, it was possible to georeference, spatialize and integrate information, promoting the territory recognition, with an understanding of which factors and what weight each has on the municipal scale, reflecting in the categorization of a silvicultural potential. In this way, the results of this thesis will serve as a tool for public authorities to include planted forests in sustainable development plans, as well for planning silvicultural activities, as the private sector, in line with the specificities of the environment. The proposal is also in line with new methodological possibilities that may contribute to adapting to changes in territorial planning, licensing, and development projects for silvicultural activities.

Keywords: Silvicultural Modeling; Forest Plantations; Regional development

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

Figura 1- Territorialidade das Regiões Funcionais de Planejamento e dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento para o Rio Grande do Sul, BR.	18
Figura 2 - Mapa de localização do Corede Celeiro/RS, Brasil.....	18

CAPÍTULO II

Figura 1 - Hierarquia Urbana dos municípios pertencentes ao Corede Celeiro, RS.	54
Figura 2 - Mapa da porcentagem de população rural residente no ano de 2010 nos Coredes e detalhe para o Corede Celeiro, com porcentual por município para 2000 e 2010.	57
Figura 3 - Histórico evolutivo da população rural e urbana (1940-2010): a) para o Rio Grande do Sul; b) para o Corede Celeiro.	57
Figura 4 - Densidade Demográfica para os municípios do Corede Celeiro em 2010.	59
Figura 5 - Índice de Desenvolvimento Socioeconômico e seus blocos Saúde, Renda e Educação: (a) para o Rio Grande do Sul no período de 2008-2018; (b) para o Corede Celeiro no período de 2008-2018; (c) para Coredes do Rio Grande do Sul no ano de 2018; (d) para municípios do Corede Celeiro para o ano de 2018.	70
Figura 6 - Índice de Desenvolvimento Humano e seus componentes Renda, Longevidade e educação para Rio Grande do Sul e para o Brasil nos anos de 1991, 2000 e 2010.....	71
Figura 7 - Índice de Desenvolvimento Humano e seus componentes Renda, Longevidade e Educação para os municípios do Corede Celeiro nos anos de 1991 e 2010.....	74
Figura 8 - Expectativa de vida ao nascer no Brasil e RS para os anos de 1991, 2000 e 2010.	75
Figura 9 - Expectativa de vida ao nascer para os municípios pertencentes ao Corede Celeiro nos anos de 1991, 2000 e 2010.	75
Figura 10 - Coeficiente de Mortalidade Infantil para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2018: a) para o Brasil e Rio Grande do Sul; b) para os municípios do Corede Celeiro.	77
Figura 11 - Produto Interno Bruto (R\$ mil) por município pertencente ao Corede Celeiro para o período 2010-2018.....	80
Figura 12 - Trabalho e rendimento para os municípios do Corede Celeiro: salário médio mensal (2008, 2018) e população ocupada (2018).	93

CAPÍTULO III

Figura 1 - Imagens do satélite <i>RapidEye</i> utilizadas para a classificação supervisionada no Corede Celeiro/RS (ano de 2014) e no município de Campo Novo/RS (ano de 2020).	102
Figura 2 - Distribuição espacial de uso e cobertura da terra pela classificação supervisionada de imagens <i>RapidEye</i> no ano de 2014 para o Corede Celeiro, RS/Brasil e detalhamento da classe de Plantios para cada município.	115
Figura 3 - Mapa de Validação da Classe de Mata Nativa para Classificação Supervisionada de Imagens <i>RapidEye</i> no município de Campo Novo, RS.....	116
Figura 4 - Distribuição de Plantios Florestais no município de Campo Novo/RS, para os anos de 2014 e 2020.....	119
Figura 5 - Mapa com identificação de alteração da classe de Plantios no período de 2014 para 2020 no município de Campo Novo, RS.....	119

CAPÍTULO IV

Figura 1 - Geomorfologia para o Corede Celeiro, com base no modelo digital de elevação do ALOS PALSAR (2020): (a) classes de declividade, expressas em porcentagem; (b) classes de orientação de vertentes; (c) distribuição das classes de altitude, com intervalos de 150m. ...	138
Figura 2 - Distribuição espacial dos plantios florestais pela classificação supervisionada de imagens <i>RapidEye</i> no ano de 2014 para o Corede Celeiro.....	140
Figura 3 - Distribuição territorial (km ²) dos plantios florestais para os municípios do Corede Celeiro, nas categorias de declividade: <3%, 3-8%, 8-20%, 20-45%, 45-75% e >75%.	141
Figura 4 - Distribuição territorial (km ²) dos plantios florestais para os municípios do Corede Celeiro, nas categorias de orientação de vertente: plano, norte, leste, sul e oeste.....	143
Figura 5 - Distribuição territorial (km ²) dos plantios florestais para os municípios do Corede Celeiro, nas categorias de altitude: <150m, 150-300m, 300-450m e >450m.....	145

CAPÍTULO V

Figura 1 - Gráfico de explicação da proporção de variação de cada componente principal. .	175
Figura 2 - Implicações da análise multivariada: (a) Diagrama de dispersão circular indicando as correlações entre observações e variáveis para dois componentes principais (Fator 1 x Fator 2); (b) Distribuição do percentual de contribuição dos municípios nos três primeiros fatores, considerados para esta análise.	177
Figura 3 - Mapa com representação do potencial de áreas para plantios florestais estabelecido pelo índice silvicultural normalizado para os municípios do Corede Celeiro, RS.	185

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Caracterização dos municípios pertencentes ao Corede Celeiro.....	52
Tabela 2 - Dados populacionais para os municípios pertencentes ao Corede Celeiro, para os anos de 1970, 1980, 1991, 2000, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019.	56
Tabela 3 - Dinâmica populacional dos municípios do Corede Celeiro no período de 2000-2010.	58
Tabela 4 - Evolução do IDESE por município do Corede Celeiro e por Corede do Estado do Rio Grande do Sul, divididos em blocos para os anos de 2008 a 2018.....	61
Tabela 5 - Evolução do IDHM por município do Corede Celeiro, divididos em blocos para os anos de 1991, 2000 e 2010.	72
Tabela 6 – Evolução do IDHM por número de municípios	73
Tabela 7 – Evolução do PIB do Brasil e Rio Grande do Sul para o período 2007-2018.	78
Tabela 8 – Produto Interno Bruto e PIB per capita dos municípios pertencentes ao Corede Celeiro para os anos de 2010 e 2018.	79
Tabela 9 – Porcentagem de propriedades consideradas de agricultura familiar por município do Corede Celeiro no ano de 2020.	82
Tabela 10 – Porcentagem de estabelecimentos agropecuários por município do Corede Celeiro que recebem assistência técnica.	83
Tabela 11 – Evolução do VAB total e porcentagem representativa do setor agropecuário para o Corede Celeiro no período de 2010-2018.	85
Tabela 12 - Valores monetários e de produção para atividades econômicas de maior destaque no setor Agropecuário por município pertencente ao Corede Celeiro e que contribuíram para o VAB nos anos de 2010 e 2018.	86

CAPÍTULO III

Tabela 1 - Matriz de erros de classificação temática: Corede Celeiro/RS com o uso de imagens <i>RapidEye</i> (2014) e Campo Novo/RS com o uso de imagens <i>RapidEye</i> (2020).....	107
Tabela 2 - Matriz de erros de classificação temática por imagens <i>RapidEye</i> (2014) no norte do Estado do Rio Grande do Sul.	108
Tabela 3 - Quantificação das classes de uso e cobertura da terra do Corede Celeiro, com base em imagens <i>RapidEye</i> para o ano de 2014.	118

CAPÍTULO IV

Tabela 1 - Características do Corede Celeiro quanto à declividade, com base no modelo de elevação Alos Palsar.	137
Tabela 2 - Distribuição da orientação de vertentes no Corede Celeiro, com base no modelo de elevação Alos Palsar.	137
Tabela 3 - Variação da altitude no Corede Celeiro, com base no modelo de elevação Alos Palsar.	138
Tabela 4 - Distribuição territorial (km ²) dos plantios florestais para os municípios do Corede Celeiro, nas categorias de declividade: <3%, 3-8%, 8-20%, 20-45%, 45-75% e >75%.	142
Tabela 5 - Distribuição territorial (km ²) dos plantios florestais para os municípios do Corede Celeiro, nas categorias de orientação de vertente: plano, norte, leste, sul e oeste.....	144
Tabela 6 - Distribuição territorial (km ²) dos plantios florestais para os municípios do Corede Celeiro, nas categorias de altitude: <150m, 150-300m, 300-450m e >450m.....	146

CAPÍTULO V

Tabela 1 - Matriz de dados e apresentação das variáveis consideradas para Análise de Componentes Principais.	164
Tabela 2 - Representação da construção dos pesos das variáveis na análise multivariada. ...	169
Tabela 3 - Descrição dos critérios adotados para cada variável utilizada na construção do Índice Silvicultura Normalizado para Identificação de Áreas Potenciais a Silvicultura.	171
Tabela 4 - Categorias representativas do potencial de áreas para o Índice Silvicultural Normalizado.	173
Tabela 5 - Autovalores e porcentagens da variância explicada e acumulada pelos componentes da análise multivariada.	174
Tabela 6 – Matriz de Correlação de Pearson (n) para as variáveis empregadas na análise fatorial e categorização da correlação entre variáveis.....	178
Tabela 7 - Valores das cargas fatoriais e percentual da contribuição das variáveis para os três primeiros fatores da análise multivariada, bem como os pesos associados as variáveis.....	182
Tabela 8 -Variáveis normalizadas com valores de acordo com os critérios estabelecidos pela média e desvio padrão, na escala de favorabilidade de 0 a 1.	183
Tabela 9 - Índice Silvicultural Normalizado para Identificação das Áreas Potenciais à Silvicultura (ISNIAPS) para os municípios do Corede Celeiro.	184

SUMÁRIO

CAPÍTULO I: ASPECTOS GERAIS.....	16
1 INTRODUÇÃO GERAL	16
2 JUSTIFICATIVA	19
3 HIPÓTESE DA PESQUISA	20
4 OBJETIVOS	20
4.1 OBJETIVO GERAL.....	20
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
5 REFERENCIAL TEÓRICO	21
5.1 O SETOR DE BASE FLORESTAL	21
5.1.1 Conjuntura no Brasil e no Rio Grande do Sul.....	21
5.1.2 Benefícios das atividades florestais	22
5.1.3 Limitações das atividades florestais.....	24
5.1.4 Existe potencial para novas áreas de Produção Florestal?.....	25
5.1.4.1 <i>Função da demanda por matéria-prima</i>	25
5.1.4.2 <i>Consonância com o Zoneamento Ambiental da Silvicultura (ZAS)</i>	26
5.1.4.3 <i>Ponto de vista da paisagem: fatores determinantes à silvicultura.....</i>	28
5.1.5 Plantios florestais e o desenvolvimento de regiões.....	28
5.1.4.1 <i>Plantios florestais na pequena propriedade.....</i>	29
5.1.4.2 <i>Exemplos que vem dando certo</i>	30
5.2 SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO NO MAPEAMENTO FLORESTAL	31
5.2.1 Monitoramento de plantios florestais por meio de Imagens de Satélite.....	32
5.2.2 Utilização de Imagens <i>RapidEye</i> no mapeamento de plantios florestais	33
5.2.3 Classificação Supervisionada de Imagens aplicada à Silvicultura.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

CAPÍTULO II – CARACTERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA E SOCIOECONÔMICA DOS MUNICÍPIOS DO COREDE CELEIRO, RS.....	49
RESUMO.....	49
CHAPTER II - DEMOGRAPHIC AND SOCIOECONOMIC CHARACTERIZATION OF THE MUNICIPALITIES OF COREDE CELEIRO, RS.....	50
ABSTRACT	50
1 INTRODUÇÃO	51
2 MATERIAIS E MÉTODOS	51
2.1 ÁREA DE ESTUDO	51
2.2 MÉTODO E BASE DE DADOS	53
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
3.1 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS	53
3.1.1 População Total, Rural e Urbana	53
3.1.2 Densidade Demográfica	59
3.2 CARACTERÍSTICAS SOCIAIS	60
3.2.1 Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE).....	60
3.2.2 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).....	70
3.2.3 Expectativa de Vida ao Nascer	74
3.2.4 Coeficiente de Mortalidade Infantil.....	76
3.3 CARACTERÍSTICAS ECONÔMICAS	78
3.3.1 Produto Interno Bruto e PIB per capita.....	78

3.3.2 Estrutura Fundiária e Assistência Técnica	81
3.3.3 Atividades econômicas e Valor Adicionado Bruto (VAB)	83
3.3.4 População Ocupada e Salário de Trabalhadores Formais	93
4 CONCLUSÃO.....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

CAPÍTULO III: MAPEAMENTO DE ÁREAS CULTIVADAS COM SILVICULTURA NO NORTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.....	98
RESUMO.....	98
CHAPTER III: MAPPING OF AREAS CULTIVATED WITH FORESTRY IN THE NORTHERN STATE OF RIO GRANDE DO SUL.....	99
ABSTRACT	99
1 INTRODUÇÃO	100
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	101
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	101
2.2 BASE DE DADOS.....	102
2.3 CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA	103
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	105
4 CONCLUSÃO.....	120
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
APÊNDICE A – MAPAS DE VALIDAÇÃO PARA A CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA	125

CAPÍTULO IV: AVALIAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE PARÂMETROS DA MODELAGEM GEOMORFOLÓGICA E PLANTIOS FLORESTAIS NO COREDE CELEIRO, RS.....	133
RESUMO.....	133
CHAPTER IV: ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PARAMETERS OF GEOMORPHOLOGICAL MODELING AND FOREST PLANTINGS IN COREDE CELEIRO, RS.....	134
ABSTRACT	134
1 INTRODUÇÃO	135
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	135
2.1 ÁREA DE ESTUDO	135
2.2 ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA.....	136
2.3 MAPEAMENTO DOS PLANTIOS FLORESTAIS.....	136
2.4 ANÁLISE METODOLÓGICA.....	136
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	137
3.1 CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO COREDE CELEIRO	137
3.2 DISTRIBUIÇÃO DOS PLANTIOS FLORESTAIS NO COREDE CELEIRO	139
3.3 RELAÇÃO ENTRE PLANTIOS FLORESTAIS E PARÂMETROS GEOMORFOLÓGICOS DOS MUNICÍPIOS	140
4 CONCLUSÃO	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
Apêndice A – FIGURAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS PLANTIOS FLORESTAIS NA PAISAGEM DO COREDE CELEIRO	149

CAPÍTULO V: DEFINIÇÃO DO ÍNDICE SILVICULTURAL NORMALIZADO PARA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS À SILVICULTURA (ISNIAPS)	158
RESUMO.....	158
CHAPTER V: DEFINITION OF THE STANDARDIZED SILVICULTURAL INDEX FOR THE IDENTIFICATION OF POTENTIAL AREAS FOR FORESTRY	159
ABSTRACT	159
1 INTRODUÇÃO	160
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	162
2.1 PROCESSAMENTO ESTATÍSTICO	162
2.2 SELEÇÃO DE VARIÁVEIS	163
2.3 PESOS DE VARIÁVEIS	169
2.4 METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DO ISNIAPS.....	169
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	174
4 CONCLUSÃO.....	186
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	187
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	192

CAPÍTULO I: ASPECTOS GERAIS

1 INTRODUÇÃO GERAL

A silvicultura desperta diferentes opiniões por parte da sociedade. Há aqueles que acreditam que os plantios florestais podem ser um norte para o desenvolvimento regional, enquanto outros possuem percepções negativas devido aos potenciais impactos sobre os recursos naturais. Diante disto, surgem as seguintes indagações: a introdução da silvicultura no norte do estado do Rio Grande do Sul, especificamente em áreas onde predomina pequenas propriedades, poderá agregar ao desenvolvimento regional? Se afirmativo, em que locais e de que forma ela deve ser introduzida?

O desenvolvimento regional é entendido como um processo de transformação na estrutura da sociedade de determinado território, em que os recursos capitais, materiais e imateriais existentes no local, são otimizados com a finalidade de melhorar a conjuntura econômica e social, refletindo na qualidade de vida da população (DALLABRIDA, 2011). Para Reiner et al. (2011), o desenvolvimento sustentável de uma região é reflexo de um planejamento que também destaca a viabilização da propriedade rural por meio da geração de uma diversificação de produtos, o que melhora a biodiversidade dos agrossistemas e contribui na diminuição do êxodo rural.

Se essa diversificação na propriedade de que fala o autor constitui-se de um arranjo produtivo com atividades que integram a produção animal, de grãos e a atividade florestal, haverá geração de renda agrícola, autoconsumo da propriedade e abastecimento do mercado (local, regional, nacional e/ou internacional). Entre essas atividades, os plantios florestais agregam à conservação da biodiversidade, reduzindo a pressão sobre as florestas nativas. Além disso, fornecem produtos variados, como celulose para fabricação de papel, madeira para móveis e serviços, de regulação do fluxo hídrico, controle do clima local, formação de estoques de carbono e conservação do solo (IBÁ, 2019).

Os principais gêneros florestais cultivados no sul do Brasil, notadamente Acacia, Eucalyptus e Pinus, abastecem diferentes segmentos da cadeia produtiva (madeira serrada, produção de painéis, compensados, aglomerados, laminados, celulose e papel, resinas, tanino, postes de madeira tratada, cavacos, energia – lenha e carvão, pellets e mudas florestais) (FIERGS, 2017). Dados dos Censos Agropecuários 2006 e 2017 apontaram crescimento de 83% da quantidade de hectares destinados às florestas plantadas no Brasil (IBGE, 2019). Em

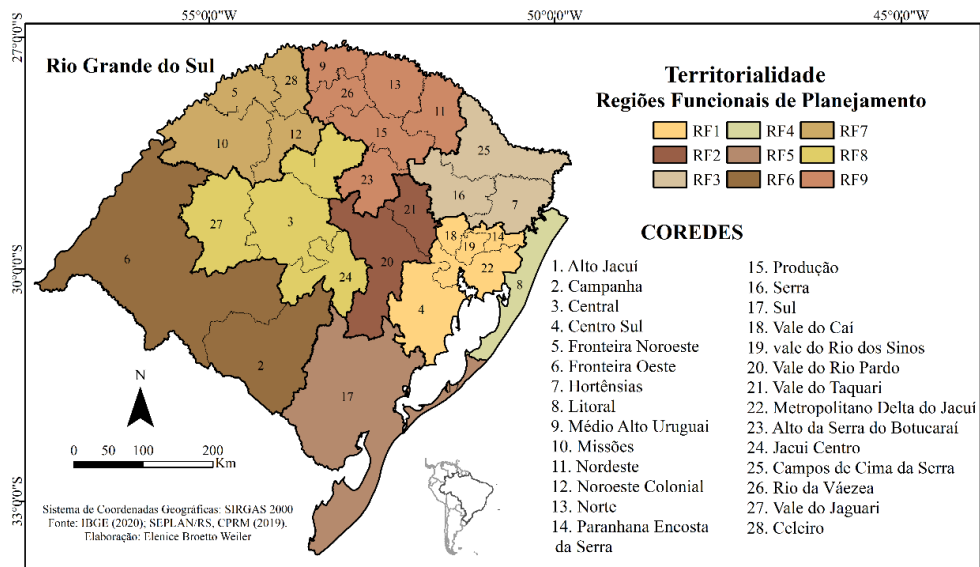
2018, a área ocupada com silvicultura no país totalizou 7,83 milhões de hectares, passando para 9 milhões em 2019, dos quais 11,14% estão localizados no estado do Rio Grande do Sul (IBÁ, 2019; AGEFLOR, 2020). Esses 1,03 milhão de hectares corresponderam a 3,5% do território estadual, sendo 67,7% com eucalipto, 28% com pinus e 7,3% com acácia (AGEFLOR, 2020).

Dados do relatório *World Population Prospects* de 2019 apontam para um crescimento populacional significativo em todo o mundo, passando de 7,7 bilhões de pessoas em 2020 para 9,7 bilhões em 2050 (UNITED NATIONS, 2019). Com a perspectiva de crescimento populacional, a demanda por madeira e produtos provindos de florestas plantadas aumentará e novas áreas deverão ser pensadas de acordo com as previsões da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (CONFORTI, 2011). O aumento da população, da demanda e do uso da madeira podem triplicar a quantidade deste recurso que a sociedade retira anualmente das florestas e plantações florestais até 2050, afirma o relatório *Living Forests WWF*, o que exigirá 250 milhões de hectares adicionais de florestas num cenário de desmatamento e degradação florestal zero (WWF, 2011).

Com vistas a essa necessidade projetada de aumento de áreas com silvicultura para as próximas décadas, em consonância ao desenvolvimento de regiões, há perguntas fundamentais que precisam ser respondidas: teria o território brasileiro potencial em termos espacial para produção? O estado do Rio Grande do Sul está preparado para este mercado? Regiões com predomínio de pequenas propriedades rurais podem fazer parte deste cenário futuro? Sabe-se que os sistemas silviculturais precisam estar ligados à sustentabilidade do desenvolvimento, e ao equilíbrio entre diversos aspectos sociais, econômicos e ambientais envolvidos. Por isso, estudar os processos de mudança de uso e cobertura do solo e os fatores determinantes de ocorrência, as regiões de maior incidência de mudança, prevendo a intensidade e sua localização são fundamentais (AGUIAR, 2003).

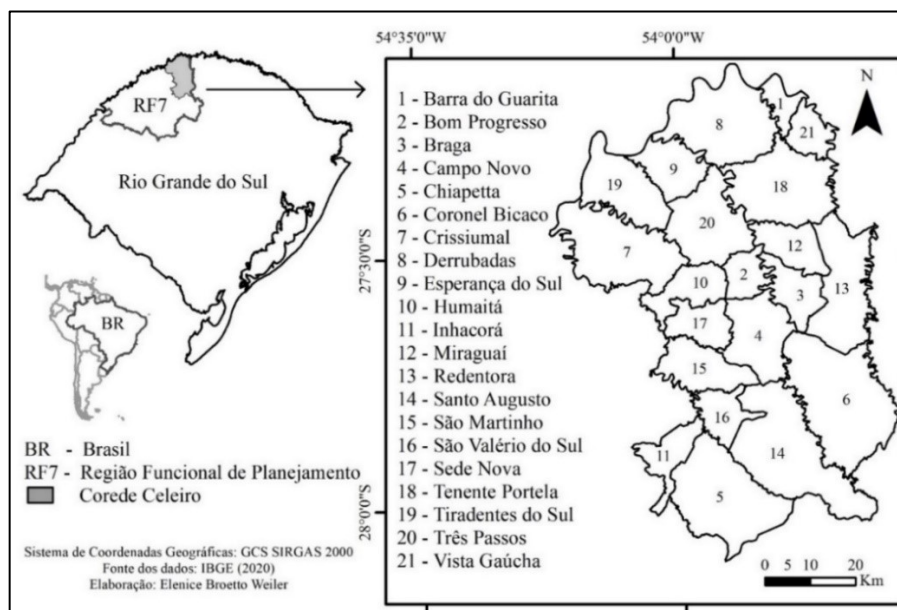
O Estado do Rio Grande do Sul está dividido em regiões funcionais previstas em lei, que servem de unidades de planejamento, com intuito de diminuir as desigualdades sociais e econômicas entre regiões (RIO GRANDE DO SUL, 2006). Cada região abrange Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDES), que se constituem em um fórum permanente e autônomo de discussão e decisão a respeito de políticas e ações que visam ao desenvolvimento regional (RIO GRANDE DO SUL, 2015). Os 28 Coredes, oficialmente instituídos no Estado do RS e a distribuição das regiões funcionais de planejamento do território gaúcho estão ilustrados na Figura 1.

Figura 1- Territorialidade das Regiões Funcionais de Planejamento e dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento para o Rio Grande do Sul, BR.



Para este estudo de caso, foi selecionado o Corede Celeiro (CC) na região funcional 07 (Figura 2). Fundado pelo Decreto nº 45.436 de 09/01/2008, o Conselho Regional de Desenvolvimento da Região Celeiro é constituído por 21 municípios, totalizando uma área de 4.747,23 km². Os municípios pertencentes a este Corede são caracterizados pela forte atividade agrícola, alta porcentagem de mão de obra familiar e pequenas propriedades rurais.

Figura 2 - Mapa de localização do Corede Celeiro/RS, Brasil.



2 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento regional vinculado a atividade silvícola, certamente passa por ferramentas que buscam a ampliação da base florestal por meio do incentivo e fomento de pequenos agricultores, e não a depender somente de grandes empresas para movimentar a cadeia produtiva da silvicultura. A desconstrução da ideia de impactos negativos sobre os recursos naturais (ex., perda de recursos hídricos) e o estudo das potencialidades para aumentar a ocupação da silvicultura em áreas no estado é de extrema importância. E quais serão essas áreas? Com base em que fatores serão determinadas essas áreas? Há possibilidade de abertura de novas áreas ou um processo de migração de locais já consolidados com outra atividade agrícola? Qual o impacto em números para a região ou estado?

Atualmente temos como ferramental o Zoneamento Ambiental da Silvicultura (ZAS), que representa um instrumento de gestão ambiental e normatizador da produção da matéria-prima florestal no Estado. No entanto, há questionamentos, por parte do setor empreendedor, de que o ZAS, ao restringir as áreas de licenciamento para essa atividade, impactou negativamente a capacidade produtiva (CARVALHO, 2017). Com isso, a proposta de verificação do potencial de exploração e restrição de uso de áreas para atividades silviculturais, por meio de um índice silvicultural normalizado, tem como premissa entender quais são os fatores e que peso cada um tem em escala municipal, para justamente encontrar novas possibilidades.

Este estudo tem por meta, a partir de informações georreferenciadas, espacializadas e integradas, fomentar o reconhecimento do território. Além disso, ao responder sobre as potencialidades de ocupação em termos espaciais para atividade silvícola, contribuir na elaboração de políticas públicas para adaptação às mudanças no planejamento territorial da silvicultura para o Estado do Rio Grande do Sul. Dessa maneira, a tese será um ferramental para autoridades públicas elaborarem planos de desenvolvimento sustentável e setor privado planejar atividades silviculturais em consonância com as especificidades do ambiente. Comportamento este que poderá ser replicado em outras regiões, sempre pontuando as peculiaridades de cada território.

3 HIPÓTESE DA PESQUISA

O Índice Silvicultural Normalizado permite reconhecer a espacialidade territorial de áreas potenciais à introdução da silvicultura ao norte do Rio Grande do Sul.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Proposição de um Índice Silvicultural Normalizado, para verificação do potencial silvícola em termos de distribuição espacial, com estudo de caso no Corede Celeiro.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterização dos municípios com intuito de traçar um diagnóstico sobre a dinâmica referente ao desenvolvimento socioeconômico e humano da região pertencente ao Corede Celeiro.
- Averiguação da existência de áreas cultivadas com silvicultura, por meio da quantificação e mapeamento de plantios na região pertencente ao Corede Celeiro;
- Identificação da existência de um padrão de distribuição dos plantios florestais na região pertencente ao Corede Celeiro, a partir da relação com a caracterização geomorfológica.
- Proposição de um modelo linear que permita categorizar os municípios em classes ambientais, que traduzem o potencial de ocupação do território para plantios florestais, com base em informações de aspectos físicos, sociais e econômicos.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 O SETOR DE BASE FLORESTAL

5.1.1 Conjuntura no Brasil e no Rio Grande do Sul

Os primeiros plantios florestais no Brasil datam o século XX com introdução de espécies exóticas, principalmente eucaliptos e coníferas. Nesse período, a silvicultura passou a produzir de forma intensiva, substituindo a madeira nativa até então comercializada (RODRIGUES, 2002). Conforme IBÁ em 2019, a área total de florestas plantadas no Brasil chegou aos 9 milhões de hectares (1,05% do território nacional), sendo responsáveis por cerca de 91% de toda a madeira produzida para fins industriais e 1,2% de toda a riqueza gerada (IBÁ, 2020).

Em 2019, o setor foi responsável pela geração de R\$ 97,4 bilhões de receita bruta a preços correntes para a economia brasileira, com crescimento de 12,6% em relação a 2018. Gerou emprego a 3,75 milhões de brasileiros em todo o país, com expectativa de criação de mais 36 mil novos postos de trabalho até 2023 (IBÁ, 2020).

Além de deter a melhor tecnologia aplicada na silvicultura de eucalipto, com resultados que chegam a $60 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de produtividade, em rotação de sete anos, o Brasil comercializa outras espécies, como o pinus (*Pinus* spp.), acácia (*Acacia mearnsii*), seringueira (*Hevea* spp.), teca (*Tectona grandis*), paricá (*Schizolobium parahyba*), araucária (*Araucaria angustifolia*) e álamo (*Populus* sp.), em sua maioria no sistema de monocultura, mas com avanços em sistemas agroflorestais e silvipastoris (AGEFLOR, 2020). Os gêneros mais plantados são *Eucalyptus* (77%) e *Pinus* (18%). Os plantios de eucalipto ocupam 6,97 milhões de hectares da área de árvores plantadas do país e estão localizados, principalmente, em Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Os plantios de pinus ocupam 1,64 milhão de hectares e concentram-se na região Sul, com 87% do total, principalmente no Paraná. Entre a produção de outras espécies (0,39 milhão de hectares), o Mato Grosso se destaca com plantação de teca, o Rio Grande do Sul e Roraima com acácia e o Mato Grosso do Sul com seringueira.

Sendo o nono maior estado do Brasil, o Rio Grande do Sul apresenta extensão territorial de 281.737,8 km², dos quais 1,03 milhão de hectares são de florestas plantadas, aproximadamente 3,5% do território gaúcho (IBGE, 2020; AGEFLOR, 2020). De acordo com o Inventário Florestal Nacional os plantios florestais no Rio Grande do Sul concentram-se, principalmente, em três gêneros: *Pinus* spp., *Acacia* spp. e *Eucalyptus* spp. (SFB, 2018). Nesse

cenário, o estado detem 67,7% das áreas com plantios de eucalipto, 28% com pinus e 7,3% com acácia para o ano de 2019.

As plantações no RS proporcionam, entre os principais fins, provisão de matéria-prima para fabricação industrial de celulose e papel, compensados, lâminas e painéis (mercado moveleiro) e produção de lenha e carvão vegetal para produção de energia (EMATER, 2019). Ainda destaca-se a produção florestal não madeireira, composta basicamente de produtos como o tanino (derivados da casca de acácia), erva-mate e resina (extraída do pinus) (AGEFLOR, 2017).

As indústrias de celulose e papel concentram-se na região Metropolitana de Porto Alegre, os polos de serrarias são encontrados na metade leste do estado, tanto ao norte quanto ao sul, e os polos de móveis localizam-se ao norte do território Rio-Grandense (FIERGS, 2017). A mão de obra é significativa na produção florestal gaúcha. Cerca de 368,4 mil empregos diretos e indiretos em 2019, constituem mão de obra rural e industrial, mantidos pelo setor de base florestal (AGEFLOR, 2020).

No *ranking* nacional em termos PIB, o RS é quarto lugar. Em 2019, o PIB do setor de florestas plantadas foi estimado em R\$ 1,89 bilhão, representando 3,9% do PIB gaúcho. No Brasil, a representatividade do PIB do setor de florestas plantadas foi de 1,2% do PIB nacional, que apresentou receita bruta total de R\$ 97,4 bilhões (IBÁ, 2020).

Em 2019, a silvicultura contribuiu com 86,2% (R\$ 1,5 bilhão) do valor da produção florestal, com aumento de 7% em relação a 2018, diferentemente da totalidade do Brasil, que apresentou queda. A madeira em tora representou 31% do total da produção da silvicultura no Estado, somando R\$ 745 milhões. A lenha com 27% do valor da produção nacional e o carvão vegetal cerca de 1%. No grupo de produtos florestais não madeireiros, a produção da casca de acácia-negra se destaca em nível nacional, estando a totalidade da produção no Rio Grande do Sul, que em 2019 apresentou aumento de 29,4% da quantidade produzida no ano anterior, e 36,4% em valor comercial.

5.1.2 Benefícios das atividades florestais

As florestas plantadas reduzem a pressão sobre as florestas naturais, contribuindo para a conservação da biodiversidade. Regulação do fluxo hídrico, controle do clima, estoque de carbono, conservação do solo, dispersão de sementes, ciclagem de nutrientes e formação de corredores ecológicos são exemplos de serviços decorridos de plantações (IBÁ, 2017).

Do ponto de vista ambiental as florestas plantadas têm muito a contribuir. Martin et al. (2012) explicam que, quando comparada a outras atividades produtivas, a silvicultura possui uma maior permeabilidade à fauna local, facilitando a passagem de animais entre os remanescentes de florestas nativas, através das áreas de produção. Tabarelli (2012) destaca a inclusão do elemento florestal na paisagem por meio de agroflorestas, buscando matrizes menos agressivas a diversidade biológica.

Quando manejadas com fins multifuncionais, as plantações florestais comerciais permitem a recuperação de áreas degradadas, possibilitando serviços ambientais, como conservação e restauração da diversidade biológica e captura de gases de efeito estufa (De Oliveira et al., 2017). Para Carvalho (2019), essa configuração torna possível conciliar a produção com a conservação do ecossistema florestal. Medrado et al. (2011), destacam a silvicultura como meio para recuperação de áreas degradadas, principalmente em Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL). No caso da Reserva Legal, com construção de sistemas agroflorestais de alta diversidade biológica, associando os retornos financeiros dos proprietários de terras com o aumento de interesse pela recuperação dessas áreas (MARTINS e RANIERI, 2014).

As plantações florestais comerciais quando comparadas aos cultivos de ciclo curto, como produção de grãos, não causam grandes processos erosivos exatamente por terem um ciclo no campo que lhes permite proteger o solo por um longo período (MAEDA E MEDRADO, 2017). Ainda, as plantações florestais são, também, uma boa estratégia para garantir qualidade e disponibilidade de água. Estudos apontam redução na erosão e aumento na estabilidade da vazão em bacias florestadas, quando comparado com campo natural degradado (FERRETO et al., 2020, 2021; VALENTE et al., 2020, 2021). Elas podem reduzir a velocidade do escoamento superficial e o movimento de nutrientes para a água subterrânea, contribuindo para a melhoria da qualidade da água e recarga de aquíferos.

No âmbito social, as atividades da cadeia produtiva do setor contribuem para a geração de empregos e para investimentos em programas de inclusão social, educação e meio ambiente, beneficiando milhões de pessoas e muitos municípios localizados em regiões de influência das empresas. Como exemplo do ano de 2012, em que o setor brasileiro de base florestal consolidou-se como indutor de desenvolvimento econômico e social do país (ABRAF, 2013).

O desenvolvimento socioeconômico das regiões produtoras de árvores é notório. Dados apresentados pelo IBGE com base nos censos de 1991, 2000 e 2010, apontam que em relação ao IDHM médio do Brasil, os municípios que possuem plantios comerciais cresceram 56% em relação a evolução deste indicador no restante do país (47%) (IBÁ, 2019).

5.1.3 Limitações das atividades florestais

Assim como qualquer atividade econômica, a silvicultura causa impactos ambientais. Contudo, este impacto torna-se nocivo de acordo com uma série de circunstâncias. Impactos ambientais sobre a água, o solo e a biodiversidade parecem depender fundamentalmente das condições prévias ao plantio. Ainda da região onde será implantado, do bioma e das técnicas de manejo empregadas (VITAL, 2008; VECHI e MAGALHÃES JÚNIOR, 2018). Como exemplifica Vital (2008), plantios de eucalipto implantados em áreas de florestas nativas, como as de mata atlântica, se não manejados acarretam redução da biodiversidade.

Em entrevista a Globo Ecologia, a professora Dra. Sybelle Barreira explica que possíveis danos ambientais são causados quando o produtor não tem o conhecimento adequado sobre o plantio, incluindo como consequências a pouca diversidade de fauna, riscos relacionados a doenças generalizadas, além da degradação de áreas de preservação permanente e prejuízos quantitativos nos recursos hídricos (ECOLOGIA, 2012). Para Vechi e Magalhães Júnior (2018), a secura encontrada no solo próximo a plantação de eucalipto se justifica pela rapidez do seu crescimento, cuja produção de madeira é bastante significativa. Este fato induz a limitações dos plantios próximos a corpos hídricos, que já é estabelecido por lei.

Maior parte das críticas às atividades silviculturais não possuem consistência técnica e científica. Contudo, estudos da fragilidade ambiental são de extrema importância para o planejamento das ações humanas de uso e ocupação do espaço. Segundo Silva (2012), a expansão dos cultivos florestais apresenta-se como uma ameaça ao ambiente campestre no sul do Brasil. Para o autor, àquelas terras são pouco adequadas ao uso agrícola mais intenso, com restrições climáticas e edáficas e por isso a necessidade de estudos de impacto.

Ponto de fragilidade dentro das atividades silviculturais, trata-se do período de colheita dos plantios. Para Andrade (2014), o tráfego intenso de máquinas de colheita e transporte florestal é considerado a principal atividade que promove a degradação em áreas florestais, devido à compactação da estrutura do solo. Entre os principais impactos negativos causados e provenientes do corte de madeira estão, a compactação do solo, alteração na qualidade do ar, contaminação do solo e recursos hídricos, afugentamento de fauna e atropelamento de animais (SILVA et al., 2012).

Outro aspecto limitante da atividade, associa-se ao ciclo e conhecimento técnico necessários para produção. Mesmo que os plantios florestais apresentam resultados positivos em termos financeiros, sendo a atividade uma boa alternativa para os pequenos produtores rurais (PESSOA e RIBEIRO, 2017), o tempo de retorno financeiro, e a falta de assistência

técnica, dificultam a vida de pequenos agricultores, que precisam garantir o sustento da família e não possuem tempo de espera.

5.1.4 Existe potencial para novas áreas de Produção Florestal?

5.1.4.1 Função da demanda por matéria-prima

A população mundial para 2050 deve atingir 9,1 bilhões de pessoas, o que estimulará a demanda por *commodities* e bioenergia. Estima-se que, para atender esse volume crescente – em um cenário de baixo carbono, energias renováveis e desmatamento líquido zero, serão necessários 250 milhões de hectares adicionais de florestas plantadas (IBÁ, 2017). Incentivos ao uso de energia da madeira e a um maior uso de madeira na construção civil podem aumentar significativamente a demanda por florestas plantadas (MAPA, 2018).

O segmento de papel e celulose concentra a maior porcentagem de áreas plantadas no Brasil. Apesar disso, a silvicultura apresenta potencial para atender outros fins, como exemplo, abastecimento do mercado interno de madeira em tora e madeira serrada (IBÁ, 2016).

A demanda por madeira também é uma realidade no sul do Brasil, sendo eucalipto, pinus e acácia as espécies em destaque nessa região. Muitas propriedades rurais de pequeno porte, por meio da agricultura familiar, produzem fumo no Estado do Rio Grande do Sul. A fumicultura é uma grande consumidora de lenha para a secagem das folhas em estufas, o que potencializa os plantios (SIMIONI et al., 2015). Do total produzido na região sul em 2019, o RS consumiu 51,5% da lenha utilizada pelo setor. Conforme a Associação de Fumicultores do Brasil (AFUBRA), em 2019 no RS, houve consumo de 4,2 milhões de metros estéreos de lenha, oriundo de 16,8 mil hectares de florestas (AGEFLOR, 2020).

Ao estudar a demanda por madeira nas serrarias de 13 municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo/RS, no ano de 2018 e a viabilidade financeira de implantar uma base florestal nesta região, Farias et al. (2018) concluíram que, da demanda observada, mais de um terço é oriunda de outras regiões e há um mercado potencial para produção e comercialização de toras de qualidade, já que o déficit regional é superior a 50% da capacidade de processamento. A análise financeira, tanto na condição determinística quanto na dinâmica, indicou a viabilidade de implantação de uma base florestal que atenda à demanda de madeira das serrarias, com um retorno superior ao observado para florestamentos direcionados para produzir biomassa em ciclos curtos de rotação. Simioni et al. (2015) verificaram potencial de produção de eucalipto para uso múltiplo na microrregião de Santa Cruz do Sul/RS, com vistas à produção de toras de

madeira para o processamento em serrarias. Atualmente, indústria madeireira adquire toras de longas distâncias devido à falta de produção local. Andrejow et al. (2018) constataram que as atividades silviculturais no Planalto Norte Catarinense mostraram-se economicamente viáveis, quando bem planejadas, com amplo mercado a ser explorado, em função da demanda por produtos florestais ser maior do que a oferta existente.

Estratégias para o bem social e o desenvolvimento econômico de pequenas indústrias de serrados, focada na construção civil local, pode atender uma grande gama de demandas locais, desde a construção de escolas e mobiliário escolar, casas ou partes de casas, construções rurais, mourões, cercas e outras atividades que podem ser foco de programas que usem o poder de compra governamental. Além disso, a valorização do carbono da cadeia de base florestal pode ser um forte indutor de demanda adicional por florestas plantadas e meio de implementação de diversas políticas públicas, de modo economicamente sustentável (MAPA, 2018).

5.1.4.2 Consonância com o Zoneamento Ambiental da Silvicultura (ZAS)

A expansão de atividades silviculturais no Rio Grande do Sul é regulada por um instrumento legal de apoio à decisão de políticas públicas denominado Zoneamento Ambiental da Silvicultura (ZAS), aprovado pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente pela RESOLUÇÃO CONSEMA N.º 187/2008 (RIO GRANDE DO SUL, 2008).

De acordo com Rio Grande do Sul (2010a, p. 3),

O objetivo do Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura é a elaboração de um instrumento de gestão ambiental para a atividade no Estado, compreendendo um diagnóstico integrado dos aspectos ambientais, sociais e econômicos e definindo os objetivos de conservação relativos à atividade nas unidades de planejamento, de modo a avaliar os impactos envolvidos e fornecer as diretrizes de sustentabilidade ambiental para a atividade, condicionadas ao seu caráter dinâmico e orientativo dos processos de licenciamento ambiental da silvicultura.

A silvicultura, dentre outras atividades, precisa passar por processo de obtenção do licenciamento ambiental, segundo lei federal (DE MORAIS, 2015). Pela visão do autor, trata-se de uma garantia de fiscalização de empreendimentos ou atividades capazes de trazer grandes danos ao ambiente.

O ZAS traz, em meio a suas diretrizes, restrições para a atividade de silvicultura por unidade de paisagem, que abordam os seguintes temas: Áreas Protegidas, Biodiversidade,

Ocupação do Solo, Uso do Solo, Recursos Hídricos, Paisagem, Arqueologia e Paleontologia, e Comunidades Tradicionais (RIO GRANDE DO SUL, 2010b). A realização de atividade silvícolas em cada uma dessas unidades de planejamento é condicionada nomeadamente em termos de limites percentuais de ocupação adicional, tamanhos máximos das plantações e distâncias mínimas entre elas (MATEUS E PADILHA, 2017). Ainda, segundo os autores apesar de existir um consenso quanto aos impactos gerados pela atividade florestal e a necessidade de regrá-la, várias vozes dissonantes se têm levantado contra os critérios de licenciamento adotados, nomeadamente por parte do setor produtivo que tem considerado a sua aplicação excessiva e confusa, sobretudo no que diz respeito à interpretação dessas regras e à sua aplicação legal.

Ao apresentarem uma análise crítica à metodologia de análise multicritério utilizada na elaboração do ZAS para o RS, Mateus e Padilha (2017), ilustraram os principais erros metodológicos praticados, tais como a má estruturação dos critérios de avaliação, a definição ambígua de descritores de impacto, a não distinção entre a medição de impactos e do seu valor ou o significado real dos coeficientes de ponderação num modelo de agregação multicritério.

Outro aspecto trata-se da burocratização para abertura de novos empreendimentos no Estado gaúcho. De Moraes (2015), ao analisar as diferentes padronizações para a obtenção do licenciamento da atividade silvicultural no território nacional, verificou atração de empresas do ramo florestal para as regiões com procedimentos menos burocráticos, com leis mais permissíveis e claras. Também, a expansão do mercado de produtos florestais em conjunto com essa facilidade nos processos de obtenção da licença ambiental, acaba por auxiliar e influenciar a atividade junto à produtores rurais.

A expansão da área de florestas plantadas é prioridade para a permanência e crescimento do setor florestal (FRACASSO et al., 2015). Com isso, o entendimento da dinâmica de atividades silviculturais em termos de espacialidade territorial é necessário para que o setor se desenvolva de forma equilibrada, sustentável e menos burocrática. Para isso, novas estratégias para licenciamentos de áreas potenciais aos cultivos precisam ser pensadas e estruturadas com viés mais simplificado, aliado às condições edafoclimáticas do local e viabilidade econômica da atividade a nível regional, para então fornecer um quadro favorável ao estabelecimento de novos empreendimentos.

5.1.4.3 Ponto de vista da paisagem: fatores determinantes à silvicultura

A expansão da silvicultura remete para a importância econômica que esta atividade desempenha em determinada região e faz lembrar que os impactos ambientais dependem de decisões sobre quais as espécies serão plantadas (material genético): qual o local, quais proporções de espécies, as finalidades e como serão manejadas essas plantações (GUADAGNIN et al., 2009; PENTEADO JÚNIOR e MOREIRA, 2014). Fatores ambientais são os principais elementos considerados no planejamento de atividades silviculturais, sendo a classe de solo, relevo e o clima os fatores preponderantes para estabelecer as aptidões de cada unidade da paisagem (BOLDRINI, 2006).

Em solos muito rasos, encharcados, com laje na superfície ou muito inclinados, não se devem plantar florestas comerciais (DALLA MARIA et al., 2017). Plantios destinados à produção de madeira devem ser planejados com respeito à aptidão agrícola das propriedades rurais, das Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), necessárias para manutenção da sustentabilidade e da qualidade ambiental desses ecossistemas (SANTAROSA, 2014).

A ocorrência de geada e estresse hídrico, como fatores de restrição à produção agrícola e florestal, é citado por Wrege et al. (2018). Com o aprimoramento do manejo florestal e o melhoramento genético com desenvolvimento das mudas mais resistentes, esse risco vai perdendo a importância, representando uma vantagem dos plantios florestais em relação às culturas anuais e até mesmo sobre as frutíferas (HIGA et al., 2009).

Verificação prévia das condições e oportunidades de comercialização da madeira e a existência de cadeias produtivas locais ou regionais, permitirá compreender quais locais serão potenciais para o destino e venda da madeira produzida. Segundo a De Oliveira e De Oliveira (2017), o segmento possui área de plantio com grande potencial de crescimento, considerando sua capacidade produtiva e a disponibilidade de terras apropriadas para cultivos florestais, principalmente, as áreas de pastagens degradadas, devido o mau uso agrícola ou áreas plantadas antropizadas e inaptas para a agricultura.

5.1.5 Plantios florestais e o desenvolvimento de regiões

O Rio Grande do Sul conta com Regiões Funcionais de Planejamento (RF), que foram criadas com vistas ao enfrentamento de problemas relacionados com a dinâmica territorial. Cada RF abrange Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDES) (RIO GRANDE DO

SUL, 2015). As regiões possuem características distintas, deste modo, é fundamental que no processo de planejamento sejam consideradas as especificidades econômicas, ambientais, sociais e institucionais do espaço. O desenvolvimento de políticas públicas que visem às potencialidades dessas regiões fortalece o processo de desenvolvimento (RESENDE, 2013). Outrossim, Galiana e Viluesa (2010) afirmam que a preocupação com o planejamento territorial é uma tarefa essencial do Estado. Esse planejamento pode criar condições para que se evitem falhas significativas no território, como áreas esvaziadas ou excessivamente povoadas, o que resulta em problemas como deseconomias de aglomeração, efeitos danosos ao meio ambiente e uma gama de problemas sociais.

O estímulo à desconcentração de atividades econômicas e, por vez, o desenvolvimento de novas atividades, principalmente nas regiões menos desenvolvidas, visa agregar maior potencial à base produtiva dessas regiões, tornado-se um desafio que vem ao encontro do equilíbrio populacional no território gaúcho (CARGNIN, 2016). A floresta comercial, corretamente implantada e manejada, constitui fonte de renda para o agricultor, cria empregos no meio rural, aquece as economias regionais, melhora o movimento econômico dos municípios, com conseqüente aumento no retorno de tributos, sem agredir o meio ambiente (DALLA MARIA et al., 2017).

5.1.4.1 Plantios florestais na pequena propriedade

A persistência da agricultura familiar na região norte do estado do Rio Grande do Sul é destacada por Picolotto e Diesel (2004) e, com isso, a importância de se evitar o êxodo rural e aglomerações em centros urbanos, constituindo a diversificação da produção nas unidades rurais uma estratégia para este fim. Gonzaga (2005) destaca que é importante expandir a atividade florestal também para os pequenos agricultores, criando alternativas de renda para essas famílias, e condições de permanência no campo, principalmente para o jovem. O plantio de eucalipto, por exemplo, deve ser planejado como possibilidades de diversificação da produção, principalmente na forma de pequenos plantios, não excluindo as demais atividades da propriedade rural (SANTAROSA, 2014).

A inserção do componente florestal como atividade na pequena propriedade é uma alternativa de equilíbrio ao meio ambiente, que contribui para a viabilização econômica, maximizando racionalmente o uso da terra, da infraestrutura e da mão de obra (REINER et. al, 2011). Além disso, a diversificação da produção com plantios florestais pode diluir os riscos

associados ao futuro da propriedade por meio dos recursos e benefícios que esta atividade proporciona.

No âmbito do desenvolvimento da agricultura, Farias (2010) comenta que muitos consideram as florestas como um obstáculo, quando na verdade esta faz parte dos itens de subsistência de uma propriedade rural, tanto pelos seus benefícios diretos como pelos indiretos. Além disso, a implantação de reflorestamentos dentro das propriedades rurais colabora para o desenvolvimento rural, ao melhorar as condições de vida das pessoas residentes em áreas e regiões rurais, por meio dos princípios de eficiência econômica, igualdade social e territorial, qualidade ambiental e sustentabilidade (SILVA, 2012).

O conhecimento de manejar a floresta, seja ela de eucáplito ou não, esteja em consórcio com outras culturas agrícolas, seja para fins de restauração, ou até mesmo o plantio de espécies nativas para fins comerciais, é um resgate essencial aos pequenos agricultores, principalmente na busca por atividades mais diversificadas e sustentáveis. A diversificação da produção agrícola com a inserção das atividades florestais para Reiner et al. (2011), seja par consumo próprio ou para venda, agrega valor aos produtos e cria novas oportunidades de renda.

A lenha pode ser citada como exemplo na comercialização em mercados locais, para secagem de grãos em cerealistas, bem como para produtores de fumo, que utilizam da madeira a fonte de energia nas estufas de secagem do tabaco. Riegel (2008) cita o uso vantajoso da lenha oriunda de florestas plantadas para a geração de energia calorífera, tanto nas indústrias como também nos demais processos desta cadeia produtiva, uma vez que se aproveitam os resíduos oriundos das atividades agrícola e florestal.

5.1.4.2 Exemplos que vem dando certo

Ao analisarem o setor florestal e sua contribuição socioeconômica ao Estado do Espírito Santo, Valverde et al. (2005) verificaram significância nos resultados de desenvolvimento social e econômico, tanto na contribuição dos indicadores quanto dos multiplicadores de impacto da economia. Fracasso et al. (2015), ao caracterizar a silvicultura realizada em pequenas propriedades do Planalto Sul de Santa Catarina, obtiveram resultados indicativos de plantios inseridos em conjunto com outras atividades agropecuárias, ocupando áreas ociosas ou improdutivas, sendo a sustentabilidade do sistema obtido por meio de diferentes fontes de receitas, em diferentes épocas do ano que consorciem as atividades predominantes da região, como a pecuária e a produção de grãos com a madeira. Andrejow et al. (2018) constataram que o setor de florestas plantadas tem influência para o desenvolvimento econômico, social e

ambiental no Planalto Norte Catarinense, considerando-se que os aspectos econômicos refletem nos aspectos sociais, pela geração de renda, assim como na geração de empregos indiretos ligados ao setor, evidenciando que muitos municípios dependem diretamente dos setores de móveis, celulose e papel, serrados, extrativismo e silvicultura.

Resultados do Inventário Florestal Nacional de 2018 mostram que cerca de 37% dos 2.095 entrevistados da zona rural do Rio Grande do Sul utilizam produtos florestais para complementar sua renda. Dessas pessoas, 27% afirmaram que a participação dos produtos florestais na renda é superior a 50% e o restante (10%) que a contribuição varia entre 10 a 50% da renda. Ao estudarem a região Centro Serra no Rio Grande do Sul, Pasa et al. (2017), constataram haver oportunidades de compra e venda de madeira de eucalipto que devem ser exploradas de melhor forma pelos produtores rurais. Segundo os autores, na região há uma dinâmica e um fluxo de mercado que pode absorver a produção de lenha e madeira oriunda dos reflorestamentos, onde o produtor rural supre as necessidades de madeira na propriedade e comercializa o excedente, complementando a renda familiar.

5.2 SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO NO MAPEAMENTO FLORESTAL

Por meio do sensoriamento remoto e do geoprocessamento, é possível identificar e obter informações sobre alvos da superfície terrestre, com vistas aos estudos ambientais de maneira rápida e barata em sua maioria, sem que haja contato direto com a mesma (ROSA, 1995). Assim, por meio das técnicas de sensoriamento remoto, é possível realizar o monitoramento do uso e cobertura da terra de forma prática e obter informações para avaliar a dinâmica da paisagem (NOVO, 2008). Para Silva et al. (2013), o mapeamento do uso da terra mediante técnicas de análises espaciais é o meio mais rápido e fácil para análise dos fenômenos naturais nas mais variadas escalas. O Geoprocessamento e os SIGs possibilitam a criação de um banco de dados georreferenciado, a integração de dados de diversas fontes e a realização de análises complexas (CÂMARA e DAVIS, 2001).

Além disso, pode ser encarada como ferramental para os processos de monitoramento e licenciamento florestal. Conforme Moreira et al. (2013), a aplicação de técnicas validadas podem proporcionar melhoria e agilidade nos procedimentos de classificação, abertura de novas possibilidades de atuação dentro dos procedimentos tradicionais utilizados nos órgãos ambientais e redução dos custos associados aos programas de monitoramento ambiental. Citam-se aqui alguns estudos que utilizam do sensoriamento remoto e de ferramentas do

geoprocessamento e SIG para mapear plantios florestais ou realizar análises que envolvam espécies florestais de importância econômica e ecológica: Dai et al. (2021), Varo-Martínez e Navarro-Cerrillo (2021), Dalponte et al. (2020), Schiefer et al. (2020), Cabral et al. (2019), Pertille (2019), Almeida Júnior e Perreira Filho (2018), Fagan et al. (2018), Signori (2018), Dube et al. (2017), Braga (2016), De Barros et al. (2015) e Luz et al. (2015).

5.2.1 Monitoramento de plantios florestais por meio de Imagens de Satélite

Entre as principais fontes de dados e amplamente utilizadas no planeta, estão as imagens de satélite (BAKR et al., 2010). Para Petta et al. (2008), devido à visão sinótica e à repetitividade dessas imagens, há possibilidade de análises de extensas áreas, obtendo-se resultado com maior rapidez e precisão, o que reduz o tempo e os custos se comparados com métodos tradicionais de levantamentos dos meios físico e biótico. Os componentes da paisagem que mais se destacam nas imagens de satélite são os recursos hídricos, os centros urbanos, o uso do solo e a cobertura florestal (VALLE e LISBOA, 2014). Nesse sentido, estudiosos como Manfré (2013), Thomas (2012), Lopes (2006) e Almeida (2006) utilizaram geotecnologias para elaborar estudos de fragilidade ambiental e desenvolvimento de zoneamentos ambientais.

Outro aspecto é a utilização de dados multitemporais, os quais favorecem o monitoramento, e podem ser aplicados na dinâmica de plantios florestais. Nesse sentido, a obtenção de imagens históricas permite documentar as mudanças espaciais correspondentes aos fenômenos naturais ou de atuação humana (MOREIRA, 2005; JENSEN, 2009). Para Facco et al. (2017), a utilização de uma série temporal de imagens com uso de técnicas de geoprocessamento permite a confecção de diversos mapas de uso e cobertura da terra de dado local, permitindo, além da análise visual qualitativa, a análise quantitativa das possíveis alterações ocorridas. A obtenção desses mapas, de acordo com Soares Filho (2005), permite identificar tendências da dinâmica da paisagem, com taxas líquidas e brutas de cada período e a evolução destas ao longo do tempo.

Trabalhos que abordam a análise multitemporal com imagens de satélite, cada vez mais se intensificam, e servem para monitorar, por exemplo, o crescimento urbano ou a evolução do desmatamento e extensão agrícola entre outros (CARVALHO JÚNIOR et al., 2005). Corroborando, Zhu et al. (2012) citam como aplicações de imagens orbitais para processos de classificação automática: modelagem de carbono, mudança na cobertura e uso da terra, monitoramento e gerenciamento de florestas.

Muitos pesquisadores trabalharam com imagens de satélite para monitoramento ou identificação de plantios florestais, ou características a eles relacionadas:

- ❖ Oumar e Mutanga (2014) utilizaram imagens de satélite com o objetivo de melhorar a precisão e o mapeamento de *Thaumastocorus peregrinus* em florestas plantadas com *Eucalyptus*, *Pinus* e *Acacia*;
- ❖ Nonato e Abreu (2015) avaliaram a acurácia da classificação e identificação de áreas cultivadas com florestas plantadas de finalidade energética em municípios do Estado de Tocantins;
- ❖ De Barros et al. (2015) calcularam o volume em floresta de eucalipto no município de Botucatu, São Paulo.
- ❖ Chen et al. (2016) buscaram melhorar o mapeamento de plantações de seringueiras (*Hevea brasiliensis*) em escala regional em Hainan na China;
- ❖ Cabral (2017) utilizou imagens de satélite ao analisar a multitemporalidade da Silvicultura no Estado de Goiás;
- ❖ Moura et al. (2017) mapearam plantios de paricá (*Scizolobium parahyba*) no município de Ouro Preto do Oeste em Rondônia;
- ❖ Macedo et al. (2018) estimaram a biomassa total de *Eucalyptus* em escala local e regional, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul;
- ❖ Li et al. (2019) identificaram plantações de noqueira (*Carya cathayensis*) em Zhejiang na China;

5.2.2 Utilização de Imagens *RapidEye* no mapeamento de plantios florestais

O *RapidEye* refere-se a uma constelação de cinco satélites lançados em agosto de 2008 em um único foguete russo (DNEPR-1), que contém sensores idênticos quanto ao plano orbital e calibração dos sensores (KRISCHKE et al., 2000; RAPIDEYE, 2012). O lançamento desses satélites trouxe novas perspectivas para o mapeamento e monitoramento da cobertura vegetal. O sensor *RapidEye* adquire os dados de imagem em cinco bandas espectrais: Azul (440–510nm), Verde (520-590nm), Vermelho (630-685nm), Red-Edge (690-730nm) (sensível a alterações do teor de clorofila das plantas) e Infravermelho Próximo (760-850nm), com uma área imageada de 77,25 km de largura por até 1.500 km de extensão (FELIX et al., 2009). Possibilita a obtenção de imagens com resolução espacial de 6,5 metros e 5 metros nas ortoimagem em uma grade regular de 25 km x 25 km, com periodicidade diária (RAPIDEYE, 2012).

Segue a descrição de alguns trabalhos que utilizaram imagens *RapidEye* para mapeamento de áreas com plantios florestais e que obtiveram resultados positivos:

- ❖ Mapeamento de *Pinus radiata* na Nova Zelândia e consideraram a metodologia aplicada como potencial para plantios de espécies de rápido crescimento, como eucalipto no Brasil (WICHERT et al., 2013);
- ❖ Verificação do potencial de imagens para o mapeamento e monitoramento agrícola e ambiental aplicado à áreas florestais (ANTUNES et al., 2013);
- ❖ Identificação de floresta natural e floresta plantada referentes ao ano de 2012 no Estado do Rio Grande do Sul (GOMES et al., 2015);
- ❖ Produção de um mapa temático de uso e cobertura do solo, com mapeamento de floresta plantada para o Estado do Rio Grande do Sul (DESSBESELL et al., 2015);
- ❖ Análise de sensibilidade de bandas espectrais para detecção de desfolhamento de inseto em povoamentos de pinheiro silvestre puro (MARX e KLEINSCHMIL, 2017);
- ❖ Identificação e mapeamento de plantações do gênero *Eucalyptus*, no ano de 2011 para o estado do Paraná (COUTINHO et al., 2017). O autor desenvolveu ainda outra pesquisa com o gênero *Pinus*;
- ❖ Análise da cobertura florestal, incluindo a classe de floresta plantada para os anos de 2011 e 2014 no Estado do Paraná (LIMA et al., 2017);
- ❖ Mapeamento e quantificação de áreas plantadas com *Pinus* no Estado do Paraná (EISFELD et al., 2018);
- ❖ Monitoramento de classes de uso do solo, entre elas florestas plantadas para a região central do Rio Grande do Sul (HONNEF et al., 2019).

5.2.3 Classificação Supervisionada de Imagens aplicada à Silvicultura

O desenvolvimento de tecnologias, métodos e técnicas permitiram o avanço na obtenção de dados da superfície terrestre e, com isso, houve redução do tempo gasto em trabalhos de campo possibilitando a obtenção de informações em locais de difícil acesso (ANDRADE et al., 2014). O processamento de imagem digital é um ferramental facilitador da identificação e extração das informações contidas nas imagens de satélite, para posterior interpretação das mesmas. Entre diversas metodologias surgidas a partir dos dados oriundos das geotecnologias, está a classificação supervisionada de imagens, que permite a elaboração de mapas da superfície (VALE et al., 2018).

Existem vários métodos de classificação que buscam, por meio de diversas abordagens, identificar com acurácia a informação de cada pixel da imagem, classificando-a em categorias (QUEIROZ et al., 2004). A classificação supervisionada se baseia na identificação de diferentes classes com comportamentos espectrais diferenciados. Para isso, algoritmos de classificação são adotados para extrair as feições de interesse em um espaço multidimensional (BERNARDI, 2007). Segundo Sisodia et al. (2014), os mais utilizados são os classificadores Máxima Verossimilhança (*Maximum Likelihood Classification*), Mínima Distância (*Minimum Distance Classification*) e Paralelepípedo (*Parallelepiped classification*), todos de natureza paramétrica. Pertille et al. (2018) compartilham dessa afirmação e acrescentam alguns classificadores não paramétricos para avaliar as variações ocorridas na cobertura da terra de uma área, como Redes Neurais Artificiais (*Neural Net Classification*) e Máquinas de Vetor de Suporte (*Support Vector Machine Classification*).

A classificação supervisionada de imagens orbitais é uma metodologia amplamente empregada em estudos de identificação, mapeamento e avaliação das mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra:

- ❖ Análise temporal de uso e cobertura da terra, com identificação da classe Silvicultura (predomínio da espécie *Pinus* sp.) no município de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, por Marchett et al. (2011);
- ❖ Mapeamento de florestas monodominadas por *Myracrodruon urundeuva* no município de Tumiritinga, Minas Gerais, por Oliveira et al. (2015);
- ❖ Análise temporal de uso e ocupação do solo, sendo floresta plantada umas das classes mapeadas no município de São Gabriel, Rio Grande do Sul, por Vasconcellos et al. (2016);
- ❖ Análise multitemporal da evolução de plantios florestais no município de Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, por Almeida Júnior e Pereira Filho (2018);
- ❖ Distribuição espacial de plantações de manga (*Mangifera indica*), por Luo et al. (2020).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA JUNIOR, V. H.; PEREIRA FILHO, W. **Análise Multitemporal de evolução de Plantios Florestais do município de Encruzilhada do Sul – RS**. 13º Congresso de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial - COBRAC: Florianópolis, SC. 2018.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/335129246_ANALISE_MULTITEMPORAL_DE_EVOLUCAO_DE_PLANTIOS_FLORESTAIS_DO_MUNICIPIO_DE_ENCRUZILHADA_DO_SUL-RS>. Acesso em: 12 Abr. 2020.

ALMEIDA, N. V. **Proposta de Zoneamento Ecológico Econômico para a Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual de Tambaba – Paraíba**. 2006. 189 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e meio Ambiente)-Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

ANDRADE, A. C.; FRANCISCO, C. N.; ALMEIDA, C. M. Desempenho de classificadores paramétrico e não paramétrico na classificação da fisionomia vegetal. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 66, p. 349-363, 2014.

ANDRADE, M. L. de C. **Efeito do maquinário de colheita florestal na compactação do solo**. 2014. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014.

ANDREJOW, G. M. P.; PEDRASSANI, D.; TUSSULINI, F.; ANGELO, A. C.; TAMBARUSSI, E. V.; AUER, C. Planalto Norte Catarinense: considerações sobre o setor florestal e a eucaliptocultura. **Desenvolvimento Regional em debate**. v. 8, n. 2, p. 143-168, 2018. Disponível em: <<http://www.periodicos.unc.br/index.php/drd/article/view/1592>>. Acesso em: 12 Abr. 2020.

ANTUNES, M. A. H.; DEBIASI, P.; SIQUEIRA, J. C. DOS S. Avaliação espectral e geométrica das imagens Rapideye e seu potencial para o mapeamento e monitoramento agrícola e ambiental. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 66, n.1, p. 105-113, 2014.

Disponível em:

<<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/issue/view/1655>>. Acesso em: 12 Abr. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília, DF: 2013. 148 p. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/3887>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

Associação Gaúcha de Empresas Florestais - AGEFLOR. **A indústria de base Florestal no Rio Grande do Sul 2017: ano base 2016**. Porto Alegre, RS: 2017. 64 p. Disponível em: <<http://www.ageflor.com.br/dados>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE EMPRESAS FLORESTAIS - AGEFLOR. **O setor de base florestal no Rio Grande do Sul 2020: ano base 2019**. Porto Alegre, RS: 2020. 84 p. Disponível em: <<http://www.ageflor.com.br/noticias/wp-content/uploads/2020/12/O-Setor->

de-Base-Florestal-no-Rio-Grande-do-Sul-2020-ano-base-2019.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2021.

BAKR, N.; WEINDORF, D. C.; BAHNASSY, D. C.; MAREI, S. M.; EL-BADAWI, M. M. Monitoring land cover changes in a newly reclaimed area of Egypt using multi-temporal Landsat data. **Applied Geography**, v. 30, p. 592-605, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143622809000897>>. Acesso em: 10 set. 2019.

BERNARDI, H. V. F.; DZEDZEJ, M.; CARVALHO, L. M. T.; ACERBI JÚNIOR, F. W. Classificação digital do uso do solo comparando os métodos “pixel a pixel” e orientada ao objeto em imagem QuickBird. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 5595-5602.

BOLDRINI, I. I. **Biodiversidade dos campos do planalto das araucárias**. In: _____. Relatório final do Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA/SBF, 2006. p. 101-116.

BRAGA, R de O. **Monitoramento de Plantio de Eucalyptus urophylla ST Blake por aeronaves remotamente pilotadas (RPA)**. 2016. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal)–Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Paragominas, PA, 2016.

CABRAL, E. G. **Análise multitemporal da silvicultura no Estado de Goiás via sensoriamento remoto**. 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio)-Universidade federal de Goiás, Goiânia, GO, 2017.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Introdução ao geoprocessamento**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: INPE, 2001.

CARGNIN, A. P. Desafios para o Planejamento e o Desenvolvimento Territorial no Estado do Rio Grande do Sul. **Geographia Meridionalis**, v. 2, n. 2, p. 214-233, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/Geographis/article/view/9311>>. Acesso em: 26 jan. 2019.

CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO, A. P. F.; GOMES, R. A. T.; MELO, A. F.; SILVA, P. A. Processamento e análise de imagens multitemporais para o perímetro de irrigação de Gorutuba (MG). In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Goiânia, 2005. **Anais...** INPE, p. 473-480, 2005.

CARVALHO, J. P. F. As Bases e o Desenvolvimento da Silvicultura – Ao Encontro da Sustentabilidade. **História da Ciência e Ensino**, v. 20, p. 222-237, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.23925/2178-2911.2019v20espp222-237>>. Acesso em: 10 set. 2019.

CARVALHO, T. A. A. **Zoneamento Ambiental da Silvicultura gaúcha: uma década de aprendizado**. Carta de Conjuntura FEE: ANO 26 N.º 11. Nov. de 2017. Disponível em: <<http://carta.fee.tche.br/wp-content/uploads/2017/11/20171121carta-de-conjuntura-fee-ano-26-n.-11-nov.-2017.pdf>>. Acesso em: 05 Out. 2020.

CHEN, B.; LI, X.; XIAOA, X.; ZHAOA, B.; DONGC, J.; KOUD, W.; QINC, Y.; YANG, C.; WUB, Z.; SUNB, R.; LANB, G.; XIE, G. Mapping tropical forests and deciduous rubber plantations in Hainan Island, China by integrating PALSAR 25-m and multi-temporal Landsat images. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 50, p. 117–130, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jag.2016.03.011>>. Acesso em: 12 Abr. 2020.

CONFORTI, P. **Looking ahead in world food and agriculture: Perspectives to 2050**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i2280e/i2280e.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2020.

COUTINHO, V. M.; DALLA CORTE, A. P.; SANQUETTA, C. R.; HENTZ, A. M. K.; EISFELD, R. L.; NASCIMENTO, F. A. F. Mapeamento das Áreas Plantadas com *Eucalyptus* Spp. no Estado do Paraná. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 2 n. 1 p. 32-43 2017. Disponível em: <<dx.doi.org/10.5380/biofix.v2i1.51222>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

DAI, P. V. S., BAILO, F. H. R., AZEVEDO, G. B., FAGUNDES, L. A., TRENTO, A. C. S. Estimativa de volume de madeira baseada em índices de vegetação. **Scientia Forestalis**, v. 49, n. 129, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.18671/scifor.v49n129.06>>. Acesso em: 30 abr. 2021.

DALLA MARIA, G. M.; JUSTEN, J. G. K.; SCHUMACHER, J. L.; FLOSS, P. A.; BORDIGNON, I.; NEPPEL, G.; BRESSIANI, C.; NEUWALD, O.; ZABOT, O. A.; MOTER, I. V. **Manual de Silvicultura: cultivo de florestas plantadas**. Florianópolis: Epagri, 2017. 72 p (Boletim Didático, 136).

DALLABRIDA, Valdir R. Gestão territorial e desenvolvimento: descentralização, estruturas subnacionais de gestão do desenvolvimento, capacidades estatais e escalas espaciais da ação pública. In: DALLABRIDA, Valdir R. (Org.). **Governança territorial e desenvolvimento: descentralização político-administrativa, estruturas subnacionais de gestão do desenvolvimento e capacidades estatais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2011.

DALPONTE, M.; MARZINI, S.; SOLANO-CORREA, Y. T.; TONON, G.; VESCOVO, L.; GIANELLE, D. Mapping forest windthrows using high spatial resolution multispectral satellite images. **Int J Appl Earth Obs Geoinformation**, v. 93, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102206>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

DE BARROS, B. S. X.; GUERRA, S. P. S.; DE BARROS, Z. X.; CATITA, C. M. S.; FERNANDES, J. C. C. C. Uso de Imagens de Satélite para cálculo de volume em Floresta de Eucalipto Município de Botucatu/SP. **Energia na Agricultura**, v. 30, n. 1, p. 60-67, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2015v30n1p60-67>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

DE MORAIS, C. R. **Aspectos do Licenciamento Ambiental para a Silvicultura no Brasil**. 2015. 38 f. Monografia (Curso de Engenharia Florestal)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

DE OLIVEIRA, E. B.; DE OLIVEIRA, Y. M. M.; SCHAITZA, E. G. Plantações florestais comerciais e a biodiversidade. In: DE OLIVEIRA, Y. M. M.; DE OLIVEIRA, E. B. **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. 1 ed. Brasília,

DF: Embrapa, 2017. Cap. 4. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impacto-ambiental>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

DE OLIVEIRA, Y. M. M.; DE OLIVEIRA, E. B. Considerações finais. In: DE OLIVEIRA, Y. M. M.; DE OLIVEIRA, E. B. **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Cap. 10. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impacto-ambiental>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

DESSBESELL, L.; PEREIRA, R. S.; FARIAS, J. A. DE.; VOGT, E. A.; WELTER, C. A. Classificação do uso e cobertura da terra a partir de imagens Rapideye para o município de Segredo – RS – Brasil. **GEOGRAFIA**, v. 40, n. 2, p. 291-304, 2015. Disponível em: <<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/11141>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

DUBE, T.; SIBANDA, M.; SHOKO, C.; MUTANGA, O. Stand-volume estimation from multi-source data for coppiced and high forest Eucalyptus spp. silvicultural systems in KwaZulu-Natal, South Africa. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 132, p.162–169, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.09.001>>. Acesso em: 20 mai. 2020.

ECOLOGIA. **Prós e Contras do plantio de eucalipto na preservação de florestas**. Globo Ecologia, 2012. Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/globoecologia/noticia/2011/10/pros-e-contras-do-plantio-do-eucalipto-na-preservacao-de-florestas.html#:~:text=Dentre%20algumas%20pol%C3%AAsicas%20em%20torno,conhecimento%20adequado%20sobre%20o%20plantio>>. Acesso em: 18 abr. 2020.

EISFELD. R. L.; NASCIMENTO, F. A. F.; HENTZ, A. M. K.; DALLA CORTE, A. P.; SANQUETTA, C. R. Mapeamento das áreas plantadas de Pinus spp. no estado do Paraná. **Advances in Forestry Science**, v. 5, n. 3, p. 403-409, 2018. Disponível em: <[10.34062/afs.v5i3.5788](https://doi.org/10.34062/afs.v5i3.5788)>. Acesso em: 16 mai. 2021.

FACCO, D. S.; SOUZA, A. C. DE.; BENEDETTI, A. C. P. Geoprocessamento Algébrico para estudo da Dinâmica da Cobertura Florestal no Município de Nova Palma (RS). **Geoambiente On-Line**. Jataí-GO, n. 29, 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/47276>>. Acesso em: 08 fev. 2019.

FAGANA, M. E.; MORTONB, D. C.; COOKB, B. D.; MASEKB, J.; ZHAOC, F.; NELSONB, R. F.; HUANGC, C. Mapping pine plantations in the southeastern U.S. using structural, spectral, and temporal remote sensing data. **Remote Sensing of Environment**, v. 216, p.415-426, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.07.007>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

FARIAS, J. A. **Atividade Florestal no contexto da Fumicultura: oportunidade de desenvolvimento regional, diversificação, geração de emprego e renda**. 2010. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010.

FARIAS, J. A.; BIALI, L. J.; WELTER, C. A.; SOUZA, P. D.; SCHNEIDER, P. R. Demanda de madeira para serrarias e potencial de investimento florestal na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1604-1614, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/1980509835126>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (FIERGS). Panorama físico e socioeconômico do setor de base florestal no RS. Nota técnica. Org.: **GETEC – Gerência técnica e de suporte aos conselhos temáticos**, Porto Alegre, 2017.

FELIX, I. M.; KAZMIERCZAK, M. L.; ESPINDOLA, G. M. RapidEye: a nova geração de satélites de observação da Terra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. Natal, RN. **Anais...** São José dos Campos: Inpe, p. 7619–7622, 2009.

FERRETO, D. O. C.; REICHERT, J. M.; LOPES CAVALCANTE, R. B.; SRINIVASAN, R. Rainfall partitioning in young clonal plantations Eucalyptus species in a subtropical environment, and implications for water and forest management. International. **Soil and Water Conservation Research**, 2021, e-First. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2021.01.002>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

FERRETO, D. O. C.; REICHERT, J. M.; LOPES CAVALCANTE, R.B.; SRINIVASAN, R. Water budget fluxes in catchments under grassland and Eucalyptus plantations of different ages. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 51, p. 513–523. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0156>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

FRACASSO, R. M.; SPANHOL, A.; DEBASTIANI, A.; FELIPPE, D.; DALLABRIDA, J. P.; LOIOLA, T. M. A silvicultura como promotora da sustentabilidade em pequenas propriedades do planalto sul de Santa Catarina. In: 4º FÓRUM INTERNACIONAL ECOINNOVAR, 2015, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2015. Disponível em: <<http://ecoinovar.com.br/cd2015/arquivos/artigos/ECO698.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (FEPAM). **Zoneamento ambiental da silvicultura**: diretrizes da silvicultura por unidade da paisagem e bacia hidrográfica. Volume II. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, SEMA, FEPAM, 2010b.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (FEPAM). **Zoneamento ambiental da silvicultura**: estrutura, metodologia e resultados. Volume I. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, SEMA, FEPAM, 2010a.

GALIANA, L.; VINUESA, J. **Teoría y práctica para una ordenación racional del territorio**. Madrid, Síntesis, 2010.

GOMES, P. B.; BOLFE, E. L.; SPINELLI-ARAÚJO, L.; VICTORIA, D. C.; GARRASTAZU, M. C. Classificação de florestas naturais e plantadas no bioma Pampa com imagens de satélite multi-sensor e análise orientada a objeto. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1017540/classificacao-de-florestas-naturais-e-plantadas-no-bioma-pampa-com-imagens-de-satelite-multi-sensor-e-analise-orientada-a-objeto>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

GONZAGA, R. D. **A atividade florestal como alternativa de renda para o pequeno produtor rural na metade sul do RS.** 2005. 75 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

GUADAGNIN, D. L.; ZALBA, S. M.; GÓRRIZ, B. C.; FONSECA, C. R.; NEBBIA, A. J.; CUEVAS, Y. A.; EMER, C.; GERMAIN, P.; WENDLAND, E. M. R.; PERELLO, L. F. C.; BASTOS, M. C. S.; GERMAIN, P.; SANHUEZA, C. C.; MASCIADRI-BÁLSAMO, S.; VILLALOBOS, A. E. Árvores e arbustos exóticos invasores no pampa: questões ecológicas, culturais e socioeconômicas de um desafio crescente. In: PILLAR, V. P. (Org.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade.** Brasília: MMA, 2009. Cap. 24, p. 303-316.

HONNEF, D. H.; ALBA, E.; MARCHESAN, J.; FAVARIN, J. A. S.; SCHUH, M.; BADIN, T.; OLIVEIRA, H.; WOFFER, M.; PEREIRA, R. S. Uso de Imagens de Alta Resolução Espacial para o Monitoramento da Cobertura Florestal na Região Central do Rio Grande do Sul. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 42, n. 4, p. 148-154, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11137/2019_4_148_154>. Acesso em: 15 jun. 2020.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **2020 Relatório Anual.** O Setor Brasileiro de Árvores Plantadas em 2019, cap. I, 66 p. Brasília, 2017. Disponível em: <<https://iba.org/publicacoes>>. Acesso em: 17 set. 2020.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Da garantia de suprimento de matéria-prima para todos os usos da madeira – atuais de potenciais – a uma nova economia de baixo carbono, a solução passa pelas florestas plantadas.** Desempenho industrial, cap. VII, 100 p. Brasília, 2016. Disponível em: <<https://iba.org/publicacoes>>. Acesso em: 17 set. 2020.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório 2017.** Múltiplos Usos e Biodiversidade, cap. IV, 80 p. Brasília, 2017. Disponível em: <<https://iba.org/publicacoes>>. Acesso em: 17 set. 2020.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório 2019.** 80 p. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2020.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório 2019.** Florestas plantadas, Cap. IV, 80 p. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017:** resultados definitivos. Rio de Janeiro, v. 8, p. 1-105, 2019. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017:** resultados definitivos. Rio de Janeiro, v. 8, p. 1-105, 2019. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **GEOCIÊNCIAS**. BRASIL, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução: EPIPHANIO, J. C. N. et al. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598 p.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução: EPIPHANIO, J. C. N. et al. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598 p.

KRISCHKE, M.; NIEMEYER, W.; SCHERER, S. RapidEye satellite based geo-information system. **Acta Astronautica**, v. 46, n. 2, p. 307–312, 2000.

LI, G.; CHENG, Z.; LU, D.; LUC, W.; HUANGC, J.; ZHID, J.; LIE, S. Examining hickory plantation expansion and evaluating suitability for it using multitemporal satellite imagery and ancillary data. **Applied Geography**, v. 109, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.102035>>. Acesso em: 10 agos. 2020.

LIMA, D. R. M.; DLUGOSZ, F. L.; IURK, M. C.; PESCK, V. A. Uso de NDVI e SAVI para Caracterização da Cobertura da Terra e Análise Temporal em Imagens RapidEye. **Revista Espacios**, v. 38, n. 36, 2017. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a17v38n36/a17v38n36p07.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

LOPES, J. L. de S. **Zoneamento ambiental do município de Aquirz – Ceará**. 2006. 78 p. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

LUO, H.; DAI, S.; LI, M.; LIU, E.; ZHENG, Q.; HU, Y.; YI, X. Comparison of machine learning algorithms for mapping mango plantations based on Gaofen-1 imagery. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 19, n. 11, p. 2815–2828, 2020. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63208-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63208-7)>. Acesso em: 21 abr. 2020.

LUZ, N. B. DA; OLIVEIRA, Y. M. M. DE; ROSOT, M. A. D.; GARRASTAZÚ, M. C.; FRANCISCON, L.; JÚNIOR, H. N. DE M., FREITAS, J. V. DE. Classificação híbrida de imagens Landsat – 8 e RapidEye para o mapeamento do uso e cobertura da terra nas Unidades Amostrais de Paisagem do Inventário Florestal Nacional do Brasil. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: INPE/SELPER, 2015. p. 7222-7230. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142855/1/2015-Marilice-Classificacao-hibrida-de-imagens-Landsat-8-e-RapidEye.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

MACEDO, F. L.; SOUSA, A. M. O.; GONÇALVES, A. C.; SILVA, H. R.; RODRIGUES, R. A. F. Função alométrica de biomassa com imagens de satélite de alta resolução espacial. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 960-969, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/1980509833368>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

MAEDA, S.; MEDRADO, M. J. S. Plantações florestais comerciais e o solo. In: DE OLIVEIRA, Y. M. M.; DE OLIVEIRA, E. B. **Plantações florestais: geração de benefícios**

com baixo impacto ambiental. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Cap. 2. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impacto-ambiental>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

MANFRÉ, L. A. SILVA, AL. M. DA.; URBAN, R. C.; RODGERS, J. Environmental fragility evaluation and guidelines for environmental zoning: a study casa on Ibiuna (the Southeasten Brazilian region). **Environmental Earth Sciences**, v. 69, n. 3, p. 947-957, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s12665-012-1979-2>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

MARCHETT, C.A.; SCUR, L.; AHLERT, S. Análise multitemporal do uso e cobertura da terra no distrito de Criúva, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p. 623.

MARTIN, P. S.; GHELER-COSTA, C.; LOPES, P. C.; ROSALINO, L. M.; VERDADE, L. M. Terrestrial non-volant small mammals in agro-silvicultural landscapes of Southeastern Brazil. **Forestry Ecology and Management**, v. 282, p. 185-195, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.002>>. Acesso em: 11 agos. 2020.

MARTINS, T. P.; RANIERI, V. E. L. Sistemas Agroflorestais como Alternativa para as Reservas Legais. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 79-96, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2014000300006>>. Acesso em: 11 agos. 2020.

MARX, A.; KLEINSCHMIL, B. Sensitivity analysis of RapidEye spectral bands and derived vegetation indices for insect defoliation detection in pure Scots pine stands. **iForest**, v. 10, p. 659-668, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.3832/ifor1727-010>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

MATEUS, R. J. G.; PADILHA, D. G. Avaliação multicritério da fragilidade do território no Brasil. A silvicultura no Estado do Rio Grande do Sul. **Finisterra**, v. 52, n. 104, p. 73-104, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.18055/Finis6971>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

MEDRADO, M. J. S.; SILVA, V. P.; MEDRADO, R. D.; DERETI, R. M. **Potencial Florestal na Conservação dos Recursos Naturais.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 1ª ed., p. 55, 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/895505/potencial-florestal-na-conservacao-dos-recursos-naturais>>. Acesso em: 11 agos. 2020.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas – PlantarFlorestas.** Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/0/Plano+Nacional+de+Desenvolvimento+de+Florestas+Plantadas/90e38846-d556-da1d-0213-dda16a75088e>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

MOREIRA, G. F.; FERNANDES, R. B. A.; FERNANDES FILHO, E. I.; VIEIRA, C. A. O.; DOS SANTOS, K. A. Classificação Automatizada do Uso e Cobertura do Solo Usando Imagens Landsat. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 01, p. 058-065, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.26848/rbgf.v06.1.p058-065>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

MOREIRA, G. F.; FERNANDES, R. B. A.; FERNANDES FILHO, E. I.; VIEIRA, C. A. O.; SANTOS, K. A. Classificação Automatizada do Uso e Cobertura do Solo Usando Imagens Landsat. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 1, p. 58-65, 2013.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2005. 320p.

MOURA, V.; MULER, R. A. S.; JACON, A. D. Mapeamento de plantios de paricá [*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (HUBER ex. DUCKE) BARNEBY] no município de Ouro Preto do Oeste, RO. **Nativa**, v. 5, p. 594-600, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5935/2318-7670.v05nespa20>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

NONATO, C. T.; ABREU, Y. V. Mineração de dados para identificação de florestas plantadas destinadas à produção de bioenergia utilizando imagens de satélite. **Energia na Agricultura**, v. 30, n. 3, p. 294-301, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2015v30n3p294-301>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

NOVO, E. M. L. M. Ambientes fluviais. In: FLORENZANO, T.G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 219-246.

OLIVEIRA, F. P.; FERNANDES FILHO, E. I.; DE SOUZA, A. L.; SOARES, V. P. Mapeamento de Florestas Monodominadas por *Myracrodruon urundeuva* com Imagens TM - Landsat 5 e Rapideye. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 3, p. 322-333, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.090114>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

OUMAR, Z.; MUTANGA, O. Integrating environmental variables and WorldView-2 image data to improve the prediction and mapping of *Thaumastocoris peregrinus* (bronze bug) damage in plantation forests. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 87, p. 39-46, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.10.010>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

PASA, D. L.; LAUREANO, F.; FARIAS, J. A DE.; NOLASCO, B. G. Análise econômica de plantios florestais na agricultura familiar da Região Sul. **Revista de Economia e Agronegócio – REA**, v. 15, n. 2, p. 277-292, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.25070/rea.v15i2.469>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

PENTEADO JÚNIOR, J. F.; MOREIRA, J. M. M. A. P. Análise econômica dos plantios. In: SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULAR, I. C. G. R. **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014. Cap. 15. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121607/1/Apostila-Serie-TT-Eucalipto.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

PERTILLE, C. T. **Sensoriamento Remoto no diagnóstico da sanidade de povoamentos de *Pinus taeda* l. atacados por *Sapajus nigratus* kerr (1972)**. 2019. 191 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Santa Catarina, Lages, SC, 2019.

PERTILLE, C. T.; SILVA, G. O.; SOUZA, C. F. DE.; NICOLETTI, M. F. Estudo da eficiência de classificações supervisionadas aplicadas em imagem de média resolução

espacial. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 3 n. 2 p. 289-296, 2018. Disponível em: <x.doi.org/10.5380/biofix.v3i2.60477>. Acesso em: 20 jan. 2020.

PESSOA, S. T.; RIBEIRO, L. M. P. Análise de investimento em plantio de eucalipto em uma pequena propriedade rural no Município de Bom Despacho/MG. **Custos e @gronegocio**, v. 13, n. 4, 2017. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero4v13/OK%2016%20eucalipto.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

PETTA, R. A; FERNANDES, R. C; REZENDE, P. S. Detecção automática da dinâmica da cobertura da terra por Sensoriamento Remoto. **Geografia (Londrina)**, v. 17, n. 1, p. 111-125, jan./jun. 2008. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/5461/4969>>. Acesso em: 08 fev. 2019.

PICOLOTTO, E. L.; DIEDEL, V. Agricultura familiar no norte do Rio Grande do Sul: a cooperação como estratégia de resistência à proletarização no município de Constatina. In: VI ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS E PRODUÇÃO, Aracaju, 2004. **Anais...** Aracaju: SBSP, 2004.

QUEIROZ, R. B.; RODRIGUES, A. G.; GÓMEZ, A. T. Redes Neurais: Um comparativo com Máxima Verossimilhança Gaussiana na Classificação de Imagens CBERS 1. In: WORKSHOP DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA AO MEIO AMBIENTE, 2., 2004, Itajaí. **Anais...** Itajaí: CBComp, 2004. p. 746-749.

RAPIDEYE (2012). **Satellite Imagery Product Specifications**. Disponível em: <https://earth.esa.int/documents/10174/896711/RE_Product_Specifications_ENG.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2020.

REINER, D. A.; SILVEIRA, E. R.; SZABO, M. S. O uso do eucalipto em diferentes espaçamentos como alternativa de renda e suprimento da pequena propriedade na região sudoeste do paraná. **Synergismuss cyentifica**. v. 6, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/1303/798>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

RESENDE, J. B.; PEREIRA, J. R.; BOTELHO, D. O. Expansão da cultura do eucalipto nos municípios mineiros e gestão territorial. **Cerne**, v. 19, n. 1, p. 1-7, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0104-77602013000100001&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 20 abr. 2020.

RIO GRANDE DO SUL (2015). **Perfil Socioeconômico COREDE Celeiro**. Secretaria do Planejamento, Mobilidade e Desenvolvimento Regional/Departamento de Planejamento Governamental. Disponível em: <<https://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201512/15134129-20151117101441perfis-regionais-2015-celeiro.pdf>>. Acesso em 23 jan. 2019.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. RESOLUÇÃO CONSEMA N.º 187/2008, de 09 de abril de 2008. Aprova o Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em:

<<http://ww1.sema.rs.gov.br/upload/Resolucao%20CONSEMA%20187-2008.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

SANTAROSA, E. Gestão da propriedade rural. In: SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULAR, I. C. G. R. **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014. Cap. 16. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121607/1/Apostila-Serie-TT-Eucalipto.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

SCHIEFER, F.; KATTENBORN, T.; FRICK, A.; FREY, J.; SCHALL, P.; KOCH, B.; SCHMIDTLEIN, S. Mapping forest tree species in high resolution UAV-based RGB-imagery by means of convolutional neural networks. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 170, p. 205–215, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.10.015>>. Acesso em 23 jan. 2021.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Inventário Florestal Nacional: principais resultados, Rio Grande do Sul**. Brasília, DF: MMA, 2018. 83 p. (Série Relatórios Técnicos - IFN). Disponível em: <<https://www.florestal.gov.br/publicacoes/1489-relatorio-ifn-rs>>. Acesso em: 19 maio 2021.

SIGNORI, L. M. **Mapeamento por sensoriamento remoto de área de *Pinus spp* no Parque Nacional da Lagoa do Peixe**. 2018. 87 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2018.

SILVA, A. M.; XAVIER, A. P. C.; MEDEIROS, I. C.; MARANHÃO, K. U. A.; SILVA, R. M. Análise multitemporal e atualização do mapa de uso e ocupação do solo do município de Monteiro/PB. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: 2013. p. 1548–1555. Disponível em: <<file:///C:/Users/eleni/Downloads/p1013.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2019.

SILVA, M. D. Os cultivos florestais do Pampa, no sul do Rio Grande do Sul: desafios, perdas e perspectivas frente ao avanço de novas fronteiras agrícolas. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 215 - 226, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/rf.v42i1.26319>>. Acesso em: 11 maio 2021.

SIMIONI, F. J.; BUSCHINELLI, C. C. A.; MOREIRA, J. A. A. M. P.; PASSOS, B. M.; GIROTTO, S. B. F. T. **Produção de lenha de eucalipto para energia: o desafio do pequeno produtor fumicultor de Santa Cruz do Sul/RS**. 53º SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, João Pessoa, PB, 2015.

SISODIA, P. S.; TIWARI, V.; KUMAR, A. **A comparative analysis of remote sensing image classification techniques**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN COMPUTING, COMMUNICATIONS AND INFORMATICS, 3., 2014, Delhi. Proceedings. New York: IEEE, 2014. p. 1418-1421. Disponível em: <[10.1109/ICACCI.2014.6968245](https://doi.org/10.1109/ICACCI.2014.6968245)>. Acesso em: 25 jan. 2020.

SOARES FILHO, B. S. Análise das mudanças de cobertura do solo no Norte do Mato Grosso, Brasil. In: XII simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, 2005. **Anais...** p. 3357-3364, 2005. Disponível em:

<<http://mar.te.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/10.27.15.15/doc/3357.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2021.

TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZG, J. P. A Conversão da Floresta Atlântica em Paisagens Antrópicas: Lições para a Conservação da Diversidade Biológica das Florestas Tropicais. **Interciência**, v. 37, n. 2, p. 88-92, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/230604008_A_conversao_da_floresta_Atlantica_e_m_paisagens_antropicas_Licoes_para_a_conservacao_da_diversidade_biologica_das_florestas_tropicais>. Acesso em: 25 jan. 2020.

THOMAS, B. L. Proposta de zoneamento ambiental para o município de Arroio do Meio-RS. **O Espaço Geográfico em Análise**, n. 24, p. 199-226, 2012. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/26215/17485>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

UNITED NATIONS. **World Population Prospects 2019**, Volume II: Demographic Profiles. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). (ST/ESA/SER.A/427), New York, 2019. Disponível em: <<https://population.un.org/wpp/Publications/>>. Acesso em 04 out. 2020.

VALE, J. R. B.; COSTA, J. A.; SANTOS, J. F.; SILVA, E. L. S.; FAVACHO, A. T. Análise comparativa de métodos de classificação supervisionada aplicada ao mapeamento da cobertura do solo no município de Medicilândia, Pará. **InterEspaço**, v. 4, n. 13 p., 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.v4n13p26-44>>. Acesso em: 29 abr. 2021.

VALENTE, M. L.; REICHERT, J. M.; CAVALCANTE, R. B. L.; MINELLA, J. P. G.; EVRARD, O.; SRINIVASAN, R. Afforestation of degraded grasslands reduces sediment transport and may contribute to streamflow regulation in small catchments in the short-run. **Catena**, v. 204, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105371>>. Acesso em: 14 abr. 2021.

VALENTE, M. L.; REICHERT, J. M.; LEGOUT, C.; TIECHER, T.; CAVALCANTE, R. B. L.; EVRARD, O. Quantification of sediment source contributions in two paired catchments of the Brazilian Pampa using conventional and alternative fingerprinting approaches. **Hydrological Processes**, v. 34, p. 2965-2986, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/hyp.13768>>. Acesso em: 14 abr. 2021.

VALLE, A. D.; LISBOA, J. P. **Mapeamento multitemporal do uso do solo da Bacia Hidrográfica do rio Alegria no município de Medianeira – Paraná**. 2014. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR, 2014.

VALVERDE, S. R.; OLIVEIRA, G. G.; SOARES, G. T. S.; CARVALHO, R. M. A. M. Participação do setor florestal nos indicadores socioeconômicos do Estado do Espírito Santo. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 105-113, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000100012>>. Acesso em: 17 set. 2019.

VARO-MARTÍNEZ, A.; NAVARRO-CERRILLO, R. M. Stand Delineation of *Pinus sylvestris* L. Plantations Suffering Decline Processes Based on Biophysical Tree Crown

Variables: A Necessary Tool for Adaptive Silviculture. **Remote Sensing**, v 13, n. 3, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/rs13030436>>. Acesso em: 17 set. 2019.

VASCONCELLOS, B. N.; DEBASTIANI, A. B.; ANATER, M. J. N.; DALLA CORTE, A. P.; SANQUETTA, C. R. Teste de algoritmos de classificação para a análise temporal de uso e ocupação do solo no Município de São Gabriel – RS. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v. 13 n. 24 p. 1034-1042. Disponível em: <[10.18677/EnciBio_2016B_097](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2016B_097)>. Acesso em: 17 set. 2020.

VECHI, A.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O. Aspectos positivos e negativos da cultura do eucalipto e os efeitos ambientais do seu cultivo. **Revista Valore**, v. 3, n. 1, p. 495-507, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.22408/rev312018101495-507>>. Acesso em: 17 set. 2020.

VITAL, Marcos H. F. Impacto Ambiental de Florestas De Eucalipto. **Revista do BNDES**, v. 14, n. 28, p. 235-276, 2007.

WICHERT, M. C. P.; WATT, P.; WAT, M. S. Aplicações de imagem de satélite de alta resolução no planejamento florestal. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, n.38, 2013.

World Wide Fund For Nature – WWF. **WWF LIVING FORESTS REPORT: CHAPTER 4. Forests and wood products**, Cap. IV, 42 p., 2011. Disponível em: <https://wwf.panda.org/our_work/our_focus/forests_practice/forest_publications_news_and_reports/living_forests_report/>. Acesso em: 05 out. 2020.

WREGGE, M. S.; FRITZSONS, E.; SOARES, M. T. S.; PRELA-PÂNTANO, A.; STEINMETZ, S.; CARAMORI, P. H.; RADIN, B.; PANDOLFO, C. Risco de ocorrência de geada na região centro-sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.57306>>. Acesso em: 10 agos. 2020.

ZHU, Z. et al. Assessment of spectral, polarimetric, temporal, and spatial dimensions for urban and peri-urban land cover classification using Landsat and SAR data. **Remote Sensing of Environment**, v.117, p.72-82, 2012.

CAPÍTULO II – CARACTERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA E SOCIOECONÔMICA DOS MUNICÍPIOS DO COREDE CELEIRO, RS

RESUMO

O estudo buscou traçar um diagnóstico de caráter demográfico, social e econômico dos municípios pertencentes ao Conselho de Desenvolvimento Regional Corede Celeiro (CC) com o objetivo de caracterizá-los de acordo com diferentes graus de similaridade à luz do desenvolvimento socioeconômico e humano da região. O Corede Celeiro é constituído de vinte e um municípios, com área territorial de 4.747,23 km² o que representa 1,7% do total do Estado do Rio Grande do Sul, com uma população de 144.641 habitantes, inferior a 2% da população gaúcha. Os procedimentos metodológicos empreendidos consistiram em levantamento de informações (bibliográficas, documentais e estatísticas) em instituições como Atlas Brasil, IBGE Cidades, FEE Dados. Quanto ao método, este estudo classifica-se como exploratório e a análise preliminar de dados com vistas a diagnosticar aspectos da realidade regional, referentes à população total, rural e urbana; densidade demográfica; índice de desenvolvimento socioeconômico; índice de desenvolvimento humano municipal; expectativa de vida ao nascer; coeficiente de mortalidade infantil; produto interno bruto; PIB per capita; estrutura fundiária; assistência técnica; atividades econômicas; valor adicionado bruto; população ocupada; e salário de trabalhadores formais. A análise dos dados demográficos para 2010 demonstrou haver uma população urbana no corede celeiro de 57,6% em relação aos 85,1% do estado. Contudo, um grupo significativo de municípios apresentava maioria da população residindo em áreas rurais (47,6%). Do ponto de vista social, o Corede apresenta médio desenvolvimento socioeconômico e humano com significativas evoluções ao longo da última década, muito em função da melhoria no conjunto de variáveis como renda, educação e saúde. A análise dos dados econômicos mostrou que a região é marcada pelo setor agropecuário, principal responsável pela geração de renda local. Com destaque no setor da Silvicultura, estão os municípios de Santo Augusto, Chiapetta, Três Passos, Tiradentes do Sul e Crissiumal. Na Agricultura, Santo Augusto, Coronel Bicaco, Chiapetta e Tenente Portela. Para completar o setor, na Pecuária o destaque está para Crissiumal, Tiradentes do Sul, Vista Gaúcha, Humaitá e Três Passos. O Corede Celeiro foi responsável por 3,3% do VAB da Agropecuária e 1,01% do VAB total do Estado do Rio Grande do Sul no ano de 2018. Em relação ao PIB apresentou, aproximadamente R\$ 4,3 milhões, cerca de 1% do total do Estado em 2018. A partir das informações levantadas e da análise inicial constata-se que a região está em constante desenvolvimento, não havendo oposição expressiva dos aspectos entre municípios. No entanto, dois pontos merecem atenção, notadamente a perda significativa de população rural nos últimos anos e o PIB per capita que permanece abaixo da média estadual.

Palavras-chave: Corede Celeiro; Desenvolvimento Regional; Rio Grande do Sul.

CHAPTER II - DEMOGRAPHIC AND SOCIOECONOMIC CHARACTERIZATION OF THE MUNICIPALITIES OF COREDE CELEIRO, RS

ABSTRACT

The study intended to draw a diagnosis of demographic, social, and economic characteristics of the municipalities belonging to the Regional Development Council Corede Celeiro (CC) to characterize them according to different degrees of similarity in the light of socio-economic and human development in the region. Corede Celeiro is formed by twenty-one municipalities, with a territorial area of 4,747.23 km² that represents 1.7% of the Rio Grande do Sul area, with a population of 144,641 inhabitants, less than 2% of the State population. The methodological procedures undertaken consisted of gathering information (bibliographic, documentary, and statistical) in institutions such as Atlas Brasil, IBGE Cidades, FEE Dados. As for the method, this study is classified as exploratory and the preliminary data analysis to diagnose aspects of the regional reality, referring to the total population, rural and urban; demographic density; socioeconomic development index; municipal human development index; life expectancy at birth; infant mortality coefficient; gross domestic product; GDP per capita; land structure; technical assistance; economic activities; gross added value; employed population; and wages of formal workers. The analysis of demographic data for 2010 detected an urban population in the Corede Celeiro of 57.6% in relation to the 85.1% of the state. However, a significant group of municipalities had a majority of the inhabitants residing in rural areas (47.6%). From a social point of view, Corede has a medium socio-economic and human development, with significant development over the last decade, largely due to the improvement in income, education, and health. The economic data analysis identified that the region is marked by the agricultural sector, mainly responsible for generating local income. Highlighted in the Silviculture sector are the municipalities of Santo Augusto, Chiapetta, Três Passos, Tiradentes do Sul, and Crissiumal. In Agriculture, Santo Augusto, Colonel Bicaco, Chiapetta and Tenente Portela. To complete the sector, in livestock the highlight goes to Crissiumal, Tiradentes do Sul, Vista Gaúcha, Humaitá and Três Passos. Corede Celeiro was responsible for 3.3% of the Agriculture GVA and 1.01% of the total State's GVA in 2018. In relation to GDP, it presented approximately R\$ 4.3 million, about 1% of the State total in 2018. From the information gathered and the initial analysis, the region is in constant development, with no significant differences among the municipalities. However, two points deserve attention, namely the significant loss of rural population in recent years and GDP per capita that remains below the state average.

Keywords: Corede Celeiro; Regional development; Rio Grande do Sul.

1 INTRODUÇÃO

Problemas de desenvolvimento fazem parte da realidade de muitas regiões no país, sejam eles sociais, econômicos ou de sustentabilidade. E não é diferente no estado do Rio Grande do Sul. Para identificá-los e mensurá-los, foram criados indicadores sociais e econômicos que tendem a identificar as deficiências e potencialidades de uma determinada região.

Os indicadores podem ser utilizados como recurso metodológico, ao trazer informação sobre a realidade, sobre algum aspecto de mudança que ocorre na sociedade, ou em recortes específicos (município ou região). Compreender as desigualdades regionais é o primeiro passo para o seu enfrentamento. Tempos de dificuldades podem representar oportunidades de inovação e de mudanças nas análises, nos conceitos e na ação política, especialmente no que tange à questão regional (CARGNIN, 2016).

O processo de planejar é fundamental para a mediação do desenvolvimento e por isso diagnosticar as dificuldades como por exemplos, a baixa obtenção de renda, situação social precária, poderá orientar gestores na escolha ou priorização para implementação de políticas sociais com maior eficácia.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar os municípios com intuito de entender a dinâmica referente ao desenvolvimento socioeconômico e humano da região pertencente ao Corede Celeiro.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Situado ao norte do Estado do Rio Grande do Sul e fundado pelo Decreto nº 45.436 de 09/01/2008, o Conselho Regional de Desenvolvimento da Região Celeiro é constituído por 21 municípios, totalizando uma área de 4.747,23 km² e uma população estimada no ano de 2019 de 144.641 habitantes (IBGE, 2020a) A Tabela 1 apresenta a data e lei de criação de cada município do Corede Celeiro, e seu respectivo município de origem.

Tabela 1 - Caracterização dos municípios pertencentes ao Corede Celeiro.

Município	Data de Criação	Lei de Criação	Município de Origem	Gentílico	Prefeito em exercício (2021)	Área (km²)
Barra do Guarita	20/03/1992	Lei nº 9.572	Tenente Portela	guaritense	Rodrigo Locatelli Tisott	62,80
Bom Progresso	20/03/1992	Lei nº 9.567	Campo Novo, Humaitá e Três Passos	bom-progressense	Armindo David Heinle	89,21
Braga	15/12/1965	Lei nº 5.154	Campo Novo e Redentora	braguense	Luís Carlos Balestrin	131,63
Campo Novo	31/01/1959	Lei nº 3.706	Tenente Portela e Três Passos	campo-novense	Pedro Dos Santos	220,72
Chiapetta	15/12/1965	Lei nº 5.155	Catuípe	chiapetense	Eder Luis Both	397,18
Coronel Bicaco	18/12/1963	Lei nº 4.649	Campo Novo, Palmeira das Missões e Santo Augusto	bicaquense	Jurandir Da Silva	492,30
Crissiumal	18/12/1954	Lei nº 2.533	Três Passos	crissiumalense	Marco Aurélio Nedel	363,60
Derrubadas	20/03/1992	Lei nº 9.576	Tenente Portela	derrubadense	Alair Cemin	360,85
Esperança do Sul	28/12/1995	Lei nº 10.638	Três Passos	esperançulense	Moisés Alfredo Ledur	148,91
Humaitá	18/02/1959	Lei nº 3.727	Crissiumal e Três Passos	humaitaense	Paulo Antônio Schwade	134,46
Inhacorá	20/03/1992	Lei nº 9.568	Catuípe e Chiapetta	inhacoreense	Everaldo Bueno Rolim	113,75
Miraguaí	15/12/1965	Lei nº 5.152	Campo Novo e Tenente Portela	miraguaiense	Valdelirio Pretto Da Silva	131,68
Redentora	21/01/1964	Lei nº 4.726	Campo Novo e Tenente Portela	redentoreense	Nilson Paulo Costa	303,69
Santo Augusto	17/02/1959	Lei nº 3.721	Três Passos	santo-augustense	Lilian Fontoura Depiere	467,78
São Martinho	27/11/1963	Lei nº 4.618	Campo Novo, Humaitá, Santo Augusto e Três de Maio	são-martinhense	Jeancarlohunhoff	171,20
São Valério do Sul	20/03/1992	Lei nº 9.624	Santo Augusto	são-valerense	Idílio José Speroni	107,40
Sede Nova	09/05/1988	Lei nº 8.601	Humaitá	sede-novense	Leandro Baungrat	119,30
Tenente Portela	18/08/1955	Lei nº 2.673	Três Passos	portelense	Rosemar Antônio Sala	337,50
Tiradentes do Sul	20/03/1992	Lei nº 9.625	Três Passos	tiradentense	Alceu Diel	236,20
Três Passos	28/12/1944	Decreto-Lei nº 716	Palmeira das Missões	três-passense	Arlei Luis Tomazoni	268,63
Vista Gaúcha	09/05/1988	Lei nº 8.608	Tenente Portela	vista-gauchense	Claudemir José Locatelli	90,02

O Corede Celeiro possui, dentre a sua população total, a existência da cultura indígena. Existem duas reservas indígenas legalmente constituídas, a Terra Indígena do Inhacorá existente no município de São Valério do Sul, e a Terra Indígena Guarita a qual abrange os municípios de Tenente Portela, Redentora e Erval Seco, sendo que este último município não pertence ao Corede Celeiro (FRITZEN, 2017). A Terra Indígena do Inhacorá possui uma área aproximada de 2.843 hectares, e uma população de 1.044 pessoas da etnia Kaingang. A Terra Indígena Guarita, considerada a maior reserva indígena do estado do Rio Grande do Sul, possui área de 23.406 hectares, com população aproximada de 6.001 pessoas, composta basicamente pelas etnias Kaingang e Guarani (FUNAI, 2017).

2.2 MÉTODO E BASE DE DADOS

Quanto ao método, este estudo classifica-se como exploratório, descritivo da conjuntura do Corede Celeiro e seus municípios integrantes, pois foi desenvolvido com base em diferentes materiais, constituído principalmente de livros, artigos científicos e base de dados, a fim de abordar a temática do desenvolvimento regional a partir dos aspectos demográficos, sociais e econômicos da região.

Utilizou-se de pesquisa bibliográfica, documental, e levantamento de dados em portais dos órgãos oficiais de estatística como o Atlas Brasil, FEE Dados, IBGE Cidades, entre outros. Estes dados foram analisados e organizados em mapas, tabelas e figuras, com vistas a diagnosticar aspectos da realidade regional. São eles: população total, rural e urbana; densidade demográfica; índice de desenvolvimento socioeconômico; índice de desenvolvimento humano municipal; expectativa de vida ao nascer; coeficiente de mortalidade infantil; produto interno bruto; PIB per capita; estrutura fundiária; assistência técnica; atividades econômicas; valor adicionado bruto; população ocupada; e salário de trabalhadores formais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS

3.1.1 População Total, Rural e Urbana

A região celeiro possui três centros de zona (Três Passos, Tenente Portela e Santo Augusto), e dezoito centros locais (Figura 1). O Município de Três Passos polariza onze

municípios de seu entorno: Derrubadas, Esperança do Sul, Tiradentes do Sul, Crissiumal, Humaitá, São Martinho, Sede Nova, Campo Novo Redentora, Braga e Bom Progresso. O município de Tenente Portela, no norte da região, atrai Miraguaí, Vista Gaúcha e Barra do Guarita. Por fim, Santo Augusto atrai os municípios ao sul da região: Chiapetta, Inhacorá, São Valério do Sul e Coronel Bicaco (RIO GRANDE DO SUL, 2015).

Figura 1 - Hierarquia Urbana dos municípios pertencentes ao Corede Celeiro, RS.



Em 2010, o Corede Celeiro possuía uma população de 141.482 habitantes, com relativo equilíbrio quanto à situação de domicílio, com 57,6% residindo no meio urbano e 42,4% no meio rural. O principal centro urbano era Três Passos, com população de 23.965 habitantes. Em segundo plano, apareciam Crissiumal, Santo Augusto, Tenente Portela e Redentora, com populações entre 10 e 15 mil habitantes. O restante dos municípios, com populações abaixo de 10 mil habitantes.

Para entender a dinâmica populacional ao longo do tempo, a Tabela 2 apresenta de forma detalhada a evolução populacional nos municípios do Corede Celeiro nos anos de 1970, 1980, 1991, 2000, 2010 até 2019. Nos cinco primeiros períodos foi realizado Censo Demográfico pelo IBGE, e a partir de 2011 os dados estão apresentados a partir de estimativa populacional.

Houve uma redução populacional no período de 1970 a 2010, partindo de aproximadamente 181.384 habitantes em 1970, para cerca de 141.482 em 2010, o que representa 39.902 pessoas a menos no Corede Celeiro, cerca de 22%. Na sequência, percebe-se um aumento de 2% que se torna estável até 2019. No entanto, ao analisar todo o período houve decréscimo populacional de 19%. Em comparação ao estado do Rio Grande do Sul, observa-se que em 1970 o Estado contava com cerca de 6,7 milhões de habitantes; enquanto em conformidade com a estimativa populacional elaborada para 2019, contava aproximadamente com 11,4 milhões de habitantes, o que representa nesse período um aumento populacional de 70,7%.

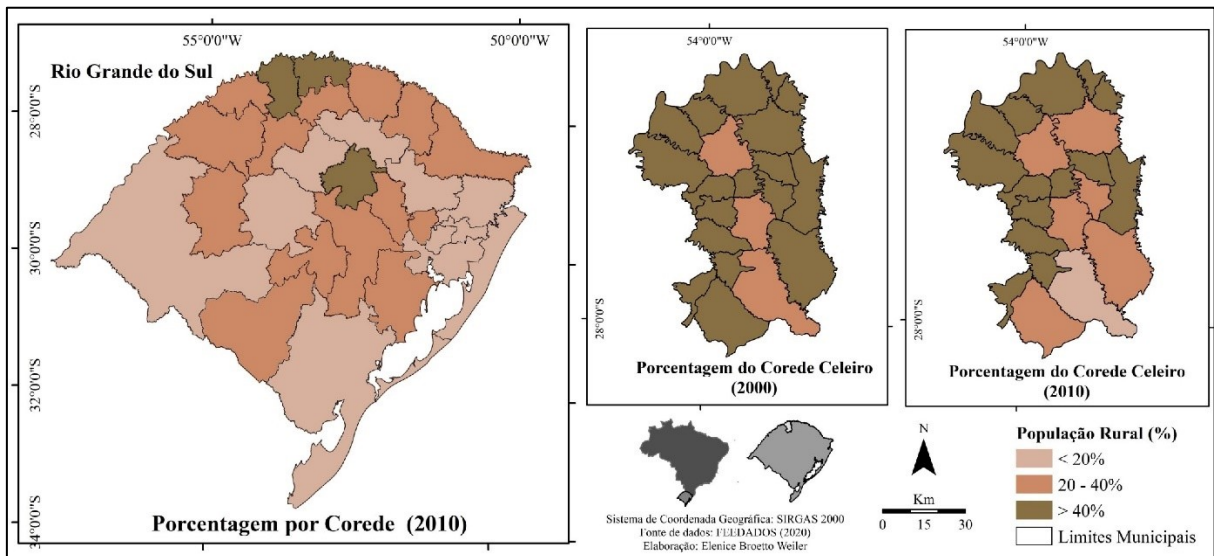
Em relação ao crescimento populacional dos municípios, observa-se que, no período 2000-2019, quatorze deles apresentaram taxas negativas de crescimento populacional. Os valores variaram entre -0,37%, em Tenente Portela, e -23,15, em Campo Novo. Por outro lado, os municípios de Redentora (22,43%), São Valério do Sul (14,17%), Barra do Guarita (12,45%), Vista Gaúcha (7,89%), Três Passos (6,48%), Miraguaí (5,88%) e Santo Augusto (1,18%) apresentaram crescimento positivo no período.

A repartição da população entre o rural e o urbano e a sua distribuição no território é fato relevante para entendimento da dinâmica populacional. Enquanto algumas regiões registram taxas de urbanização próximas a 98%, como nos Coredes Vale do Sinos e Metropolitano Delta do Jacuí, outras apresentam elevados percentuais de população vivendo em suas áreas rurais, como é o caso das regiões localizadas nos Coredes Alto da Serra do Botucarái, Médio Alto Uruguai e Celeiro, com população rural superior a 40% e, que se ocupa predominantemente na pequena propriedade (Figura 2) (FEE, 2014).

Tabela 2 - Dados populacionais para os municípios pertencentes ao Corede Celeiro, para os anos de 1970, 1980, 1991, 2000, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019.

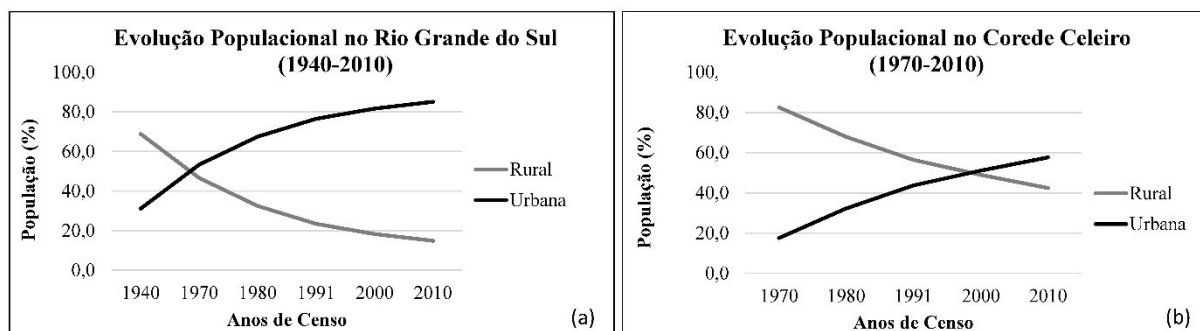
Município	1970	1980	1991	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Barra do Guarita	-	-	-	2.987	3.089	3.143	3.168	3.198	3.205	3.228	3.248	3.310	3.327	3.359
Bom Progresso	-	-	-	2.831	2.328	2.404	2.370	2.395	2.363	2.347	2.300	2.304	2.294	2.343
Braga	6.700	5.780	4.924	4.198	3.702	3.756	3.717	3.704	3.663	3.714	3.666	3.723	3.731	3.758
Campo Novo	10.332	10.717	9.410	6.721	5.459	5.495	5.422	5.285	5.304	5.231	5.207	5.185	5.207	5.165
Chiapetta	4.405	4.419	6.670	4.481	4.044	4.085	4.093	4.176	4.206	4.181	4.117	4.176	4.178	4.171
Coronel Bicaco	8.437	9.237	9.598	8.435	7.748	7.797	7.688	7.641	7.492	7.394	7.271	7.278	7.404	7.398
Crissiumal	19.275	19.577	18.183	15.180	14.084	14.307	14.187	14.095	14.103	13.970	14.085	13.885	13.960	13.894
Derrubadas	-	-	-	3.715	3.190	3.233	3.170	3.088	2.981	2.980	2.971	3.017	2.998	2.995
Esperança do Sul	-	-	-	3.755	3.272	3.298	3.258	3.305	3.300	3.316	3.273	3.273	3.279	3.269
Humaitá	11.262	9.948	6.030	5.228	4.919	4.998	4.975	4.980	4.961	4.963	4.944	5.015	4.968	5.010
Inhacorá	-	-	-	2.378	2.267	2.353	2.346	2.341	2.361	2.336	2.298	2.234	2.246	2.302
Miraguaí	8.400	7.681	5.999	5.034	4.855	4.961	5.024	5.113	5.191	5.221	5.237	5.234	5.277	5.330
Redentora	11.543	10.340	9.176	8.846	10.222	10.598	10.648	10.775	10.867	10.914	10.784	10.720	10.697	10.830
Santo Augusto	14.812	17.462	17.832	14.426	13.968	14.139	14.159	14.239	14.475	14.663	14.806	14.771	14.622	14.596
São Martinho	8.763	8.037	7.352	6.321	5.773	5.927	6.002	5.977	5.844	5.815	5.856	5.939	6.017	6.006
São Valério do Sul	-	-	-	2.625	2.647	2.792	2.908	3.003	3.007	2.978	2.954	2.962	2.997	2.997
Sede Nova	-	-	3.734	3.208	3.011	3.083	3.059	3.093	3.103	3.116	3.086	3.073	3.089	3.142
Tenente Portela	34.227	30.643	23.674	14.343	13.719	14.144	14.171	14.257	14.139	14.240	14.131	14.187	14.142	14.290
Tiradentes do Sul	-	-	-	7.497	6.461	6.510	6.472	6.240	6.079	6.001	5.969	5.882	5.782	5.864
Três Passos	43.228	45.623	40.761	24.656	23.965	24.539	24.922	25.228	25.420	25.433	25.488	25.639	25.962	26.253
Vista Gaúcha	-	-	2.749	2.725	2.759	2.836	2.842	2.828	2.787	2.790	2.802	2.834	2.885	2.940
Corede Celeiro	181.384	179.464	166.092	149.590	141.482	144.398	144.601	144.961	144.851	144.831	144.493	144.641	145.062	145.912
Rio Grande do Sul (x1000)	6.664,8	7.773,8	9.138,7	10.187,8	10.693,9	10.963,3	11.014,4	11.066,5	11.119,8	11.175,8	11.229,9	11.280,2	11.329,6	11.377,2

Figura 2 - Mapa da porcentagem de população rural residente no ano de 2010 nos Coredes e detalhe para o Corede Celeiro, com porcentual por município para 2000 e 2010.



O que ocorre nesses locais é a crescente mudança da dinâmica demográfica, com relativo esvaziamento das regiões localizadas mais a oeste e noroeste do território sul-rio-grandense, em favor dos territórios situados mais a leste do Estado. A população urbana, de 67,5% em 1980, passou para 76,6% em 1991, chegando a 81,6% em 2000 e a 85,1% em 2010 (Figura 3a). Considerando que, em 1940, menos de um terço da população vivia nas zonas urbanas do Estado, observa-se um aumento significativo em apenas 50 anos.

Figura 3 - Histórico evolutivo da população rural e urbana (1940-2010): a) para o Rio Grande do Sul; b) para o Corede Celeiro.



Fonte: elaborado com base em (IBGE, 2020a)

Entre os anos de 1960 e 1970, as participações entre a população urbana e rural no estado iniciaram um processo de inversão, para o qual contribuiu o intenso processo de modernização

da agricultura que ganhou força nos anos 60, juntamente com o processo de repartição da pequena propriedade, expulsando um significativo número de agricultores, principalmente do Norte do Estado, em direção às regiões industriais e às novas fronteiras agrícolas do país. Contudo, a inversão demorou mais de três décadas para ocorrer no Corede Celeiro, permanecendo menos acentuada ao passar do tempo em comparação aos dados totais, visto que no ano de 2010 a população urbana no Corede celeiro era de 57,6%, em relação aos 85,1% do estado (Figura 3b).

A caracterização populacional dos últimos censos mostra perdas na área rural onde, à exceção de Redentora, todos os municípios apresentaram diminuição. Por outro lado, alguns municípios tiveram acréscimo significativos em suas populações urbanas, como Esperança do Sul e Vista Gaúcha superando os 80% (Tabela 3).

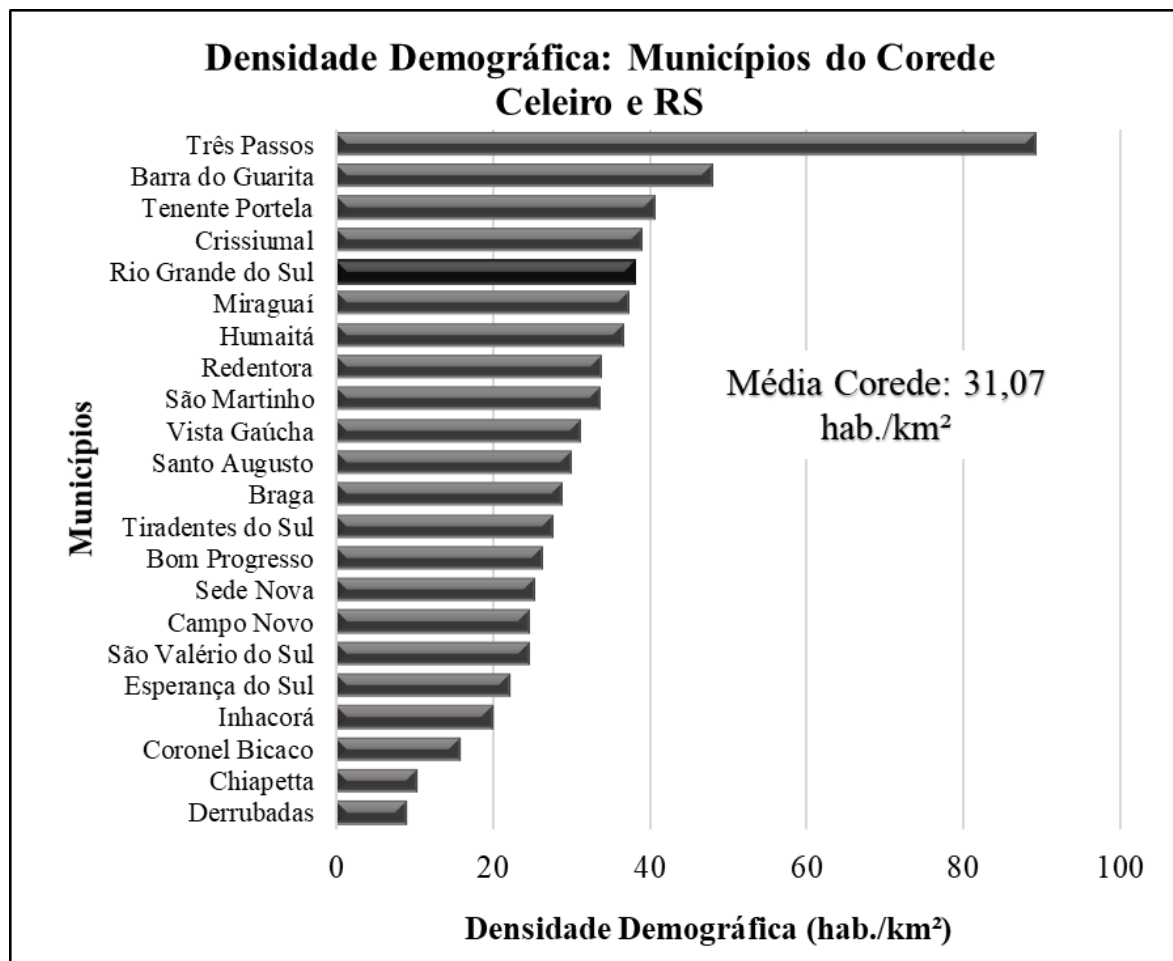
Tabela 3 - Dinâmica populacional dos municípios do Corede Celeiro no período de 2000-2010.

Município	População Rural		Dinâmica Populacional (%)	População Urbana		Dinâmica Populacional (%)
	2000	2010		2000	2010	
Barra do Guarita	1.881	1.718	-8,67	1.106	1.371	23,96
Bom Progresso	1.820	1.182	-35,05	1.011	1.146	13,35
Braga	1.858	1.420	-23,57	2.340	2.282	-2,48
Campo Novo	2.104	1.350	-35,84	4.617	4.109	-11,00
Chiapetta	1.935	1.574	-18,66	2.546	2.470	-2,99
Coronel Bicaco	4.152	2.680	-35,45	4.283	5.068	18,33
Crissiumal	9.056	7.960	-12,10	6.124	6.124	0,00
Derrubadas	2.929	2.289	-21,85	786	901	14,63
Esperança do Sul	3.332	2.428	-27,13	423	844	99,53
Humaitá	2.562	2.008	-21,62	2.666	2.911	9,19
Inhacorá	1.101	921	-16,35	1.277	1.346	5,40
Miraguaí	3.248	2.786	-14,22	1.786	2.069	15,85
Redentora	6.084	7.220	18,67	2.762	3.002	8,69
Santo Augusto	3.382	2.588	-23,48	11.044	11.380	3,04
São Martinho	3.311	2.332	-29,57	3.010	3.441	14,32
São Valério do Sul	2.164	2.137	-1,25	461	510	10,63
Sede Nova	1.768	1.430	-19,12	1.440	1.581	9,79
Tenente Portela	5.823	4.872	-16,33	8.520	8.847	3,84
Tiradentes do Sul	5.976	4.363	-26,99	1.521	2.098	37,94
Três Passos	6.512	4.911	-24,59	18.144	19.054	5,02
Vista Gaúcha	2.205	1.794	-18,64	520	965	85,58
Corede Celeiro	73.203	59.963	-18,09	76.387	81.519	6,72
Rio Grande do Sul	1.869.814	1.593.638	-14,77	8.317.984	9.100.291	9,41

3.1.2 Densidade Demográfica

A verificação das áreas mais ou menos povoadas dentro do Corede Celeiro é feita pela distribuição da população residente pelo território de cada município. Na Figura 4 encontram-se os valores de densidade demográfica para o ano de 2010.

Figura 4 - Densidade Demográfica para os municípios do Corede Celeiro em 2010.



Fonte: elaborado com base em (IBGE, 2020a)

Nota-se que em 2010, o Corede Celeiro apresentou média de 31,07 hab./km², próximo a média do Estado que era de 37,96 hab./km². Contudo, Três Passos destaca-se beirando os 90 hab./km², maior densidade demográfica vista no Corede naquele ano. Na outra ponta está Derrubadas com apenas 8,86 hab./km².

3.2 CARACTERÍSTICAS SOCIAIS

3.2.1 Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE)

O IDESE objetiva medir o grau de desenvolvimento dos municípios do Rio Grande do Sul. Como resultado da agregação de três blocos de indicadores (Educação, Renda e Saúde), considera a classificação do índice em alto ($>0,8$), médio ($0,5-0,79$) e baixo ($<0,49$) (RIO GRANDE DO SUL, 2020). Dados evolutivos de IDESE para todos os municípios pertencentes ao Corede celeiro, bem como de todos os Coredes pertencentes ao estado do Rio Grande do Sul, divididos em blocos para os anos de 2013 a 2018 estão representados na Tabela 4.

O Rio Grande do Sul encontra-se no patamar de médio desenvolvimento, com IDESE de 0,767 em 2018. O bloco Saúde, embora tenha avançado menos do que os demais no período de 2008 a 2018, é o único dos três que se encontra no nível de alto desenvolvimento. Os blocos Educação e Renda se encontram no nível médio, sendo que a educação teve maior crescimento no período (8%) e a renda uma leve queda entre 2014 e 2016, retornando seu crescimento nos últimos anos (Figura 5a).

O Corede Celeiro em 2018, apresentava IDESE na faixa de médio desenvolvimento (0,754) e na décima sétima posição no ranking dos 28 Coredes (Figura 5c). Ao contrário do estado, no período de 2008 a 2018, o Corede teve índices maiores de educação em relação à renda, invertendo a posição em relação à média no gráfico (Figura 5b).

O município com menor valor de IDESE para 2018 é Redentora, com 0,620. Considerando o nível de desenvolvimento socioeconômico, o Corede Celeiro possui apenas o município de São Martinho na faixa de alto desenvolvimento com valor de 0,812 (Figura 5d). Os demais municípios estão classificados no nível médio e seus valores variam entre 0,795 em Vista Gaúcha e 0,651 em São Valério do Sul. Um grupo de cinco municípios obteve IDESE abaixo de 0,700, muito em função do desempenho no Bloco Renda, com as variáveis que medem geração e distribuição de renda se encontrando entre as menores do Corede.

Tabela 4 - Evolução do IDESE por município do Corede Celeiro e por Corede do Estado do Rio Grande do Sul, divididos em blocos para os anos de 2008 a 2018.

(continua)

Município	IDESE										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Barra do Guarita	0,606	0,634	0,646	0,659	0,679	0,652	0,669	0,689	0,689	0,656	0,68
Bom Progresso	0,636	0,629	0,667	0,677	0,685	0,696	0,723	0,732	0,732	0,749	0,736
Braga	0,609	0,628	0,654	0,642	0,645	0,68	0,684	0,684	0,684	0,689	0,694
Campo Novo	0,654	0,677	0,675	0,697	0,707	0,719	0,711	0,732	0,732	0,755	0,754
Chiapetta	0,701	0,717	0,732	0,754	0,727	0,768	0,771	0,785	0,785	0,773	0,784
Coronel Bicaco	0,625	0,635	0,638	0,658	0,665	0,704	0,702	0,693	0,693	0,699	0,705
Crissiumal	0,653	0,669	0,695	0,701	0,717	0,737	0,732	0,738	0,738	0,753	0,754
Derrubadas	0,653	0,653	0,654	0,688	0,68	0,698	0,712	0,728	0,728	0,722	0,718
Esperança do Sul	0,571	0,577	0,583	0,62	0,641	0,657	0,661	0,676	0,676	0,666	0,682
Humaitá	0,672	0,698	0,723	0,739	0,745	0,759	0,765	0,771	0,771	0,762	0,777
Inhacorá	0,635	0,632	0,63	0,656	0,641	0,67	0,669	0,671	0,671	0,7	0,72
Miraguaí	0,66	0,713	0,715	0,743	0,728	0,754	0,764	0,766	0,766	0,776	0,783
Redentora	0,512	0,56	0,548	0,575	0,57	0,583	0,598	0,607	0,607	0,618	0,620
Santo Augusto	0,693	0,71	0,717	0,739	0,737	0,763	0,763	0,77	0,77	0,775	0,781
São Martinho	0,689	0,693	0,715	0,736	0,751	0,76	0,766	0,786	0,786	0,805	0,812
São Valério do Sul	0,56	0,537	0,558	0,557	0,631	0,646	0,639	0,644	0,644	0,66	0,651
Sede Nova	0,701	0,697	0,686	0,717	0,725	0,742	0,731	0,734	0,734	0,758	0,764
Tenente Portela	0,651	0,656	0,681	0,699	0,7	0,721	0,729	0,723	0,723	0,733	0,741
Tiradentes do Sul	0,627	0,636	0,628	0,642	0,659	0,693	0,702	0,701	0,701	0,727	0,739
Três Passos	0,692	0,706	0,723	0,748	0,756	0,757	0,766	0,77	0,77	0,771	0,771
Vista Gaúcha	0,703	0,719	0,731	0,741	0,747	0,774	0,785	0,78	0,78	0,79	0,795
Corede Celeiro	0,65	0,667	0,68	0,699	0,708	0,724	0,731	0,736	0,741	0,748	0,754
Rio Grande do Sul	0,702	0,71	0,72	0,726	0,734	0,744	0,753	0,752	0,755	0,762	0,767

Tabela 4 - Evolução do IDESE por município do Corede Celeiro e por Corede do Estado do Rio Grande do Sul, divididos em blocos para os anos de 2008 a 2018.

(continuação)

Município	IDESE SAÚDE										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Barra do Guarita	0,817	0,783	0,814	0,83	0,843	0,839	0,814	0,819	0,819	0,811	0,818
Bom Progresso	0,801	0,795	0,82	0,814	0,816	0,794	0,797	0,814	0,814	0,843	0,839
Braga	0,782	0,8	0,787	0,784	0,808	0,821	0,843	0,869	0,869	0,872	0,873
Campo Novo	0,789	0,798	0,813	0,828	0,856	0,835	0,824	0,803	0,803	0,837	0,843
Chiapetta	0,848	0,845	0,839	0,833	0,843	0,856	0,862	0,865	0,865	0,845	0,841
Coronel Bicaco	0,798	0,803	0,804	0,805	0,798	0,794	0,802	0,814	0,814	0,819	0,816
Crissiumal	0,828	0,837	0,836	0,833	0,824	0,825	0,836	0,848	0,848	0,85	0,858
Derrubadas	0,806	0,827	0,812	0,824	0,789	0,783	0,802	0,849	0,849	0,855	0,83
Esperança do Sul	0,799	0,807	0,799	0,829	0,837	0,837	0,838	0,853	0,853	0,849	0,861
Humaitá	0,785	0,786	0,825	0,837	0,831	0,822	0,825	0,843	0,843	0,871	0,883
Inhacorá	0,902	0,876	0,883	0,86	0,873	0,881	0,885	0,887	0,887	0,873	0,851
Miraguaí	0,787	0,832	0,868	0,838	0,815	0,815	0,829	0,858	0,858	0,91	0,915
Redentora	0,76	0,767	0,766	0,776	0,792	0,794	0,808	0,829	0,829	0,839	0,828
Santo Augusto	0,834	0,842	0,832	0,825	0,827	0,828	0,84	0,852	0,852	0,871	0,857
São Martinho	0,811	0,821	0,838	0,841	0,838	0,826	0,825	0,846	0,846	0,879	0,889
São Valério do Sul	0,812	0,807	0,832	0,814	0,831	0,818	0,849	0,865	0,865	0,86	0,852
Sede Nova	0,85	0,843	0,817	0,804	0,822	0,833	0,834	0,831	0,831	0,881	0,886
Tenente Portela	0,796	0,792	0,8	0,798	0,817	0,823	0,847	0,844	0,844	0,83	0,836
Tiradentes do Sul	0,779	0,788	0,775	0,771	0,77	0,802	0,806	0,821	0,821	0,829	0,846
Três Passos	0,794	0,796	0,813	0,817	0,813	0,814	0,814	0,84	0,84	0,848	0,834
Vista Gaúcha	0,817	0,802	0,805	0,822	0,866	0,858	0,863	0,854	0,854	0,871	0,868
Corede Celeiro	0,8	0,804	0,809	0,809	0,815	0,816	0,828	0,84	0,848	0,851	0,849
Rio Grande do Sul	0,799	0,803	0,807	0,807	0,809	0,808	0,813	0,818	0,821	0,824	0,825

Tabela 4 - Evolução do IDESE por município do Corede Celeiro e por Corede do Estado do Rio Grande do Sul, divididos em blocos para os anos de 2008 a 2018.

(continuação)

Município	IDESE RENDA										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Barra do Guarita	0,379	0,428	0,448	0,449	0,446	0,47	0,479	0,473	0,473	0,491	0,484
Bom Progresso	0,476	0,476	0,546	0,555	0,55	0,603	0,622	0,616	0,616	0,624	0,628
Braga	0,419	0,421	0,487	0,465	0,46	0,514	0,494	0,496	0,496	0,507	0,52
Campo Novo	0,482	0,505	0,547	0,563	0,552	0,618	0,634	0,642	0,642	0,647	0,648
Chiapetta	0,6	0,608	0,614	0,667	0,579	0,708	0,7	0,708	0,708	0,706	0,723
Coronel Bicaco	0,502	0,524	0,559	0,572	0,552	0,615	0,625	0,633	0,633	0,633	0,64
Crissiumal	0,467	0,508	0,551	0,551	0,568	0,597	0,608	0,609	0,609	0,627	0,628
Derrubadas	0,546	0,517	0,495	0,518	0,521	0,576	0,578	0,561	0,561	0,576	0,581
Esperança do Sul	0,449	0,458	0,467	0,499	0,501	0,559	0,541	0,539	0,539	0,551	0,568
Humaitá	0,574	0,581	0,616	0,642	0,648	0,694	0,7	0,693	0,693	0,691	0,698
Inhacorá	0,466	0,446	0,488	0,507	0,428	0,529	0,503	0,506	0,506	0,557	0,582
Miraguaí	0,526	0,58	0,576	0,664	0,65	0,704	0,713	0,695	0,695	0,678	0,691
Redentora	0,314	0,339	0,313	0,354	0,326	0,416	0,44	0,424	0,424	0,429	0,458
Santo Augusto	0,616	0,631	0,652	0,691	0,665	0,725	0,715	0,722	0,722	0,736	0,739
São Martinho	0,559	0,571	0,623	0,646	0,645	0,72	0,709	0,711	0,711	0,74	0,722
São Valério do Sul	0,446	0,439	0,473	0,491	0,45	0,525	0,544	0,516	0,516	0,533	0,534
Sede Nova	0,603	0,621	0,644	0,659	0,663	0,728	0,712	0,699	0,699	0,716	0,717
Tenente Portela	0,495	0,506	0,539	0,56	0,564	0,614	0,634	0,642	0,642	0,671	0,675
Tiradentes do Sul	0,469	0,501	0,497	0,518	0,531	0,571	0,581	0,594	0,594	0,617	0,614
Três Passos	0,559	0,598	0,63	0,642	0,669	0,673	0,677	0,679	0,679	0,696	0,695
Vista Gaúcha	0,592	0,602	0,642	0,66	0,668	0,699	0,729	0,735	0,735	0,72	0,712
Corede Celeiro	0,519	0,542	0,569	0,591	0,587	0,636	0,641	0,642	0,646	0,656	0,66
Rio Grande do Sul	0,685	0,691	0,712	0,721	0,73	0,741	0,746	0,735	0,728	0,737	0,74

Tabela 4 - Evolução do IDESE por município do Corede Celeiro e por Corede do Estado do Rio Grande do Sul, divididos em blocos para os anos de 2008 a 2018.

(continuação)

Município	IDEESE EDUCAÇÃO										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Barra do Guarita	0,621	0,691	0,677	0,699	0,747	0,647	0,714	0,775	0,775	0,666	0,737
Bom Progresso	0,633	0,616	0,636	0,662	0,689	0,691	0,751	0,767	0,767	0,78	0,74
Braga	0,628	0,664	0,688	0,677	0,668	0,705	0,717	0,688	0,688	0,689	0,687
Campo Novo	0,692	0,727	0,664	0,699	0,713	0,704	0,674	0,75	0,75	0,781	0,771
Chiapetta	0,656	0,697	0,742	0,762	0,758	0,739	0,75	0,781	0,781	0,768	0,79
Coronel Bicaco	0,577	0,577	0,552	0,598	0,644	0,703	0,68	0,632	0,632	0,646	0,66
Crissiumal	0,664	0,661	0,698	0,718	0,759	0,79	0,75	0,757	0,757	0,781	0,776
Derrubadas	0,606	0,614	0,654	0,724	0,73	0,734	0,754	0,775	0,775	0,736	0,744
Esperança do Sul	0,465	0,465	0,481	0,531	0,585	0,576	0,605	0,637	0,637	0,596	0,617
Humaitá	0,659	0,726	0,729	0,739	0,755	0,762	0,77	0,776	0,776	0,725	0,75
Inhacorá	0,538	0,575	0,519	0,603	0,621	0,599	0,619	0,62	0,62	0,669	0,726
Miraguaí	0,666	0,726	0,702	0,725	0,721	0,743	0,752	0,745	0,745	0,739	0,744
Redentora	0,461	0,572	0,565	0,594	0,592	0,541	0,546	0,566	0,566	0,588	0,575
Santo Augusto	0,63	0,658	0,667	0,7	0,719	0,736	0,732	0,735	0,735	0,719	0,747
São Martinho	0,696	0,688	0,685	0,723	0,771	0,736	0,764	0,799	0,799	0,795	0,825
São Valério do Sul	0,423	0,365	0,368	0,366	0,611	0,595	0,523	0,55	0,55	0,588	0,568
Sede Nova	0,65	0,625	0,599	0,688	0,69	0,666	0,646	0,674	0,674	0,677	0,69
Tenente Portela	0,663	0,671	0,702	0,738	0,72	0,724	0,707	0,684	0,684	0,698	0,712
Tiradentes do Sul	0,632	0,618	0,613	0,637	0,677	0,707	0,718	0,687	0,687	0,734	0,756
Três Passos	0,722	0,725	0,727	0,784	0,786	0,785	0,808	0,791	0,791	0,77	0,785
Vista Gaúcha	0,699	0,754	0,746	0,742	0,707	0,766	0,762	0,749	0,749	0,78	0,805
Corede Celeiro	0,632	0,654	0,663	0,698	0,722	0,721	0,725	0,726	0,727	0,737	0,752
Rio Grande do Sul	0,622	0,637	0,64	0,651	0,664	0,683	0,699	0,703	0,715	0,727	0,736

Tabela 4 - Evolução do IDESE por município do Corede Celeiro e por Corede do Estado do Rio Grande do Sul, divididos em blocos para os anos de 2008 a 2018.

(continuação)

Corede	IDESE										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Alto da Serra do Botucaraí	0,65	0,668	0,661	0,679	0,682	0,707	0,713	0,727	0,733	0,737	0,742
Alto Jacuí	0,735	0,74	0,741	0,751	0,753	0,778	0,783	0,786	0,79	0,791	0,799
Campanha	0,653	0,663	0,671	0,669	0,674	0,698	0,712	0,718	0,721	0,732	0,734
Campos de Cima da Serra	0,646	0,661	0,676	0,68	0,695	0,709	0,715	0,717	0,721	0,734	0,737
Celeiro	0,65	0,667	0,68	0,699	0,708	0,724	0,731	0,736	0,741	0,748	0,754
Central	0,685	0,694	0,702	0,719	0,725	0,738	0,751	0,753	0,757	0,766	0,772
Centro-Sul	0,629	0,631	0,643	0,656	0,668	0,676	0,686	0,68	0,692	0,7	0,706
Fronteira Noroeste	0,726	0,73	0,733	0,747	0,76	0,777	0,789	0,781	0,779	0,786	0,786
Fronteira Oeste	0,64	0,645	0,652	0,654	0,667	0,685	0,697	0,703	0,705	0,716	0,72
Hortênsias	0,673	0,688	0,699	0,714	0,728	0,738	0,751	0,755	0,754	0,764	0,769
Jacuí-Centro	0,641	0,649	0,65	0,659	0,673	0,701	0,711	0,705	0,71	0,718	0,718
Litoral	0,673	0,684	0,691	0,692	0,699	0,703	0,711	0,71	0,71	0,717	0,712
Médio Alto Uruguai	0,658	0,668	0,672	0,693	0,699	0,725	0,737	0,747	0,747	0,755	0,754
Metropolitano Delta do Jacuí	0,733	0,738	0,747	0,75	0,757	0,762	0,77	0,768	0,767	0,774	0,78
Missões	0,678	0,684	0,688	0,702	0,711	0,733	0,74	0,747	0,746	0,756	0,764
Nordeste	0,695	0,707	0,712	0,726	0,733	0,744	0,754	0,754	0,764	0,772	0,783
Noroeste Colonial	0,745	0,762	0,758	0,778	0,799	0,79	0,797	0,795	0,795	0,798	0,806
Norte	0,72	0,738	0,752	0,771	0,773	0,791	0,796	0,797	0,792	0,797	0,804
Paranhana-Encosta da Serra	0,668	0,676	0,701	0,704	0,711	0,716	0,728	0,726	0,725	0,736	0,741
Produção	0,713	0,727	0,739	0,755	0,764	0,775	0,781	0,78	0,781	0,787	0,793
Rio da Várzea	0,687	0,701	0,711	0,724	0,722	0,752	0,763	0,767	0,771	0,774	0,777
Serra	0,761	0,77	0,79	0,799	0,805	0,814	0,823	0,815	0,813	0,822	0,829
Sul	0,646	0,653	0,66	0,664	0,673	0,683	0,69	0,689	0,706	0,715	0,717
Vale do Caí	0,706	0,714	0,729	0,741	0,751	0,758	0,761	0,761	0,761	0,769	0,777

Tabela 4 - Evolução do IDESE por município do Corede Celeiro e por Corede do Estado do Rio Grande do Sul, divididos em blocos para os anos de 2008 a 2018.

(continuação)											
Vale do Jaguari	0,65	0,656	0,658	0,67	0,683	0,713	0,728	0,732	0,743	0,755	0,766
Vale do Rio dos Sinos	0,692	0,709	0,714	0,715	0,72	0,723	0,729	0,735	0,742	0,748	0,754
Vale do Rio Pardo	0,677	0,689	0,701	0,711	0,719	0,733	0,745	0,74	0,746	0,754	0,759
Vale do Taquari	0,74	0,749	0,758	0,763	0,778	0,784	0,79	0,779	0,781	0,787	0,788
Rio Grande do Sul	0,702	0,71	0,72	0,726	0,734	0,744	0,753	0,752	0,755	0,762	0,767
	IDESE SAÚDE										
Corede	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Alto da Serra do Botucaraí	0,803	0,811	0,811	0,807	0,802	0,806	0,812	0,825	0,821	0,821	0,817
Alto Jacuí	0,818	0,825	0,828	0,827	0,822	0,813	0,815	0,82	0,825	0,828	0,827
Campanha	0,766	0,769	0,772	0,769	0,768	0,776	0,785	0,795	0,794	0,796	0,8
Campos de Cima da Serra	0,765	0,775	0,777	0,771	0,784	0,789	0,806	0,805	0,806	0,807	0,806
Celeiro	0,8	0,804	0,809	0,809	0,815	0,816	0,828	0,84	0,848	0,851	0,849
Central	0,776	0,777	0,787	0,797	0,807	0,81	0,811	0,821	0,827	0,836	0,839
Centro-Sul	0,783	0,792	0,801	0,808	0,812	0,806	0,804	0,802	0,805	0,81	0,806
Fronteira Noroeste	0,836	0,837	0,839	0,837	0,842	0,838	0,838	0,834	0,838	0,843	0,849
Fronteira Oeste	0,755	0,757	0,762	0,761	0,761	0,76	0,759	0,763	0,768	0,773	0,778
Hortênsias	0,802	0,805	0,812	0,818	0,821	0,824	0,838	0,845	0,848	0,848	0,853
Jacuí-Centro	0,759	0,766	0,772	0,775	0,781	0,79	0,796	0,794	0,783	0,785	0,785
Litoral	0,806	0,805	0,81	0,807	0,802	0,793	0,798	0,809	0,807	0,804	0,799
Médio Alto Uruguai	0,821	0,824	0,839	0,842	0,844	0,843	0,848	0,855	0,855	0,852	0,85
Metropolitano Delta do Jacuí	0,79	0,796	0,8	0,799	0,802	0,804	0,809	0,813	0,815	0,815	0,815
Missões	0,809	0,806	0,806	0,803	0,801	0,802	0,807	0,815	0,813	0,819	0,817
Nordeste	0,854	0,858	0,857	0,855	0,862	0,856	0,855	0,857	0,861	0,871	0,882
Noroeste Colonial	0,827	0,837	0,845	0,851	0,851	0,851	0,852	0,861	0,863	0,863	0,863
Norte	0,834	0,835	0,837	0,836	0,834	0,844	0,855	0,862	0,861	0,859	0,864
Paranhana-Encosta da Serra	0,814	0,821	0,817	0,813	0,813	0,808	0,814	0,812	0,819	0,822	0,824

Tabela 4 - Evolução do IDESE por município do Corede Celeiro e por Corede do Estado do Rio Grande do Sul, divididos em blocos para os anos de 2008 a 2018.

(continuação)											
Produção	0,823	0,823	0,826	0,826	0,824	0,822	0,83	0,835	0,839	0,839	0,845
Rio da Várzea	0,836	0,84	0,851	0,845	0,852	0,844	0,856	0,865	0,877	0,879	0,871
Serra	0,864	0,869	0,873	0,873	0,874	0,874	0,878	0,882	0,887	0,89	0,891
Sul	0,77	0,775	0,779	0,768	0,764	0,756	0,761	0,763	0,759	0,762	0,766
Vale do Caí	0,807	0,809	0,815	0,82	0,828	0,831	0,838	0,842	0,853	0,859	0,862
Vale do Jaguari	0,794	0,794	0,794	0,794	0,806	0,812	0,826	0,83	0,832	0,835	0,84
Vale do Rio dos Sinos	0,781	0,783	0,787	0,788	0,79	0,79	0,791	0,798	0,805	0,813	0,819
Vale do Rio Pardo	0,802	0,807	0,817	0,812	0,819	0,817	0,826	0,825	0,824	0,823	0,822
Vale do Taquari	0,846	0,848	0,852	0,853	0,861	0,858	0,863	0,861	0,868	0,871	0,877
Rio Grande do Sul	0,799	0,803	0,807	0,807	0,809	0,808	0,813	0,818	0,821	0,824	0,825
	IDESE RENDA										
Corede	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Alto da Serra do Botucaraí	0,562	0,588	0,568	0,602	0,604	0,653	0,646	0,648	0,655	0,667	0,682
Alto Jacuí	0,726	0,727	0,724	0,753	0,746	0,796	0,789	0,785	0,787	0,795	0,818
Campanha	0,555	0,565	0,595	0,587	0,598	0,631	0,637	0,644	0,649	0,659	0,657
Campos de Cima da Serra	0,607	0,625	0,664	0,666	0,678	0,698	0,699	0,708	0,706	0,698	0,698
Celeiro	0,519	0,542	0,569	0,591	0,587	0,636	0,641	0,642	0,646	0,656	0,66
Central	0,642	0,655	0,671	0,688	0,681	0,708	0,72	0,705	0,698	0,711	0,722
Centro-Sul	0,553	0,552	0,565	0,572	0,585	0,597	0,605	0,593	0,587	0,598	0,607
Fronteira Noroeste	0,659	0,655	0,669	0,693	0,701	0,734	0,747	0,717	0,72	0,735	0,737
Fronteira Oeste	0,542	0,552	0,565	0,569	0,587	0,613	0,623	0,624	0,62	0,637	0,636
Hortênsias	0,617	0,626	0,665	0,674	0,693	0,704	0,711	0,704	0,696	0,707	0,712
Jacuí-Centro	0,572	0,584	0,579	0,595	0,608	0,639	0,654	0,645	0,64	0,651	0,646
Litoral	0,587	0,599	0,619	0,617	0,639	0,623	0,629	0,621	0,611	0,621	0,607
Médio Alto Uruguai	0,532	0,545	0,559	0,582	0,581	0,63	0,635	0,652	0,65	0,663	0,66

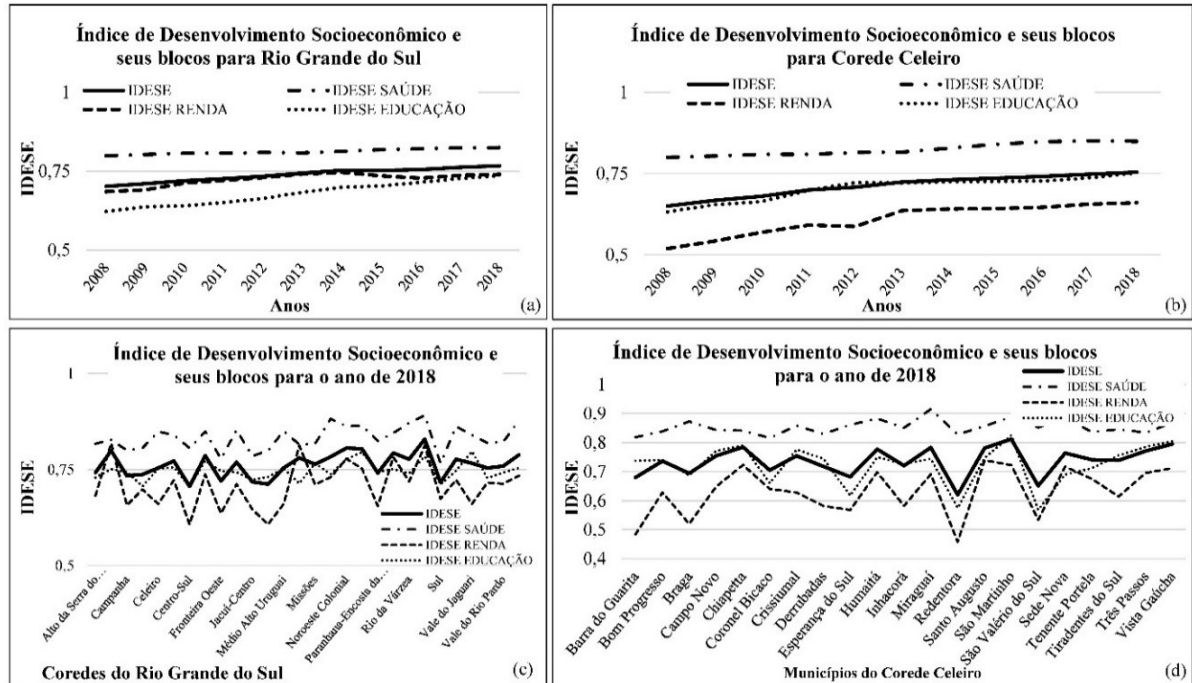
Tabela 4 - Evolução do IDESE por município do Corede Celeiro e por Corede do Estado do Rio Grande do Sul, divididos em blocos para os anos de 2008 a 2018.

(continuação)											
Metropolitano Delta do Jacuí	0,782	0,783	0,809	0,814	0,822	0,822	0,827	0,815	0,805	0,812	0,812
Missões	0,588	0,593	0,609	0,627	0,617	0,672	0,67	0,679	0,689	0,695	0,711
Nordeste	0,638	0,642	0,652	0,669	0,68	0,706	0,711	0,702	0,708	0,713	0,73
Noroeste Colonial	0,722	0,741	0,714	0,75	0,805	0,773	0,773	0,761	0,764	0,769	0,778
Norte	0,656	0,682	0,717	0,738	0,735	0,767	0,755	0,749	0,744	0,747	0,752
Paranhana-Encosta da Serra	0,588	0,588	0,644	0,652	0,66	0,663	0,677	0,663	0,64	0,658	0,655
Produção	0,69	0,694	0,714	0,742	0,762	0,785	0,785	0,78	0,778	0,781	0,782
Rio da Várzea	0,593	0,602	0,624	0,654	0,634	0,698	0,702	0,698	0,703	0,706	0,719
Serra	0,781	0,781	0,815	0,828	0,833	0,833	0,835	0,808	0,786	0,8	0,812
Sul	0,583	0,589	0,606	0,622	0,641	0,662	0,664	0,651	0,661	0,669	0,674
Vale do Caí	0,661	0,665	0,686	0,697	0,713	0,732	0,737	0,72	0,702	0,716	0,723
Vale do Jaguari	0,538	0,545	0,553	0,58	0,585	0,625	0,638	0,634	0,637	0,645	0,66
Vale do Rio dos Sinos	0,69	0,715	0,726	0,716	0,717	0,717	0,717	0,72	0,713	0,715	0,716
Vale do Rio Pardo	0,631	0,645	0,659	0,675	0,682	0,71	0,725	0,705	0,694	0,703	0,713
Vale do Taquari	0,68	0,685	0,7	0,717	0,733	0,737	0,747	0,728	0,722	0,733	0,734
Rio Grande do Sul	0,685	0,691	0,712	0,721	0,73	0,741	0,746	0,735	0,728	0,737	0,74
	IDESE EDUCAÇÃO										
Corede	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Alto da Serra do Botucaraí	0,584	0,606	0,606	0,628	0,64	0,662	0,681	0,707	0,724	0,724	0,729
Alto Jacuí	0,662	0,669	0,671	0,673	0,693	0,725	0,743	0,754	0,757	0,751	0,751
Campanha	0,638	0,654	0,645	0,651	0,656	0,686	0,713	0,714	0,72	0,739	0,744
Campos de Cima da Serra	0,567	0,584	0,586	0,604	0,622	0,64	0,639	0,636	0,651	0,697	0,706
Celeiro	0,632	0,654	0,663	0,698	0,722	0,721	0,725	0,726	0,727	0,737	0,752
Central	0,638	0,649	0,649	0,673	0,685	0,695	0,722	0,733	0,747	0,752	0,756

Tabela 4 - Evolução do IDESE por município do Corede Celeiro e por Corede do Estado do Rio Grande do Sul, divididos em blocos para os anos de 2008 a 2018.

	(conclusão)										
Centro-Sul	0,55	0,548	0,564	0,589	0,606	0,624	0,648	0,645	0,684	0,692	0,705
Fronteira Noroeste	0,682	0,699	0,692	0,709	0,736	0,759	0,782	0,792	0,778	0,782	0,773
Fronteira Oeste	0,623	0,626	0,628	0,631	0,653	0,681	0,708	0,72	0,727	0,739	0,746
Hortênsias	0,599	0,632	0,62	0,65	0,67	0,687	0,705	0,716	0,718	0,738	0,743
Jacuí-Centro	0,593	0,596	0,599	0,606	0,629	0,675	0,681	0,676	0,708	0,717	0,723
Litoral	0,627	0,649	0,644	0,651	0,657	0,692	0,707	0,699	0,712	0,727	0,731
Médio Alto Uruguai	0,621	0,635	0,618	0,656	0,673	0,701	0,729	0,735	0,737	0,749	0,752
Metropolitano Delta do Jacuí	0,627	0,635	0,633	0,637	0,646	0,661	0,673	0,677	0,68	0,695	0,714
Missões	0,638	0,652	0,649	0,677	0,714	0,724	0,745	0,748	0,737	0,753	0,766
Nordeste	0,594	0,62	0,628	0,655	0,656	0,671	0,696	0,702	0,722	0,733	0,738
Noroeste Colonial	0,686	0,707	0,716	0,732	0,74	0,747	0,768	0,764	0,758	0,762	0,777
Norte	0,671	0,698	0,703	0,738	0,751	0,762	0,779	0,78	0,773	0,785	0,795
Paranhana-Encosta da Serra	0,602	0,618	0,64	0,645	0,661	0,676	0,694	0,701	0,714	0,728	0,743
Produção	0,626	0,666	0,678	0,698	0,708	0,717	0,726	0,726	0,727	0,74	0,751
Rio da Várzea	0,634	0,661	0,658	0,674	0,679	0,715	0,732	0,738	0,734	0,739	0,74
Serra	0,639	0,659	0,681	0,696	0,709	0,735	0,757	0,755	0,766	0,777	0,784
Sul	0,584	0,595	0,594	0,602	0,612	0,63	0,646	0,654	0,698	0,713	0,711
Vale do Caí	0,65	0,667	0,687	0,707	0,711	0,712	0,708	0,722	0,73	0,732	0,747
Vale do Jaguari	0,618	0,629	0,626	0,638	0,657	0,702	0,721	0,732	0,761	0,785	0,797
Vale do Rio dos Sinos	0,604	0,629	0,63	0,64	0,654	0,663	0,679	0,686	0,709	0,715	0,728
Vale do Rio Pardo	0,597	0,615	0,625	0,644	0,657	0,672	0,685	0,692	0,72	0,737	0,742
Vale do Taquari	0,695	0,714	0,72	0,72	0,74	0,756	0,759	0,746	0,754	0,755	0,754
Rio Grande do Sul	0,622	0,637	0,64	0,651	0,664	0,683	0,699	0,703	0,715	0,727	0,736

Figura 5 - Índice de Desenvolvimento Socioeconômico e seus blocos Saúde, Renda e Educação: (a) para o Rio Grande do Sul no período de 2008-2018; (b) para o Corede Celeiro no período de 2008-2018; (c) para Coredes do Rio Grande do Sul no ano de 2018; (d) para municípios do Corede Celeiro para o ano de 2018.



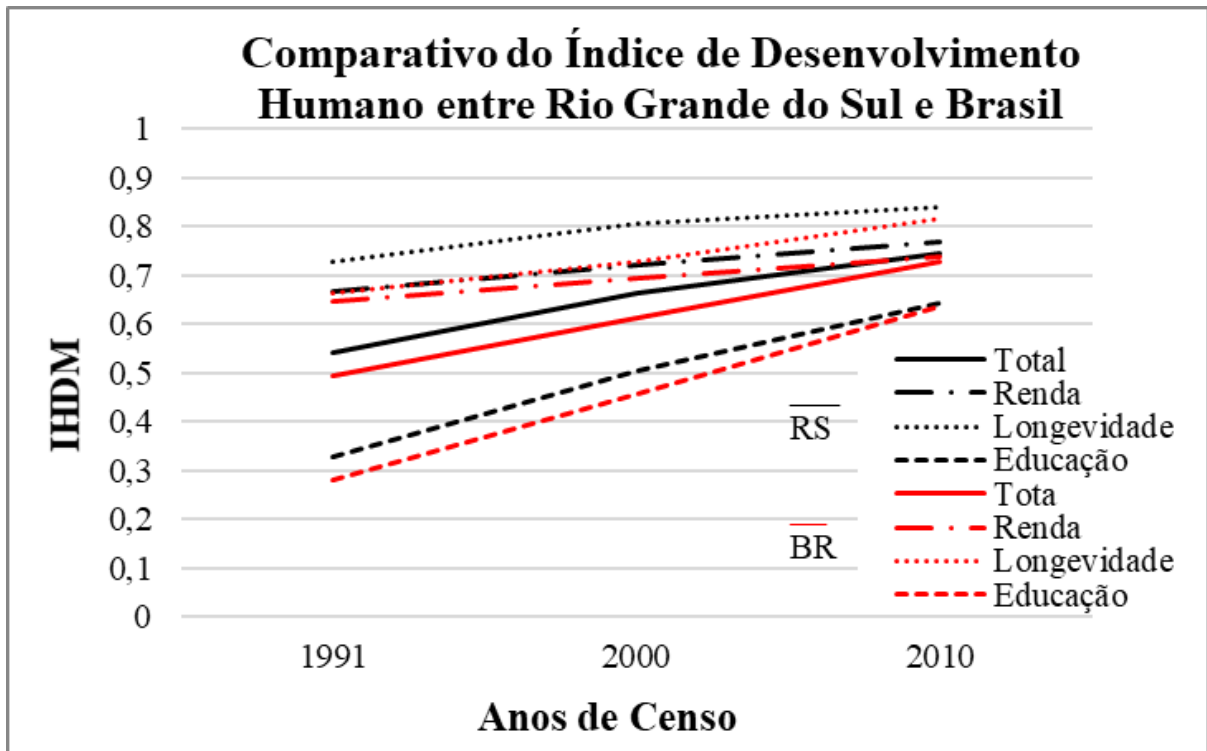
Fonte: elaborado com base em (DEE, 2020)

3.2.2 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)

O IDHM é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: vida longa e saudável (longevidade), acesso ao conhecimento (educação) e padrão de vida (renda). O IDHM ajusta o IDH para a realidade dos municípios e reflete as especificidades e desafios regionais no alcance do desenvolvimento humano no Brasil. O índice varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano, sendo categorizado da seguinte maneira: muito baixo (0-0,0499), baixo (0,5-0,599), médio (0,6-0,699), alto (0,7-0,799) e muito alto (0,8-1) (PNUD, 2013).

Segundo dados do atlas do desenvolvimento humano de 2013, o Brasil vem de uma trajetória ascendente no que se refere ao seu IDHM, evoluiu de 0,493, em 1991, para 0,612, em 2000, até atingir o valor de 0,727, em 2010 (PNUD, 2013). Padrão também observado para o estado do Rio Grande do Sul no que se refere ao IDHM. Pode-se constatar que a média do estado se elevou de 0,542 em 1991 para 0,746 em 2010 (Figura 6).

Figura 6 - Índice de Desenvolvimento Humano e seus componentes Renda, Longevidade e educação para Rio Grande do Sul e para o Brasil nos anos de 1991, 2000 e 2010.



Fonte: elaborado com base em (IBGE, 2020a)

Da mesma forma que o Estado, os municípios do Corede Celeiro apresentaram melhorias em seu índice com o passar dos anos (Tabela 5). Os cinco municípios que apresentaram melhores índices para ano de 2010 foram Três Passos, Vista Gaúcha, Santo Augusto, Humaitá, Barra do Guarita todos acima de 0,700. E os cinco piores foram Redentora, São Valério do Sul, Esperança do Sul, Coronel Bicaco e Inhacorá com valores abaixo de 0,680.

Tabela 5 - Evolução do IDHM por município do Corede Celeiro, divididos em blocos para os anos de 1991, 2000 e 2010.

Territorialidades	IDHM Total			IDHM Renda			IDHM Longevidade			IDHM Educação		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Barra do Guarita	0,41	0,559	0,734	0,489	0,577	0,696	0,727	0,773	0,845	0,194	0,392	0,672
Bom Progresso	0,407	0,566	0,723	0,493	0,578	0,7	0,726	0,775	0,84	0,188	0,405	0,643
Braga	0,375	0,553	0,674	0,463	0,551	0,656	0,653	0,747	0,83	0,175	0,411	0,563
Campo Novo	0,477	0,568	0,703	0,55	0,604	0,677	0,684	0,773	0,866	0,288	0,393	0,593
Chiapetta	0,496	0,606	0,732	0,585	0,607	0,702	0,72	0,801	0,85	0,289	0,458	0,657
Coronel Bicaco	0,445	0,579	0,665	0,543	0,624	0,667	0,716	0,777	0,803	0,226	0,4	0,55
Crissiumal	0,469	0,589	0,712	0,568	0,61	0,702	0,727	0,773	0,835	0,25	0,433	0,616
Derrubadas	0,361	0,573	0,707	0,436	0,613	0,664	0,71	0,751	0,846	0,152	0,409	0,628
Esperança do Sul	0,398	0,498	0,661	0,49	0,526	0,665	0,651	0,751	0,788	0,198	0,312	0,55
Humaitá	0,538	0,64	0,738	0,585	0,642	0,732	0,762	0,802	0,837	0,349	0,509	0,657
Inhacorá	0,369	0,554	0,673	0,537	0,598	0,647	0,716	0,777	0,807	0,131	0,365	0,585
Miraguaí	0,412	0,584	0,725	0,506	0,561	0,744	0,706	0,795	0,837	0,196	0,447	0,613
Redentora	0,35	0,464	0,631	0,491	0,506	0,606	0,623	0,693	0,792	0,14	0,285	0,523
Santo Augusto	0,48	0,627	0,739	0,616	0,641	0,753	0,7	0,801	0,84	0,256	0,48	0,637
São Martinho	0,47	0,638	0,726	0,525	0,663	0,734	0,72	0,759	0,83	0,275	0,515	0,628
São Valério do Sul	0,431	0,532	0,642	0,47	0,554	0,674	0,716	0,777	0,816	0,238	0,349	0,48
Sede Nova	0,451	0,571	0,712	0,532	0,611	0,751	0,754	0,793	0,886	0,229	0,384	0,543
Tenente Portela	0,48	0,607	0,708	0,547	0,609	0,709	0,711	0,749	0,83	0,285	0,491	0,603
Tiradentes do Sul	0,392	0,551	0,689	0,484	0,577	0,705	0,734	0,783	0,815	0,17	0,37	0,569
Três Passos	0,523	0,686	0,768	0,598	0,671	0,745	0,754	0,846	0,858	0,317	0,569	0,71
Vista Gaúcha	0,461	0,619	0,757	0,523	0,622	0,774	0,72	0,766	0,839	0,26	0,499	0,669

Os municípios que apresentam menor IDHM renda são, respectivamente, para os anos de 1991, 2000 e 2010 Derrubadas (0,436), Redentora (0,506) e, novamente, Redentora (0,606). Em relação ao IDHM longevidade, temos o maior valor encontrado no município de Humaitá (0,762) para o ano de 1991, Três Passos (0,846) para 2000, e Sede Nova (0,886) para o ano de 2010. O valor mais baixo refere-se aos municípios de Redentora para os anos de 1991 e 2000, e Esperança do Sul para o ano de 2010.

Ao analisar o IDHM educação para o período de 1991 e 2010, tem-se que os maiores valores estão localizados nos municípios de Humaitá (0,349) e Três Passos (0,710), respectivamente. Os menores valores do IDHM estão nos municípios de Inhacorá no ano de 1991 e São Valério do Sul no ano de 2010. Dessa forma, de acordo com a Tabela 6, a evolução do IDHM em um período aproximado de 20 anos ocorreu de forma significativa.

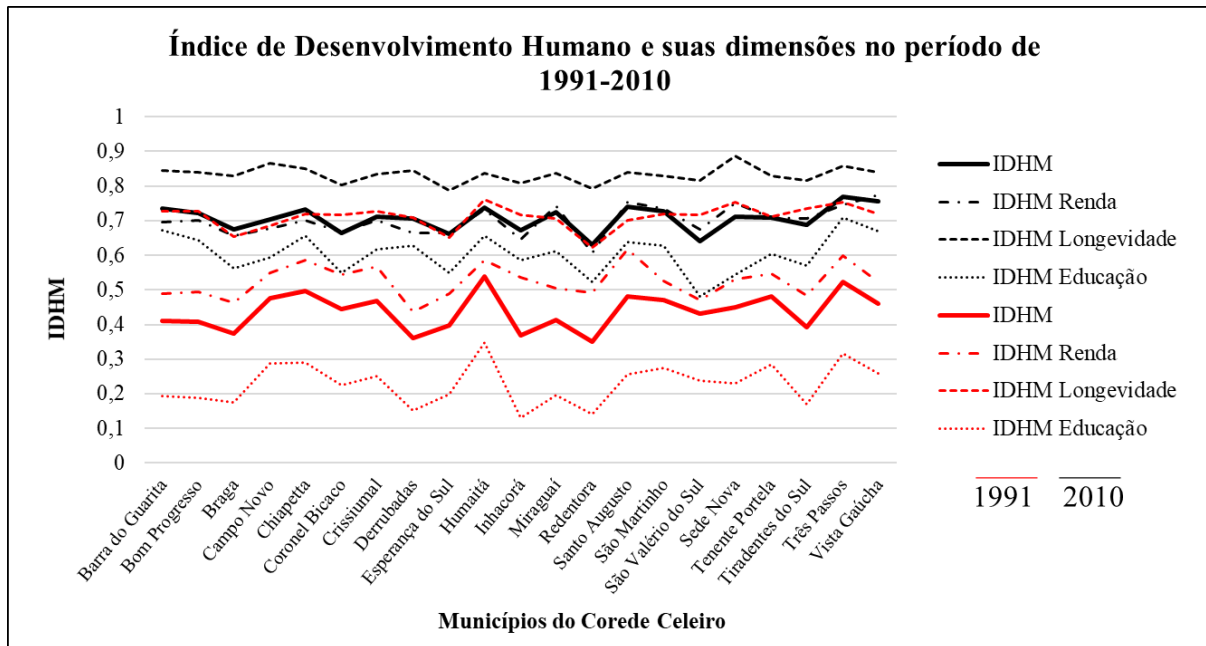
Tabela 6 – Evolução do IDHM por número de municípios

Faixas de Desenvolvimento (IDHM Total)	Número de municípios		
	1991	2000	2010
Muito baixo	19	2	-
Baixo	2	12	-
Médio	-	7	7
Alto	-	-	14
Muito alto	-	-	-

Em 1991, havia 19 municípios classificados na faixa de muito baixo desenvolvimento humano, e esse número despencou para zero em 2010. Da mesma forma, no ano de 2000, 14 municípios se classificavam entre as faixas de baixo e muito baixo desenvolvimento humano, e esse número zera em 2010. O número de municípios na faixa de médio desenvolvimento humano nos últimos 10 anos manteve-se em 7, ao passo que os classificados com alto desenvolvimento humano passaram a ser de 14 municípios em 2010. Porém, em todas as datas nenhum município do Corede Celeiro esteve na faixa de muito alto desenvolvimento humano.

É possível notar significativas evoluções na média geral do índice e associadas aos seus três componentes nas últimas décadas (Figura 7). Essas melhorias estiveram associadas as mudanças que incluem a estabilização econômica, crescimento da renda, diminuição do analfabetismo, elevação da escolaridade média, diminuição das taxas de mortalidade precoce e acesso a serviços de saúde.

Figura 7 - Índice de Desenvolvimento Humano e seus componentes Renda, Longevidade e Educação para os municípios do Corede Celeiro nos anos de 1991 e 2010.



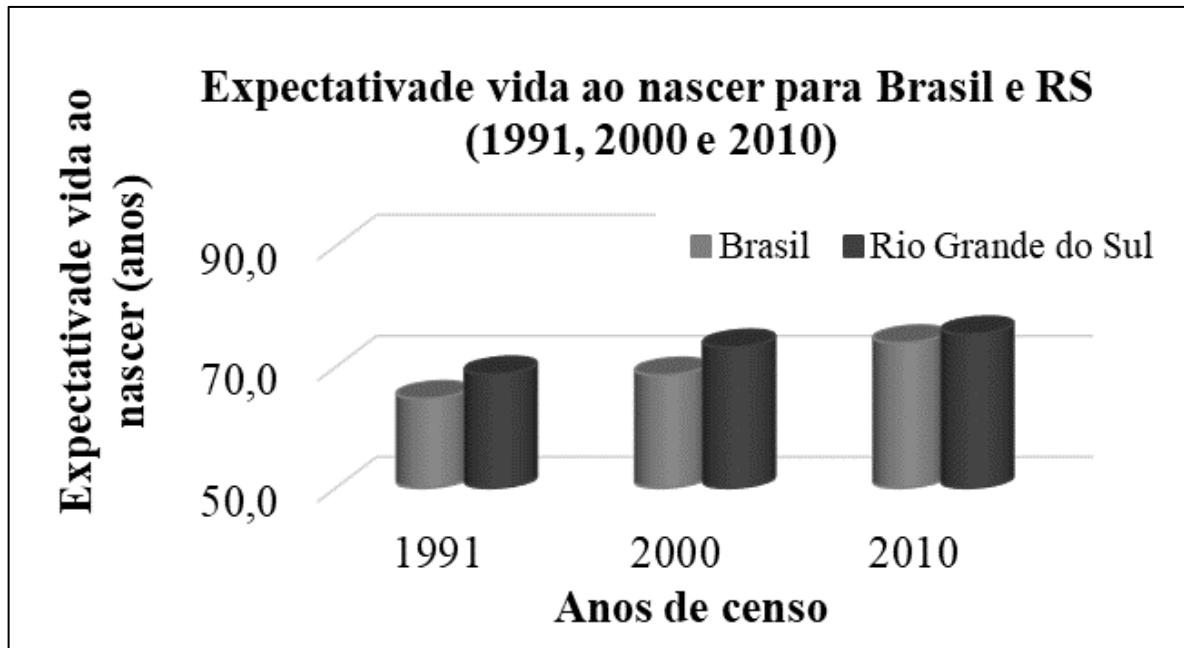
Fonte: elaborado com base em (IBGE, 2020a).

3.2.3 Expectativa de Vida ao Nascer

A expectativa de vida ao nascer é representada pelo número aproximado de anos que um grupo de indivíduos nascidos no mesmo ano irá viver, se mantidas as condições desde o seu nascimento. Indica as condições socioeconômicas e ambientais e o nível de qualidade da saúde de determinado país ou região, pois está intimamente relacionada com o acesso ao sistema de saúde local e a adequação deste em responder às necessidades da população (PNUD, 2013).

Ao longo do tempo, o indicador no estado se manteve superior à média do país (Figura 8). De acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, a expectativa de vida para o Rio Grande do Sul apresentou crescimento significativo desde o censo de 1991 (PNUD, 2013).

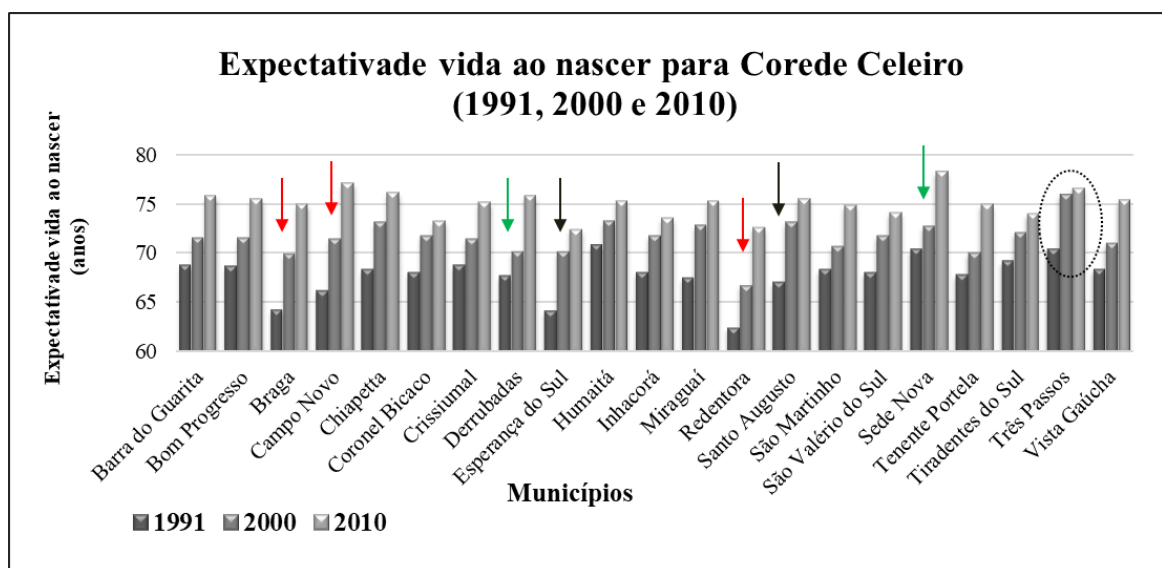
Figura 8 - Expectativa de vida ao nascer no Brasil e RS para os anos de 1991, 2000 e 2010.



Fonte: elaborado com base em (DEE, 2020)

A Figura 9 apresenta o indicador de expectativa de vida ao nascer para os 21 municípios que integram o Corede Celeiro para o período 1991-2010.

Figura 9 - Expectativa de vida ao nascer para os municípios pertencentes ao Corede Celeiro nos anos de 1991, 2000 e 2010.



Fonte: elaborado com base em (DEE, 2020).

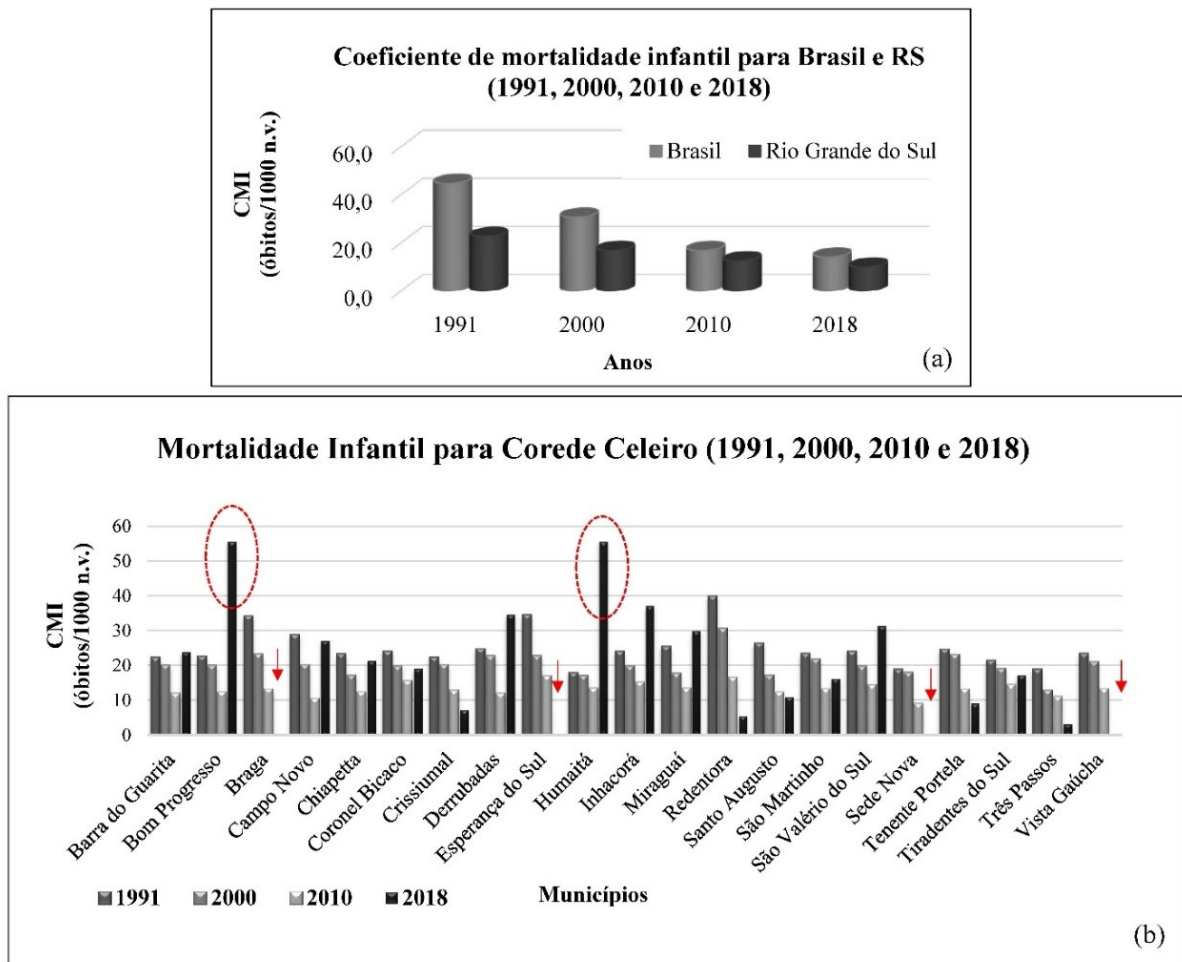
Houve evolução para todos os municípios do Corede Celeiro. Ao comparar com o estado do Rio Grande do Sul, oito municípios alcançaram ou superaram o resultado de 75,4 anos em 2010. O município de Sede Nova apresentou valor superior a 78 anos, enquanto o menor resultado pertence ao município de Esperança do Sul, com expectativa de 72,3 anos. Nota-se aqui uma diferença de 5,8 anos na expectativa de vida de um município para outro na mesma região de desenvolvimento. Esse padrão também foi verificado entre regiões dos 28 Coredes do estado, relativo ao período entre 2016 e 2018, em que aquelas situadas mais ao sul apresentam menor expectativa de vida beirando uma diferença de 5 anos (DEE, 2020).

Na Figura 9, as setas em vermelho representam municípios que apresentaram um aumento em torno de 10 anos ou mais na expectativa de vida durante o período de 1991-2010, e esse aumento foi bem distribuído no tempo: Braga, Campo Novo e Redentora. As setas em preto destacam os municípios que obtiveram crescimento do indicador superando 8 anos no período total, com destaque para a primeira década (1991-2000): Esperança do Sul (73,1%) e Santo Augusto (71,9%). As setas em verde destacam os municípios que viram seu indicador beirar aumento de 8 anos no período, com cerca de 70% desse valor na última década analisada (2000-2010): Derrubadas e Sede Nova. Os demais municípios obtiveram aumento abaixo de 8 anos no indicador, ao longo do período: destaque para Três Passos com o terceiro melhor valor de expectativa de vida ao nascer (76,5 anos) para o ano de 2010, contudo aprimorou seu indicador apenas 11% na última década (2000-2010).

3.2.4 Coeficiente de Mortalidade Infantil

O coeficiente de mortalidade infantil é uma estimativa do risco de morte a que está exposta uma população de nascidos vivos em determinada área e período, antes de completar o primeiro ano de vida, expresso por mil nascidos vivos (PEREIRA, 1995). Esse indicador permite inferir sobre níveis de saúde, desenvolvimento socioeconômico e condições de vida de um determinado município. Valores abaixo de 20 óbitos por 1000 nascidos vivos é considerado nível baixo, entre 20 e 49 óbitos nível intermediário e igual ou acima de 50 óbitos por 1000 nascidos nível elevado de mortalidade. Nos últimos 30 anos, o coeficiente de mortalidade infantil a nível de País e Estado vem diminuindo consideravelmente (Figura 10a); contudo, alguns municípios da região celeiro tem apresentado comportamento inverso (Figura 10b).

Figura 10 - Coeficiente de Mortalidade Infantil para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2018: a) para o Brasil e Rio Grande do Sul; b) para os municípios do Corede Celeiro.



Fonte: elaborado com base em (FEE, 2020)

Para todas as datas analisadas, o Rio Grande do Sul apresentou valores melhores para o indicador quando comparado aos do Brasil e ambos diminuíram seus coeficientes de mortalidade infantil significativamente. A redução foi de 56,5% e 68,7% no período de 1991 a 2018 para Rio Grande do Sul e Brasil, respectivamente.

Na Figura 10b nota-se que alguns municípios do Corede Celeiro seguem a média do Estado ao longo do tempo e apresentam tendência de diminuição do coeficiente, como é o caso de Braga, Esperança do Sul, Sede Nova, Vista Gaúcha, Crissiumal, Redentora, Santo Augusto, Tenente Portela e Três Passos, sendo que para o ano de 2018 os quatro primeiros apresentaram coeficiente zerado para a mortalidade infantil, o que é de se considerar muito bom.

Contudo, há aqueles municípios onde o indicador teve piora entre 2010 e 2018, por exemplo, classificados como de nível baixo (Coronel Bicaco, São Martinho e Tiradentes do

Sul), nível intermediário (Barra do Guarita, Campo Novo, Chiapetta, Derrubadas, Inhacorá, Miraguaí e São Valério do Sul), e nível elevado de mortalidade infantil (Bom Progresso e Humaitá). Os municípios de Bom Progresso e Humaitá apresentaram mudança abrupta entre 2010 e 2018, com coeficiente classificado de nível baixo em 2010, passando para nível elevado de mortalidade em 2018.

3.3 CARACTERÍSTICAS ECONÔMICAS

3.3.1 Produto Interno Bruto e PIB per capita

O PIB brasileiro passou de R\$ 2,7 trilhões em 2007 para R\$ 7 trilhões em 2018. Para o Rio Grande do Sul o valor passou de R\$ 168 bilhões para R\$ 457,2 bilhões em 2018 acompanhando o crescimento nacional que foi nesses onze anos em torno de 160% (Tabela 7). A participação do Rio Grande do Sul no PIB do país passou de 6,2% em 2007, para 6,5% em 2018, fazendo com que o Estado permanecesse na quarta posição do ranking nacional (IBGE, 2018).

Tabela 7 – Evolução do PIB do Brasil e Rio Grande do Sul para o período 2007-2018.

Ano	Produto Interno Bruto (R\$)	
	Brasil	RS
2007	2.720.262.951,00	168.009.752,00
2008	3.109.803.097,00	190.229.822,00
2009	3.333.039.339,00	204.344.940,00
2010	3.885.847.000,00	241.249.164,00
2011	4.376.382.000,00	265.056.416,00
2012	4.814.760.000,00	287.587.019,00
2013	5.331.618.957,00	332.292.726,00
2014	5.778.952.780,00	357.816.424,00
2015	5.995.787.000,00	381.992.601,00
2016	6.269.328.000,00	408.789.528,00
2017	6.583.319.000,00	423.150.937,00
2018	7.035.230.769,23	457.290.000,00

O PIB per capita gaúcho aumentou 65,7% em sete anos, passando de R\$ 22.556,00 em 2010 para R\$ 37.371,27 em 2017. Para o Brasil, o índice cresceu num patamar um pouco menor, passando de R\$ 19.876,68 para R\$ 31.833,50 neste mesmo período. No ano de 2018, o PIB per capita para o país foi R\$ 33.593,82 e apresentou um aumento de 5,5% em relação a 2017. Para o estado do Rio Grande do Sul em 2018, o PIB per capita cresceu 8%, alcançando R\$ 40.362,75,

valor este 16,7% superior à média nacional no período (IBGE 2018). Esse mesmo cenário se repetiu em 2018 para o Corede Celeiro, que apresentou um PIB aproximado de R\$ 4,3 milhões, o que representava 1% do total do Estado (Tabela 8).

Tabela 8 – Produto Interno Bruto e PIB per capita dos municípios pertencentes ao Corede Celeiro para os anos de 2010 e 2018.

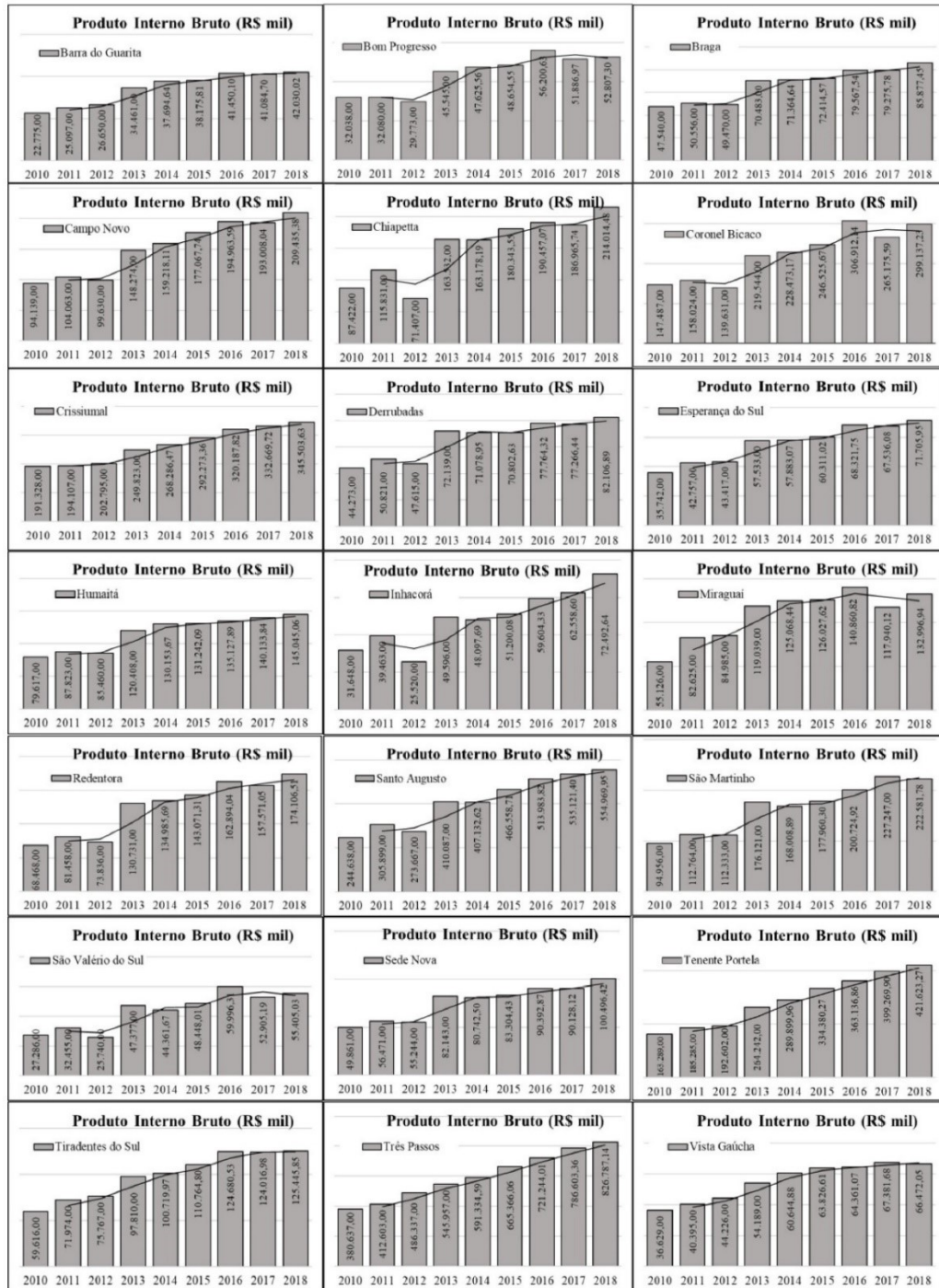
Municípios	PIB (R\$ mil)		% do Corede Celeiro 2018	PIB per capita (R\$)	
	2010	2018		2010	2018
Barra do Guarita	22.775,00	42.030,02	0,98	7.366,44	12.980,24
Bom Progresso	32.038,00	52.807,30	1,23	13.761,86	26.576,40
Braga	47.540,00	85.877,45	2,00	12.841,61	25.280,38
Campo Novo	94.139,00	209.435,38	4,87	17.244,76	45.569,06
Chiapetta	87.422,00	214.014,48	4,98	21.617,79	56.408,67
Coronel Bicaco	147.487,00	299.137,23	6,95	19.035,54	40.506,06
Crissiumal	191.328,00	345.503,63	8,03	13.583,80	25.509,72
Derrubadas	44.273,00	82.106,89	1,91	13.878,73	28.789,23
Esperança do Sul	35.742,00	71.705,95	1,67	10.923,64	24.151,55
Humaitá	79.617,00	145.045,06	3,37	16.185,52	30.293,45
Inhacorá	31.648,00	72.492,64	1,69	13.960,47	32.435,19
Miraguaí	55.126,00	132.996,94	3,09	11.354,40	27.569,85
Redentora	68.468,00	174.106,51	4,05	6.698,09	15.104,23
Santo Augusto	244.638,00	554.969,95	12,90	17.511,70	39.859,94
São Martinho	94.956,00	222.581,78	5,18	16.448,31	40.661,63
São Valério do Sul	27.286,00	55.405,03	1,29	10.308,38	20.339,58
Sede Nova	49.861,00	100.496,42	2,34	16.559,72	34.369,50
Tenente Portela	163.289,00	421.623,27	9,80	11.904,99	31.143,69
Tiradentes do Sul	59.616,00	125.445,85	2,92	9.227,00	21.643,52
Três Passos	380.637,00	826.787,14	19,22	15.877,75	34.502,66
Vista Gaúcha	36.629,00	66.472,05	1,55	13.276,35	23.348,10

O município de Chiapetta manteve o maior PIB per capita do Corede ao longo do período de 10 anos, com aumento de 160%. Isto é fato, no entanto, é preciso cautela ao avaliar estes dados, pois podem não refletir distribuição de renda neste município, uma vez que esse PIB pode estar relacionado a uma grande propriedade, altamente produtiva e com alta tecnologia.

Os municípios de Barra do Guarita e Redentora obtiveram os menores valores de PIB per capita ao longo do período (2010 e 2018) estando entre os dez piores do Estado. O município de Três Passos apresentava o maior PIB em 2018, com aproximadamente R\$ 827 milhões, o que representava 19,2% do total do Corede Celeiro. Santo Augusto e Tenente Portela

se classificavam na sequência com, respectivamente, R\$ 555 milhões e R\$ 422 milhões. O menor PIB do Corede Celeiro era o da Barra do Guarita, com R\$ 42 milhões. A Figura 11 demonstra a evolução do PIB dos municípios do Corede Celeiro ao longo de 18 anos.

Figura 3 - Produto Interno Bruto (R\$ mil) por município pertencente ao Corede Celeiro para o período 2010-2018.



Fonte: elaborado com base em (IBGE, 2020a)

Analisando a Figura 11, percebe-se que o PIB da maioria dos municípios vem tendo incremento anual, com algumas variações mais representativas em alguns anos, como no caso de 2012 para 2013 em Bom Progresso, Chiapetta, Coronel Bicaco, Inhacorá, Redentora e Santo Augusto. Houve um crescimento linear nos últimos 4 ou 5 anos do PIB nos municípios de Crissiumal, Santo Augusto, Tenente Portela e Três Passos.

3.3.2 Estrutura Fundiária e Assistência Técnica

No Brasil, cerca de 70% dos estabelecimentos agropecuários possuem área entre 1 e 50 hectares e 579,5 mil estabelecimentos estão associados a cooperativas (11,4% do total do país). Comparado ao último censo agropecuário de 2006, houve um aumento de 67,3%. Desse total, a Região Sul se destaca com os maiores percentuais de estabelecimentos associados a cooperativas (entre 30,1 e 40%), sendo que 63,8% destes contam com orientação técnica. Em relação à área vinculada são 70,5 milhões de hectares, sendo aproximadamente 71% de estabelecimentos com área de até 50ha (IBGE, 2019).

Segundo os critérios do IBGE, cerca de 294 mil estabelecimentos (80,5%) foram classificados como de agricultura familiar, detendo 25,3% das áreas do Estado do Rio Grande do Sul. No Corede Celeiro, as propriedades se traduzem em pequenas unidades produtivas, por vezes familiares com produção diversificada (HAMMES, 2017; KOHLER et al., 2020). Essa característica impõe a necessidade de medidas de apoio ao pequeno produtor por meio de assistência rural e adequadas linhas de financiamento.

Importante ressaltar que o termo propriedade rural não foi considerado sinônimo de estabelecimento agropecuário para fins de apresentação dos dados neste capítulo. Enquanto este é definido pelo IBGE e faz parte do Censo Agropecuário de 2017, àquele baseou-se na listagem de matrículas disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Imóveis Rurais do INCRA para o ano de 2020.

Na Tabela 9 estão distribuídas as porcentagens de pequenas propriedades, consideradas de agricultura familiar que constituem cada município do Corede Celeiro. Para obtenção dessa informação, foi considerado o Módulo Fiscal (MF) em que cada município se enquadra, obtido no relatório de índices básico do Sistema Nacional de Cadastro Rural do ano de 2013 e as matrículas por município junto ao do Sistema Nacional de Cadastro Rural para o ano de 2020.

O Corede Celeiro apresenta em média 98,2% de suas propriedades com área inferior a 4MF, cerca de 28.411 propriedades. Esse valor percentual altera-se pouco por município, permanecendo entre 90,1% e 100%. Cerca de 30% dos municípios apresentam todas as

propriedades com até 4MF, sendo eles, Barra do Guarita, Crissiumal, Derrubadas, Esperança do Sul, Três Passos e Vista Gaúcha.

Tabela 9 – Porcentagem de propriedades consideradas de agricultura familiar por município do Corede Celeiro no ano de 2020.

Municípios	Módulo Fiscal - MF (SNCR, 2013)	Número de Propriedades		Porcentagem de pequenas propriedades por Município (%)
		Total (SNCR, 2020)	(≤4MF)	
Barra do Guarita	20	424	424	100,0%
Bom Progresso	20	459	455	99,1%
Braga	20	908	901	99,2%
Campo Novo	20	844	792	93,8%
Chiapetta	20	1101	992	90,1%
Coronel Bicaco	16	1971	1821	92,4%
Crissiumal	20	3537	3536	100,0%
Derrubadas	20	1331	1331	100,0%
Esperança do Sul	20	1189	1189	100,0%
Humaitá	20	1274	1268	99,5%
Inhacorá	20	665	636	95,6%
Miraguaí	20	1130	1129	99,9%
Redentora	20	1421	1398	98,4%
Santo Augusto	16	1713	1616	94,3%
São Martinho	20	1708	1699	99,5%
São Valério do Sul	16	647	642	99,2%
Sede Nova	20	923	910	98,6%
Tenente Portela	20	2308	2304	99,8%
Tiradentes do Sul	20	2013	2010	99,9%
Três Passos	20	2583	2582	100,0%
Vista Gaúcha	20	776	776	100,0%
Corede Celeiro	-	28.925	28.411	98,2%

Dados do último censo agropecuário no ano de 2017 apontam que 53,1% dos estabelecimentos localizados no Corede Celeiro possuem assistência técnica. Esse apoio, em conjunto ao estímulo de práticas associativas, é fundamental para a fixação das famílias no campo. Na Tabela 10, estão as porcentagens por município dos estabelecimentos agropecuários que recebem apoio técnico.

Todos os municípios do Corede Celeiro contam com assistência técnica nos estabelecimentos agropecuários. Em torno de 15 deles, com mais de 50% de abrangência dentro

do território. Vista Gaúcha apresenta a maior porcentagem (94,4%), cerca de 369 estabelecimentos, seguido de São Valério do Sul com 80% (224 estabelecimentos).

Tabela 10 – Porcentagem de estabelecimentos agropecuários por município do Corede Celeiro que recebem assistência técnica.

Municípios	Número de Estabelecimentos Agropecuários	Assistência Técnica			
		Recebe apoio	%	Não recebe apoio	%
Barra do Guarita	213	78	36,6%	135	63,4%
Bom Progresso	209	118	56,5%	91	43,5%
Braga	379	214	56,5%	165	43,5%
Campo Novo	280	204	72,9%	76	27,1%
Chiapetta	416	300	72,1%	116	27,9%
Coronel Bicaco	751	405	53,9%	346	46,1%
Crissiumal	1590	686	43,1%	904	56,9%
Derrubadas	542	326	60,1%	216	39,9%
Esperança do Sul	558	191	34,2%	367	65,8%
Humaitá	449	333	74,2%	116	25,8%
Inhacorá	240	120	50,0%	120	50,0%
Miraguaí	655	261	39,8%	394	60,2%
Redentora	1085	248	22,9%	837	77,1%
Santo Augusto	583	414	71,0%	169	29,0%
São Martinho	462	303	65,6%	159	34,4%
São Valério do Sul	280	224	80,0%	56	20,0%
Sede Nova	334	237	71,0%	97	29,0%
Tenente Portela	872	510	58,5%	362	41,5%
Tiradentes do Sul	927	488	52,6%	439	47,4%
Três Passos	1284	610	47,5%	674	52,5%
Vista Gaúcha	391	369	94,4%	22	5,6%
Corede Celeiro	12500	6639	53,1%	5861	46,9%

3.3.3 Atividades econômicas e Valor Adicionado Bruto (VAB)

A região norte do Estado do Rio Grande do Sul apresenta atividades econômicas mais heterogêneas em sua estrutura fundiária predominada pela pequena e média propriedade, onde se formam alguns centros urbanos e industriais em meio à grande produção de trigo e soja na lavoura mecanizada (ALONSO et al., 1994). O Corede Celeiro possui forte tradição nas atividades primárias voltadas para a produção de grãos, com destaque para a soja, o milho e o trigo e para a pecuária, com produção de leite e criação de aves e suínos (FEE, 2015). De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, a produção de leite e derivados está presente nas

propriedades rurais de todos os municípios, sendo importante protagonista na formação da renda agropecuária (IBGE, 2019).

A diversificação das áreas de produção inclui plantios florestais, a qual, segundo Ourique et al. (2011), é resultado de uma reorganização espacial da cadeia dos produtos oriundos da silvicultura, sendo a Mesorregião Noroeste Rio-Grandense destaque na produção de madeira em toras.

O Valor Adicionado Bruto (VAB) é o valor que cada setor da economia (agropecuária, indústria e serviços) acresce ao valor final de tudo que foi produzido em uma região. A agropecuária destaca-se com grande participação no VAB de quase todos os Coredes, exceto na região de Porto Alegre e Caxias do Sul, onde a atividade econômica é essencialmente urbana (PESSOA, 2017). A Tabela 11 apresenta a evolução do VAB para os municípios pertencentes ao Corede Celeiro no período de 2010-2018, em relação ao setor agropecuário.

No ano de 2010, o VAB total do Corede Celeiro obteve um montante de R\$ 1.866.448.000,00, sendo que deste total, R\$ 582.355.000,00 refere-se ao VAB agropecuário, o que representa 31,2%. Já em 2018, o VAB total no Corede Celeiro foi de R\$ 3.981.083.540,00, sendo que R\$ 1.183.135.540,00 refere-se ao setor agropecuário, aproximadamente 29,7%.

O Corede Celeiro é responsável por 3,3% do VAB da Agropecuária e 1,01% do VAB total do Estado do Rio Grande do Sul no ano de 2018. Nota-se uma evolução no período de 2010 a 2018, com crescimento de 113% do VAB total do Corede Celeiro, com destaque para Tenente Portela que cresceu 158%, Redentora 153% e Chiapetta 148%.

Em relação ao crescimento do VAB agropecuário do Corede Celeiro, este foi de 103% no período de 10 anos, com destaque para os municípios de Chiapetta que cresceu 207%, Redentora 191% e Santo Augusto com 160%. Destaca-se que, em 2018, o município de Três Passos foi o que possuía a menor representatividade do segmento agropecuário no VAB total, com 9,9% e Chiapetta ao contrário com valor de 61,9%. Na Tabela 12 estão os valores monetários e de produção para as atividades econômicas de maior destaque no setor Agropecuário por município pertencente ao Corede Celeiro e que contribuíram para o VAB nos anos de 2010 e 2018.

Tabela 11 – Evolução do VAB total e porcentagem representativa do setor agropecuário para o Corede Celeiro no período de 2010-2018.

Territorialidades	VALOR ADICIONADO BRUTO A PREÇOS CORRENTES (x 1000) R\$					
	2010			2018		
	Total	Agropecuária	% Agropecuária no VAB total	Total	Agropecuária	% Agropecuária no VAB total
Barra do Guarita	22.211,00	6.790,00	30,57	40.822,90	9.126,46	22,36
Bom Progresso	30.105,00	10.711,00	35,58	50.321,62	18.653,57	37,07
Braga	45.439,00	16.503,00	36,32	80.470,20	28.581,06	35,52
Campo Novo	86.960,00	31.975,00	36,77	183.783,46	46.171,56	25,12
Chiapetta	83.947,00	42.049,00	50,09	208.203,95	129.027,36	61,97
Coronel Bicaco	140.442,00	63.079,00	44,91	282.718,35	129.277,84	45,73
Crissiumal	178.895,00	42.098,00	23,53	320.220,52	80.776,60	25,23
Derrubadas	43.038,00	23.339,00	54,23	79.715,06	39.486,01	49,53
Esperança do Sul	34.479,00	15.654,00	45,40	68.445,76	29.276,40	42,77
Humaitá	75.350,00	28.183,00	37,40	133.741,95	43.258,17	32,34
Inhacorá	30.329,00	12.500,00	41,21	68.432,16	30.503,51	44,57
Miraguaí	51.166,00	14.908,00	29,14	122.374,45	35.211,01	28,77
Redentora	65.886,00	21.544,00	32,70	166.514,23	62.769,46	37,70
Santo Augusto	225.914,00	65.632,00	29,05	510.879,21	170.850,72	33,44
São Martinho	89.948,00	37.586,00	41,79	205.049,49	64.460,88	31,44
São Valério do Sul	26.656,00	11.552,00	43,34	54.437,48	26.520,44	48,72
Sede Nova	46.856,00	20.605,00	43,98	93.504,97	37.436,53	40,04
Tenente Portela	151.954,00	35.534,00	23,38	391.703,39	60.779,80	15,52
Tiradentes do Sul	57.137,00	24.314,00	42,55	116.744,63	42.622,36	36,51
Três Passos	344.236,00	39.243,00	11,40	739.678,68	73.256,04	9,90
Vista Gaúcha	35.500,00	18.556,00	52,27	63.321,05	25.089,76	39,62
Total	1.866.448,00	582.355,00	31,20	3.981.083,51	1.183.135,54	29,72

Tabela 12 - Valores monetários e de produção para atividades econômicas de maior destaque no setor Agropecuário por município pertencente ao Corede Celeiro e que contribuíram para o VAB nos anos de 2010 e 2018.

(continua)

Corede Celeiro									
Atividade econômica		Barra do Guarita		Bom Progresso		Braga		Campo Novo	
Silvicultura		2010	2018	2010	2018	2010	2018	2010	2018
Área	(ha)	-	160,00	-	80,00	-	60,00	-	130,00
Carvão Vegetal	Quantidade produzida (t)	-	-	-	-	-	-	-	-
	Valor da produção (x 1000) R\$	-	-	-	-	-	-	-	-
Lenha	Quantidade produzida (m³)	1.800,00	1.540,00	1.000,00	1.800,00	950,00	1.500,00	7.500,00	9.000,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	67,00	102,00	37,00	126,00	35,00	105,00	278,00	630,00
Madeira em Tora	Quantidade produzida (m³)	50,00	80,00	200,00	350,00	350,00	380,00	2,00	2.450,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	6,00	18,00	24,00	81,00	40,00	87,00	230,00	564,00
Agricultura									
	Área plantada/colhida (ha)	1.500,00	1.800,00	4.000,00	4.400,00	7.500,00	7.820,00	13.700,00	12.000,00
Soja	Quantidade produzida (t)	2.700,00	4.860,00	9.600,00	15.840,00	17.100,00	25.806,00	36.990,00	43.200,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	1.930,00	4.374,00	6.864,00	14.256,00	12.226,00	23.225,00	26.447,00	38.880,00
	Área plantada/colhida (ha)	850,00	600,00	800,00	700,00	1.200,00	1.000,00	2.600,00	2.500,00
Milho	Quantidade produzida (t)	3.825,00	3.960,00	4.800,00	6.300,00	6.480,00	8.400,00	15.600,00	23.750,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	1.530,00	1.426,00	1.920,00	2.268,00	2.592,00	3.024,00	6.240,00	8.550,00
	Área plantada/colhida (ha)	300,00	350,00	1.500,00	1.600,00	3.500,00	3.500,00	2.700,00	3.600,00
Trigo	Quantidade produzida (t)	810,00	735,00	4.050,00	2.880,00	9.450,00	10.500,00	7.560,00	6.840,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	299,00	500,00	1.498,00	1.469,00	3.496,00	5.355,00	2.797,00	4.651,00
Pecuária									
	Efetivo do rebanho (cabeças)	4.600,00	3.152,00	3.400,00	2.445,00	3.600,00	2.586,00	4.200,00	3.066,00
Bovino	Leite - Quant. Prod. (x 1000) l	2.700,00	3.000,00	3.800,00	5.000,00	3.100,00	5.500,00	2.700,00	5.000,00
	Leite - Valor da produção (x 1000) R\$	-	3.300,00	-	5.500,00	-	6.050,00	-	5.500,00
Suíno	Efetivo do rebanho (cabeças)	13.230,00	6.950,00	4.060,00	4.709,00	4.850,00	1.867,00	17.100,00	7.847,00
Galináceo	Efetivo do rebanho (cabeças)	66.000,00	56.502,00	11.500,00	8.500,00	22.500,00	19.400,00	13.500,00	13.000,00
	Galinha (cabeças)	5.000,00	4.900,00	3.800,00	3.600,00	6.200,00	5.500,00	3.000,00	5.000,00

Tabela 12 – Valores monetários e de produção para atividades econômicas de maior destaque no setor Agropecuário por município pertencente ao Corede Celeiro e que contribuíram para o VAB nos anos de 2010 e 2018.

		(continuação)							
Atividade econômica		Chiapetta		Coronel Bicaco		Crissiumal		Derrubadas	
Silvicultura		2010	2018	2010	2018	2010	2018	2010	2018
Área	(ha)	-	210,00	-	575,00	-	750,00	-	360,00
Carvão	Quantidade produzida (t)	6,00	2,00	-	-	1,00	3,00	-	-
Vegetal	Valor da produção (x 1000) R\$	4,00	2,00	-	-	1,00	4,00	-	-
Lenha	Quantidade produzida (m ³)	8.500,00	13.500,00	3.100,00	2.492,00	4.600,00	7.000,00	2.700,00	3.800,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	298,00	945,00	147,00	160,00	170,00	490,00	100,00	266,00
Madeira em Tora	Quantidade produzida (m ³)	500,00	500,00	27,00	20,00	2.500,00	2.500,00	1.000,00	1.500,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	65,00	115,00	3,00	3,00	288,00	575,00	115,00	345,00
Agricultura									
Soja	Área plantada/colhida (ha)	24.000,00	25.900,00	33.000,00	35.010,00	10.000,00	10.000,00	8.000,00	9.500,00
	Quantidade produzida (t)	60.480,00	95.670,00	85.800,00	105.035,00	18.000,00	25.800,00	19.200,00	28.500,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	33.037,00	118.027,00	59.202,00	127.723,00	12.870,00	23.220,00	13.728,00	25.650,00
Milho	Área plantada/colhida (ha)	1.800,00	2.350,00	4.000,00	4.100,00	2.800,00	3.040,00	1.300,00	2.300,00
	Quantidade produzida (t)	10.800,00	24.600,00	24.400,00	32.800,00	11.760,00	20.232,00	9.100,00	18.630,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	2.756,00	11.010,00	9.516,00	18.073,00	4.704,00	7.284,00	3.640,00	6.707,00
Trigo	Área plantada/colhida (ha)	6.000,00	7.000,00	6.500,00	6.000,00	2.500,00	3.200,00	2.500,00	3.000,00
	Quantidade produzida (t)	15.480,00	12.600,00	15.600,00	12.600,00	5.700,00	6.336,00	6.750,00	6.300,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	5.841,00	8.010,00	5.772,00	6.300,00	2.109,00	4.308,00	2.497,00	3.213,00
Pecuária									
Bovino	Efetivo do rebanho (cabeças)	8.550,00	7.500,00	7.160,00	5.916,00	29.000,00	25.216,00	10.000,00	7.403,00
	Leite - Quant. Prod. (x 1000) l	9.800,00	14.400,00	6.994,00	7.004,00	32.500,00	52.000,00	9.500,00	10.000,00
	Leite - Valor da produção (x 1000) R\$	-	15.120,00	-	11.417,00	-	57.200,00	-	11.000,00
Suíno	Efetivo do rebanho (cabeças)	7.890,00	7.828,00	7.220,00	5.240,00	32.800,00	32.837,00	16.800,00	6.461,00
Galináceo	Efetivo do rebanho (cabeças)	11.500,00	11.700,00	16.960,00	10.752,00	93.000,00	75.000,00	26.800,00	18.646,00
	Galinha (cabeças)	8.700,00	6.100,00	4.300,00	3.863,00	25.000,00	20.000,00	4.000,00	4.000,00

Tabela 12 – Valores monetários e de produção para atividades econômicas de maior destaque no setor Agropecuário por município pertencente ao Corede Celeiro e que contribuíram para o VAB nos anos de 2010 e 2018.

(continuação)

Atividade econômica		Esperança do Sul		Humaitá		Inhacorá		Miraguaí	
		2010	2018	2010	2018	2010	2018	2010	2018
Silvicultura									
Área	(ha)	-	300,00	-	100,00	-	26,00	-	447,00
Carvão	Quantidade produzida (t)	6,00	8,00	-	-	-	-	-	-
Vegetal	Valor da produção (x 1000) R\$	6,00	13,00	-	-	-	-	-	-
Lenha	Quantidade produzida (m ³)	1.950,00	2.800,00	4.300,00	5.900,00	2.500,00	2.100,00	940,00	3.618,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	72,00	196,00	159,00	413,00	80,00	158,00	45,00	232,00
Madeira em Tora	Quantidade produzida (m ³)	250,00	450,00	1.050,00	1.500,00	170,00	210,00	37,00	1.319,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	29,00	104,00	121,00	345,00	22,00	61,00	5,00	190,00
Agricultura									
Soja	Área plantada/colhida (ha)	5.000,00	4.700,00	7.500,00	6.600,00	7.000,00	6.000,00	4.200,00	5.400,00
	Quantidade produzida (t)	10.500,00	15.510,00	20.250,00	22.440,00	17.640,00	20.589,00	8.114,00	17.280,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	7.140,00	15.510,00	14.478,00	20.196,00	9.633,00	25.491,00	5.598,00	21.082,00
Milho	Área plantada/colhida (ha)	1.000,00	1.400,00	2.000,00	1.400,00	1.850,00	1.000,00	2.800,00	900,00
	Quantidade produzida (t)	4.000,00	11.760,00	12.000,00	11.480,00	9.250,00	10.860,00	8.064,00	4.230,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	1.600,00	4.234,00	4.800,00	4.133,00	2.356,00	5.312,00	3.144,00	1.991,00
Trigo	Área plantada/colhida (ha)	1.500,00	1.000,00	3.500,00	3.500,00	2.000,00	2.500,00	1.400,00	1.800,00
	Quantidade produzida (t)	4.050,00	1.500,00	10.080,00	9.450,00	5.040,00	6.250,00	4.200,00	3.240,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	1.498,00	1.020,00	3.729,00	4.820,00	1.896,00	3.973,00	1.554,00	1.996,00
Pecuária									
Bovino	Efetivo do rebanho (cabeças)	10.700,00	6.791,00	10.200,00	8.908,00	4.550,00	3.900,00	9.545,00	7.911,00
	Leite - Quant. Prod. (x 1000) l	10.000,00	16.000,00	13.500,00	18.000,00	2.550,00	3.100,00	13.300,00	12.876,00
	Leite - Valor da produção (x 1000) R\$	-	17.600,00	-	19.800,00	-	3.255,00	-	20.988,00
Suíno	Efetivo do rebanho (cabeças)	13.000,00	9.071,00	26.250,00	41.776,00	1.640,00	1.000,00	6.320,00	7.342,00
Galináceo	Efetivo do rebanho (cabeças)	36.000,00	30.000,00	23.000,00	18.380,00	9.000,00	8.000,00	37.471,00	283.129,00
	Galinha (cabeças)	11.000,00	10.000,00	7.000,00	5.000,00	27.500,00	3.500,00	7.000,00	5.213,00

Tabela 12 – Valores monetários e de produção para atividades econômicas de maior destaque no setor Agropecuário por município pertencente ao Corede Celeiro e que contribuíram para o VAB nos anos de 2010 e 2018.

(continuação)

Atividade econômica		Redentora		Santo Augusto		São Martinho		São Valério do Sul	
		2010	2018	2010	2018	2010	2018	2010	2018
Silvicultura									
Área	(ha)	-	1.261,00	-	108,00	-	550,00	-	40,00
Carvão Vegetal	Quantidade produzida (t)	-	-	-	-	-	-	-	-
	Valor da produção (x 1000) R\$	-	-	-	-	-	-	-	-
Lenha	Quantidade produzida (m³)	850,00	1.050,00	11.500,00	24.000,00	3.700,00	5.000,00	2.500,00	1.450,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	40,00	67,00	322,00	1.800,00	137,00	350,00	83,00	102,00
Madeira em Tora	Quantidade produzida (m³)	5,00	17,00	4.500,00	6.400,00	350,00	500,00	300,00	280,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	1,00	3,00	585,00	1.856,00	40,00	115,00	39,00	81,00
Agricultura									
Soja	Área plantada/colhida (ha)	13.000,00	12.800,00	33.000,00	33.500,00	9.000,00	11.600,00	5.800,00	5.525,00
	Quantidade produzida (t)	21.060,00	38.400,00	91.080,00	126.630,00	21.600,00	38.976,00	15.660,00	18.255,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	14.531,00	46.694,00	49.970,00	156.768,00	15.444,00	35.078,00	8.571,00	22.627,00
Milho	Área plantada/colhida (ha)	2.200,00	2.585,00	4.600,00	3.200,00	1.700,00	1.800,00	800,00	550,00
	Quantidade produzida (t)	6.380,00	19.020,00	34.261,00	36.400,00	10.200,00	16.200,00	4.800,00	5.025,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	2.488,00	10.230,00	8.598,00	17.224,00	4.080,00	5.832,00	1.267,00	2.266,00
Trigo	Área plantada/colhida (ha)	2.400,00	5.000,00	9.000,00	11.000,00	5.000,00	5.000,00	1.700,00	2.400,00
	Quantidade produzida (t)	7.200,00	10.000,00	24.300,00	26.400,00	13.500,00	9.000,00	4.590,00	5.040,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	2.664,00	5.000,00	9.077,00	16.782,00	4.995,00	4.590,00	1.725,00	3.190,00
Pecuária									
Bovino	Efetivo do rebanho (cabeças)	7.848,00	6.504,00	9.900,00	8.696,00	10.600,00	8.203,00	2.500,00	2.308,00
	Leite - Quant. Prod. (x 1000) l	11.026,00	10.873,00	2.100,00	16.000,00	17.500,00	20.000,00	3.000,00	4.500,00
	Leite - Valor da produção (x 1000) R\$	-	17.723,00	-	17.280,00	-	22.000,00	-	4.860,00
Suíno	Efetivo do rebanho (cabeças)	10.750,00	20.750,00	11.200,00	13.000,00	41.300,00	32.606,00	5.600,00	6.200,00
Galináceo	Efetivo do rebanho (cabeças)	39.100,00	32.324,00	34.520,00	24.200,00	27.000,00	22.000,00	10.000,00	7.600,00
	Galinha (cabeças)	9.880,00	4.560,00	11.000,00	11.200,00	8.100,00	8.500,00	4.400,00	3.600,00

Tabela 12 – Valores monetários e de produção para atividades econômicas de maior destaque no setor Agropecuário por município pertencente ao Corede Celeiro e que contribuíram para o VAB nos anos de 2010 e 2018.

		(continuação)							
Atividade econômica		Sede Nova		Tenente Portela		Tiradentes do Sul		Três Passos	
Silvicultura		2010	2018	2010	2018	2010	2018	2010	2018
Área	(ha)	-	90,00	-	1.100,00	-	500,00	-	750,00
Carvão	Quantidade produzida (t)	-	-	2,00	3,00	2,00	3,00	1,00	-
Vegetal	Valor da produção (x 1000) R\$	-	-	2,00	4,00	2,00	4,00	1,00	-
Lenha	Quantidade produzida (m ³)	2.750,00	4.000,00	6.300,00	9.000,00	5.200,00	7.700,00	9.500,00	12.000,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	102,00	280,00	233,00	630,00	192,00	539,00	352,00	840,00
Madeira em Tora	Quantidade produzida (m ³)	45,00	75,00	850,00	1.500,00	2.700,00	3.500,00	1.300,00	2.000,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	5,00	17,00	98,00	345,00	311,00	805,00	150,00	460,00
Agricultura									
	Área plantada/colhida (ha)	5.800,00	6.200,00	10.500,00	13.500,00	5.000,00	5.200,00	7.500,00	9.000,00
Soja	Quantidade produzida (t)	15.660,00	22.320,00	25.200,00	40.500,00	11.000,00	14.040,00	18.900,00	30.240,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	11.196,00	20.088,00	18.018,00	36.450,00	7.480,00	12.636,00	13.513,00	27.216,00
	Área plantada/colhida (ha)	800,00	1.000,00	1.500,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.500,00
Milho	Quantidade produzida (t)	5.280,00	9.000,00	7.650,00	16.800,00	7.200,00	12.000,00	9.600,00	21.000,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	2.112,00	3.240,00	3.060,00	6.048,00	2.880,00	4.320,00	3.840,00	7.560,00
	Área plantada/colhida (ha)	3.800,00	4.000,00	4.000,00	7.000,00	1.700,00	2.000,00	3.500,00	3.000,00
Trigo	Quantidade produzida (t)	11.400,00	10.800,00	10.800,00	15.400,00	4.080,00	3.600,00	9.450,00	6.840,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	4.218,00	5.508,00	3.996,00	7.854,00	1.509,00	2.448,00	3.496,00	3.488,00
Pecuária									
	Efetivo do rebanho (cabeças)	7.400,00	6.830,00	17.000,00	12.904,00	21.000,00	15.789,00	22.000,00	19.689,00
Bovino	Leite - Quant. Prod. (x 1000) l	10.500,00	18.000,00	13.800,00	15.000,00	19.000,00	28.000,00	20.000,00	28.000,00
	Leite - Valor da produção (x 1000) R\$	-	19.800,00	-	16.500,00	-	30.800,00	-	30.800,00
Suíno	Efetivo do rebanho (cabeças)	19.400,00	19.130,00	47.200,00	23.830,00	13.700,00	6.556,00	77.000,00	98.445,00
Galináceo	Efetivo do rebanho (cabeças)	13.800,00	12.526,00	190.000,00	240.000,00	60.000,00	55.000,00	75.000,00	278.314,00
	Galinha (cabeças)	2.600,00	1.840,00	17.000,00	19.000,00	21.000,00	23.000,00	18.000,00	22.700,00

Tabela 12 – Valores monetários e de produção para atividades econômicas de maior destaque no setor Agropecuário por município pertencente ao Corede Celeiro e que contribuíram para o VAB nos anos de 2010 e 2018.

(conclusão)

Atividade econômica		Vista Gaúcha		Corede Celeiro	
Silvicultura		2010	2018	2010	2018
Área	(ha)	-	155,00	-	7.752,00
Carvão Vegetal	Quantidade produzida (t)	-	-	18,00	19,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	-	-	16,00	27,00
Lenha	Quantidade produzida (m ³)	2.300,00	3.000,00	84.440,00	122.250,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	85,00	210,00	3.034,00	8.641,00
Madeira em Tora	Quantidade produzida (m ³)	1.200,00	1.500,00	17.386,00	27.031,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	138,00	345,00	2.315,00	6.515,00
Agricultura					
Soja	Área plantada/colhida (ha)	3.000,00	3.500,00	218.000,00	229.955,00
	Quantidade produzida (t)	7.200,00	9.450,00	533.734,00	759.341,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	5.148,00	8.505,00	347.024,00	823.696,00
Milho	Área plantada/colhida (ha)	1.700,00	1.100,00	40.300,00	38.025,00
	Quantidade produzida (t)	8.160,00	8.580,00	213.610,00	321.027,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	3.264,00	3.089,00	76.387,00	133.821,00
Trigo	Área plantada/colhida (ha)	800,00	500,00	65.800,00	76.950,00
	Quantidade produzida (t)	2.160,00	900,00	176.250,00	167.211,00
	Valor da produção (x 1000) R\$	799,00	612,00	65.465,00	95.087,00
Pecuária					
Bovino	Efetivo do rebanho (cabeças)	7.800,00	6.266,00	211.553,00	171.983,00
	Leite - Quant. Prod. (x 1000) l	9.500,00	10.000,00	216.870,00	302.253,00
	Leite - Valor da produção (x 1000) R\$	-	11.000,00	-	347.493,00
Suíno	Efetivo do rebanho (cabeças)	42.500,00	38.849,00	419.810,00	392.294,00
Galináceo	Efetivo do rebanho (cabeças)	188.500,00	250.000,00	1.005.151,00	1.474.973,00
	Galinha (cabeças)	7.000,00	6.000,00	211.480,00	177.076,00

Entre os anos de 2010 e 2018, o Corede Celeiro apresentou um crescimento na produção de lenha de 44,8%, enquanto a receita com venda de lenha foi 184,8% superior. Os municípios com maior contribuição foram no ano de 2018 Santo Augusto, Chiapetta e Três Passos, respectivamente com produção de 24.000 m³, 13.500 m³ e 12.000 m³. A madeira em tora teve aumento de 22,4% na produção e 181,4% na receita no período de 2010 a 2018 no Corede Celeiro. Os municípios com maior contribuição no ano de 2018 foram Santo Augusto, Tiradentes do Sul e Crissiumal, respectivamente com produção de 6.400 m³, 3.500 m³ e 2.500 m³.

Entre as atividades da agricultura, destaca-se o cultivo de cereais para grãos, principalmente soja representando um montante de R\$ 823.696.000,00 no ano de 2018, incremento de 137,4% em relação a 2010. Para o cultivo da soja destaca-se os municípios de Santo Augusto, Coronel Bicaco e Chiapetta, respectivamente com faturamento de R\$ 156.768.000,00, R\$ 127.723.000,00 e R\$ 118.027.000,00.

Quanto à produção de milho, o Corede Celeiro representou um valor de produção no ano de 2018 de R\$ 133.821.000,00, com crescimento de 75,2% desde 2010. Para o cultivo de milho destaca-se os municípios de Coronel Bicaco, Santo Augusto e Chiapetta, respectivamente com faturamento de R\$ 18.073.000,00, R\$ 17.224.000,00 e R\$ 11.010.000,00. Quanto à produção de trigo, o Corede Celeiro representou um valor de produção no ano de 2018 de R\$ 95.087.000,00, com crescimento de 45,3% desde 2010. Para o cultivo de trigo destaca-se os municípios de Santo Augusto, Chiapetta e Tenente Portela, respectivamente com faturamento de R\$ 16.782.000,00, R\$ 8.010.000,00 e R\$ 7.854.000,00.

Na pecuária, com a produção de leite, o Corede Celeiro no ano de 2010 produziu 216.870.000 litros de leite, e em 2018 a produção foi de 302.253.000, um incremento no período de 39,4%. Destacam-se, no ano de 2018, os municípios de Crissiumal com produção de 52.000.000 de litros, Tiradentes do Sul e Três Passos cada um com produção de 28.000.000 de litros. A atividade leiteira está presente em todos os municípios do Corede Celeiro, e é importante para manutenção das propriedades familiares. Além disso, pode ser vista como alternativa de exploração conjunta com a produção de madeira, que associada a pastagens, na pauta do bem estar animal, desencadeia oportunidades de agregação de renda e potencialização na propriedade. Integração pastagem-floresta deveria ser merecedora de atenção nas políticas públicas municipais.

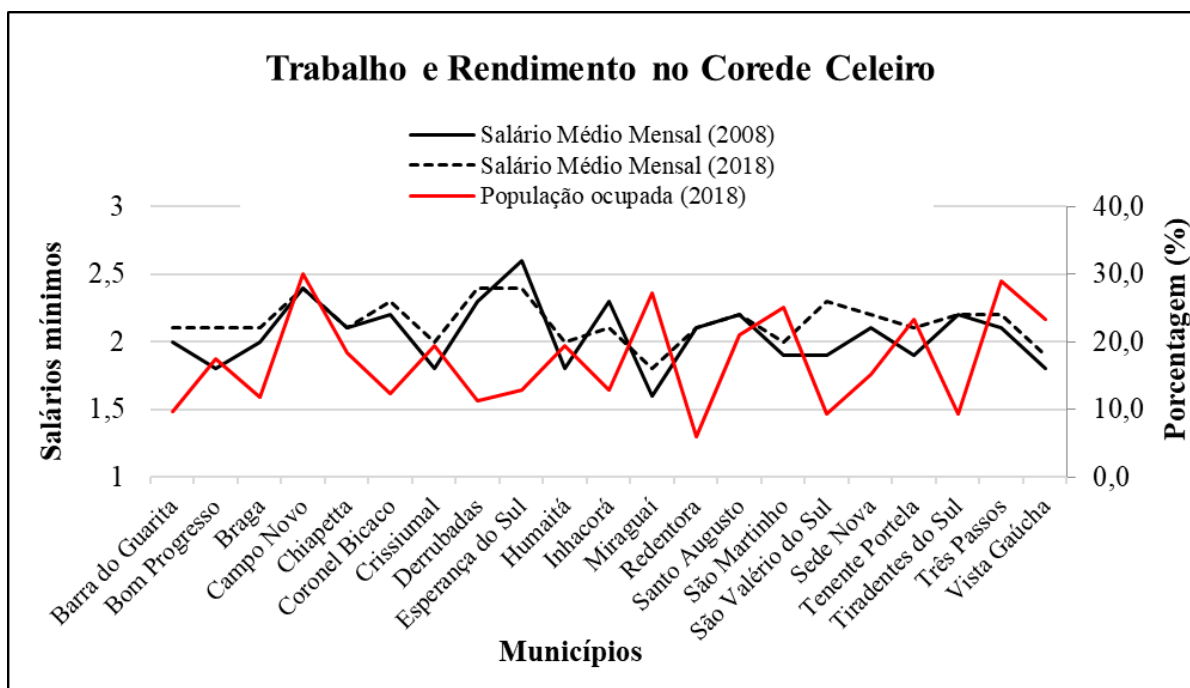
A criação de suínos também possui importância, tendo no Corede Celeiro o total de 419.810 cabeças no ano de 2010 e 392.294 em 2018, o que demonstra uma redução de 6,55% no período. Destaca-se os municípios de Três Passos com 98.445 cabeças, Humaitá com 41.776

cabeças e Vista Gaúcha com 38.849 cabeças de suíno. E em relação ao rebanho de galinhas, para o ano de 2010 a região possuía 1.005.151 galinhas, enquanto em 2018 obteve um montante de R\$ 1.474.973 galinhas, apresentando um crescimento de 46,7% no período. Destacam-se os municípios de Miraguai, Três Passos e Vista Gaúcha, com rebanho de galinhas no ano de 2018, respectivamente de 283.129, 278.314 e 250.000.

3.3.4 População Ocupada e Salário de Trabalhadores Formais

Em 2018, o salário médio mensal no Corede Celeiro era de 2,1 salários-mínimos, cerca de 50% menor que a média do Estado. A proporção de pessoas ocupadas no Corede em relação à população total era de 17,3%, enquanto para o Rio Grande do Sul cerca de 53,1%. A evolução do salário médio mensal para os municípios do Corede Celeiro no período de 2008-2018, bem como a porcentagem da população ocupada em 2018 estão representados na Figura 12.

Figura 4 - Trabalho e rendimento para os municípios do Corede Celeiro: salário médio mensal (2008, 2018) e população ocupada (2018).



Fonte: elaborado com base em (IBGE, 2020^a)

Houve um aumento pouco significativo no salário médio mensal dos municípios no intervalo de 10 anos, sendo que Inhacorá e Esperança do Sul baixaram a média nesse período. Contudo, Esperança do Sul apresentou o maior valor para o ano de 2008, permanecendo nesta posição em 2018, juntamente com Campo Novo e Derrubadas, com valor de 2,4 salários médios mensais. Os municípios de Redentora, seguido de São Valério do Sul, Tiradentes do Sul e Barra do Guarita apresentaram menor porcentagem de população ocupada no Corede em 2018, ambos com menos de 10%. Em contraponto, Campo Novo e Três Passos beiram os 30%, com a maior porcentagem registrada.

4 CONCLUSÃO

A busca por resultados efetivos para a questão do desenvolvimento regional depende do aprofundamento das avaliações e estratégias territoriais, tanto por parte do Estado, regiões funcionais e municípios.

O Corede Celeiro num panorama geral, apresenta características socioeconômicas e demográficas homogêneas em toda sua extensão. Os resultados apresentados revelaram significativa evolução nos índices e indicadores analisados, representando benefícios qualitativos para todos os municípios. No entanto, dois pontos merecem atenção:

- I) a perda significativa de população rural nos últimos anos, que se ocupa predominantemente na pequena propriedade e depende das atividades agropecuárias para sobrevivência. Por isso, melhorias na infraestrutura, fortalecimento das atividades vinculadas à pequena propriedade e dinâmica da atividade agropecuária com auxílio técnico, por exemplo, podem contribuir para frear o êxodo para outras áreas.
- II) O PIB per capita permanece abaixo da média estadual em 17 dos 21 municípios, enfatizando a necessidade de iniciativas para agregar na geração de renda desses municípios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, J. A. F.; BENETTI, M. D.; BANDEIRA, P. S. **Crescimento Econômico da Região Sul do Rio Grande do Sul-Causas e Perspectivas**. POA. FEE, 1994.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL (ATLAS BRASIL). **ATLAS BR: consulta**. 2020. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/consulta>>. Acesso em: 12 mar. 2020.

CARGNIN, A. P. Desafios para o Planejamento e o Desenvolvimento Territorial no Estado do Rio Grande do Sul. **Geographia Meridionalis**, v. 2, n. 2, p. 214-233, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/Geographis/article/view/9311>>. Acesso em: 26 jan. 2019.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (DEE). **Estimativas para a expectativa de vida ao nascer no RS e nos Conselhos Regionais de Desenvolvimento (Coredes) - 2010-18**. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão: Nota Técnica n. 18, 2020. Disponível em: <<https://dee.rs.gov.br/upload/arquivos/202005/13094440-11162230-nota-tecnica-marilene-final-3.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

FRITZEN, A. **Controle Social do Desenvolvimento Regional à Luz da Gestão Social no âmbito do Corede Celeiro**. 2017. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento)- Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). Ijuí, RS, 2017.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (FEE). **Dinâmicas territoriais recentes no Estado do Rio Grande do Sul**. Coord. Cargnin et al.. Porto Alegre: FEE, 2014. Disponível em: <https://arquivofee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/201412092_fee-dinamicas-territoriais_site1.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2021.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA SIEGFRIED EMANUEL HEUSE (FEE). **FEE DADOS ABERTOS: árvore de variáveis**. 2020. Disponível em: <<https://dados.fee.tche.br>>. Acesso em: 12 mar. 2020.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA SIEGFRIED EMANUEL HEUSER (FEE). **Perfil Socioeconômico Corede Celeiro**. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<https://governanca.rs.gov.br/upload/arquivos/201512/15134129-20151117101441perfil-regionais-2015-celeiro.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO (FUNAI). **Terras Indígenas**. Disponível em: <<http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

HAMMES, I. M. **Plano estratégico de desenvolvimento do Rio Grande do Sul 2015-2030: perspectivas estratégicas das Regiões Funcionais**. Lajeado: Univates, 1 ed., 2017. 199 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. Rio de Janeiro, v. 8, p. 1-105, 2019. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Geociências**. Brasil, 2020b. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGECIDADES**. 2020a. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 mar. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema de Contas Regionais: Brasil 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Contas Nacionais n. 77. 19 p. 2018a. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=2101765>>. Acesso em: 17 mar. 2021.

KOHLER, R.; BALZAN, K. M.; RIBAS, J. V. M. Relevância econômica dos benefícios previdenciários nos municípios da região Corede Celeiro/RS. **Desenvolvimento Regional em debate**. v. 10, p. 932-951, 2020. Disponível em: <<https://www.periodicos.unc.br/index.php/drd/article/view/2891>>. Acesso em: 21 set. 2020.

OURIQUE, L. K. DE; BAGGIO, P. M.; VASCONCELLOS, B. N DE.; SANTOS, N. R. Z. DOS. Uma Análise Comparativa de Produtos da Silvicultura na Região Sul do Brasil. In: 3º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNIPAMPA, v. 3, n. 2, 2011, Uruguaiana. **Anais...** Uruguaiana, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/60399>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

PEREIRA, M. G. **Epidemiologia: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.

PESSOA, M. L. **PIB e VAB do RS**. In: _____. Atlas FEE. Porto Alegre: FEE, 2017. Disponível em: <<http://atlas.fee.tche.br/rio-grande-do-sul/economia/pib-vab-do-rs/>>. Acesso em: 20 de março de 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013 - Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013. 96 p. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/acervo/biblioteca>>. Acesso em: 13 mar. 2021.

RIO GRANDE DO SUL (2015). **Perfil Socioeconômico COREDE Celeiro**. Secretaria do Planejamento, Mobilidade e Desenvolvimento Regional/Departamento de Planejamento Governamental. Disponível em: <<https://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201512/15134129-20151117101441perfis-regionais-2015-celeiro.pdf>>. Acesso em 23 jan. 2019.

RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Socioeconômico do Estado do Rio Grande do Sul: Indicadores Sociais/Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE)**. Porto Alegre: SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. 2020. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/indice-de-desenvolvimento-socioeconomico-novo-idese>>. Acesso em: 13 mar. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Decreto N° 45.436, de 09 de janeiro de 2008. Introduz alterações no Decreto n° 35.764, de 28 de dezembro de 1994, alterado pelo Decreto n° 42.777, de 22 de dezembro de 2003, e pelo Decreto n° 42.986, de 26 de março de 2004 e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2045.436.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO RURAL (SNCR). **Consulta pública de imóveis 2020**. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária-INCRA/BRASIL, 2014. Disponível em: <<https://sn-cr.serpro.gov.br/sn-cr-web/consultapublica.jsf?windowid=a25>>. Acesso em: 20 set. 2020.

SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO RURAL (SNCR). **Relatório de Índices Básico de 2013**. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária-INCRA/BRASIL, 2020. Disponível em: <<http://antigo.incra.gov.br/pt/modulo-fiscal.html>>. Acesso em: 22 set. 2020.

CAPÍTULO III: MAPEAMENTO DE ÁREAS CULTIVADAS COM SILVICULTURA NO NORTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

RESUMO

Os plantios florestais agregam à conservação da biodiversidade, reduzindo a pressão sobre as florestas nativas. Além disso, fornecem produtos variados, como celulose para fabricação de papel, madeira para móveis e serviços, de regulação do fluxo hídrico, controle do clima, formação de estoques de carbono e conservação do solo. Diante desse cenário, há um aumento de plantios em todo território brasileiro e, por isso, o monitoramento da silvicultura torna-se fundamental. Uma alternativa viável é a utilização de séries temporais de imagens de satélite, com uso de técnicas de geoprocessamento, permitindo, além da análise visual qualitativa, a análise quantitativa das possíveis alterações ocorridas. O objetivo deste trabalho foi averiguar a existência de áreas cultivadas com silvicultura, por meio da quantificação e mapeamento de plantios existentes no Corede Celeiro, localizado no estado do Rio Grande do Sul, utilizando imagens de satélite *RapidEye* para os anos de 2014 e 2020, obtidas da empresa Planet e do Ministério do Meio Ambiente, com processamento de correção atmosférica aplicado. A base cartográfica foi composta pelos arquivos vetoriais: rodovias, áreas urbanas e limites municipais, obtidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Foram aplicadas composições falsacor RGB (Red, Green e Blue) com as bandas espectrais 543 e 532, para obter a melhor discriminação dos alvos em cada imagem. A classificação supervisionada utilizando o algoritmo Máxima verossimilhança (MaxVer) foi executada no software ArcGis 10.5., bem como gerados os mapas que demonstram a distribuição espacial e a quantificação de quatro classes temáticas de uso e cobertura da terra: “Plantios”, “Água”, “Floresta Nativa”, “Agricultura”, para posteriormente separar os plantios que se referem as práticas silviculturais da região. As amostras de validação, pós classificação das imagens, foram adquiridas pela marcação de coordenadas por meio da visualização de imagens Google Earth Pro para 2014 e registros fotográficos in loco para o ano de 2020. Por fim, avaliaram-se a exatidão das classificações pelo índice Kappa e a exatidão global. Valores do coeficiente Kappa em 100% das imagens estiveram acima de 0.81, indicando o nível de exatidão como excelente, aproximando-se muito da verdade de campo. Erros de omissão baixos foram encontrados na classificação dos plantios, indicando haver inclusão errônea de poucas amostras de referência em outras categorias. Para o ano de 2014, o componente de maior ocupação do uso e cobertura da terra no Corede Celeiro, correspondeu à classe de agricultura com 76,8%, enquanto a classe de plantios florestais registrou a menor porcentagem (0,6%). Ainda que todos os municípios apresentem plantios, a área em hectares não chega a 1% do total, remetendo à realidade econômica predominante na área de estudo, pois a região é formada por pequenas propriedades baseada na produção agrícola. Contudo, os plantios florestais, mesmo em pequena escala, fazem parte da diversificação produtiva nessas propriedades e vêm ganhando espaço de cultivo, como é o caso do município de Campo Novo, registrando um aumento de 8,41% das áreas de silvicultura de 2014 para 2020. Em conclusão, o uso de imagens de alta resolução *RapidEye* permitiu a identificação e o mapeamento de plantios florestais por meio da classificação supervisionada de forma satisfatória. O mapeamento espacial das áreas vinculadas à silvicultura poderá embasar futuros projetos de reflorestamento e gestão do território, uma vez que permite identificar tendências da dinâmica da paisagem, com percentual para cada período, e a evolução destas ao longo do tempo.

Palavras-chave: Plantios Florestais; Corede Celeiro; *MaxVer*; *RapidEye*.

CHAPTER III: MAPPING OF AREAS CULTIVATED WITH FORESTRY IN THE NORTHERN STATE OF RIO GRANDE DO SUL

ABSTRACT

Forest plantations add to the conservation of biodiversity, reducing pressure on native forests. In addition, they provide various products, such as cellulose for papermaking, wood for furniture, and services for regulating water flow, climate control, formation of carbon stocks, and soil conservation. Given this scenario, there is an increase in plantations throughout the Brazilian territory and, therefore, the monitoring of silviculture becomes essential. A viable alternative is the use of time series of satellite images, using geoprocessing techniques, allowing, in addition to the qualitative visual analysis, the quantitative analysis of possible changes that have occurred. The objective of this study was to investigate the existence of areas cultivated with silviculture through the quantification and mapping of existing plantations in Corede Celeiro, located in the state of Rio Grande do Sul, using RapidEye satellite images for the years 2014 and 2020, obtained from Planet and the Ministry of the Environment, with applied atmospheric correction processing. The cartographic base was composed of the vector files: highways, urban areas, and municipal limits, obtained by the Brazilian Institute of Geography and Statistics. False-color RGB compositions (Red, Green, and Blue) with spectral bands 543 and 532 were applied to obtain the best target discrimination in each image. The supervised classification using the Maximum likelihood algorithm (MaxVer) was performed in the ArcGis 10.5 software, as well as the maps showing the spatial distribution and quantification of four thematic classes of land use and coverage were generated: Plantations, Water, Native Forest, and Agriculture, to later separate the plantations that refer to the region's silvicultural practices. The validation samples, after the image classification, for 2014 were acquired by marking coordinates through the visualization of Google Earth Pro images and for the year 2020 photographic records in loco. Finally, the accuracy of the classifications was assessed using the Kappa index and the global accuracy. Kappa coefficient values in 100% of the images were above 0.81, indicating the level of accuracy as excellent, very close to the field truth. Low omission errors were found in the classification of plantations, indicating that a few reference samples were erroneously included in other categories. For 2014, the component with the highest occupation of land use and coverage in Corede Celeiro corresponded to the agriculture class with 76.8%, while the class of forest plantations registered the lowest percentage (0.6%). Although all municipalities have plantations, the area in hectares does not reach 1% of the total, referring to the prevailing economic reality in the study area, as the region is formed by small properties based on agricultural production. However, forest plantations, even on a small scale, are part of the productive diversification in these properties and have been gaining space for cultivation, as is the case in the municipality of Campo Novo, registering an increase of 8.41% in the forestry areas from 2014 to 2020. In conclusion, the use of RapidEye high-resolution images allowed the identification and mapping of forest plantations through satisfactory supervised classification. The spatial mapping of areas linked to silviculture may support future reforestation and land management projects, since it allows the identification of trends in landscape dynamics, with percentages for each period, and their evolution over time.

Keywords: Forest Plantations; Corede Celeiro; MaxVer; RapidEye.

1 INTRODUÇÃO

A expansão da área de florestas plantadas é prioridade para a permanência e crescimento do setor florestal (Fracasso et al., 2015). A área total de árvores plantadas no Brasil totalizou 9 milhões de hectares em 2019. Deste montante de plantios, o Rio Grande do Sul contém 11,14% do total de área ocupada no país, distribuídas da seguinte forma: 672 010 ha com plantios de eucalipto, 280 840 ha com plantios de pinus e 73 219 ha do gênero acácia (AGEFLOR, 2020; IBÁ, 2020).

Nesse cenário, o estado detem 67,7% das áreas com plantios de eucalipto, 28% com pinus e 7,3% com acácia para o ano de 2019.

A demanda por madeira é realidade no sul do Brasil, sendo eucalipto, pinus e acácia as espécies em destaque nessa região. Por apresentar uma necessidade potencial de aumento das áreas com plantios florestais em todo território brasileiro, o monitoramento da silvicultura torna-se fundamental. Para isso, a classificação de imagens multiespectrais de sensores orbitais consiste em uma metodologia usada para caracterização, comparação de paisagens, gestão ambiental e ordenamento do território com aplicações na modelagem e monitoramento das mudanças na paisagem (STEVIC et al., 2016).

O mapeamento do uso da terra mediante técnicas de análises espaciais é o meio mais rápido e fácil para análise dos fenômenos naturais nas mais variadas escalas (SILVA et al., 2013; VAEZA et al., 2010). Complementando, Petta et al. (2008) citam que, devido à visão sinótica e à repetitividade de imagens de satélite, há possibilidade de análises de extensas áreas, obtendo-se resultados com maior rapidez e precisão, o que reduz o tempo e os custos se comparados com métodos tradicionais de levantamentos dos meios físico e biótico.

As imagens de satélite são descritas por Bakr et al. (2010), como uma das principais fontes de dados amplamente utilizadas no planeta. Os componentes da paisagem que mais se destacam nas imagens de satélite e possibilitam o estudo sobre estas áreas são os recursos hídricos, os centros urbanos, o uso do solo e a cobertura florestal (VALLE e LISBOA, 2014).

A utilização de dados multitemporais favorece o monitoramento de fenômenos. Para Facco et al. (2017), a utilização de uma série temporal de imagens com uso de técnicas de geoprocessamento permite a confecção de diversos mapas de uso e cobertura da terra de dado local, permitindo além da análise visual, qualitativa, a análise quantitativa das possíveis alterações ocorridas.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi averiguar a existência de áreas cultivadas com silvicultura, por meio da quantificação e mapeamento de plantios com classificação supervisionada em imagens de alta resolução, na região pertencente ao Corede Celeiro.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende parte da Região Funcional de Planejamento RF7, situada ao norte do Estado do Rio Grande do Sul. Fundado pelo Decreto nº 45.436 de 09/01/2008, o Conselho Regional de Desenvolvimento da Região Celeiro, é constituído por 21 municípios: Barra do Guarita, Bom Progresso, Braga, Campo Novo, Chiapetta, Coronel Bicaco, Crissiumal, Derrubadas, Esperança do Sul, Humaitá, Inhacorá, Miraguaí, Redentora, Santo Augusto, São Martinho, São Valério do Sul, Sede Nova, Tenente Portela, Tiradentes do Sul, Três Passos e Vista Gaúcha, totalizando uma área de 4.747,23 km² e uma população estimada no ano de 2019 de 144.641 habitantes (IBGE, 2020).

As temperaturas apresentam grande variação sazonal, com verões quentes e invernos bastante rigorosos, com a ocorrência de geadas. O clima, conforme a classificação de Köppen, corresponde ao temperado Cfa, com nevoeiros frequentes, índices médios anuais de precipitação pluviométrica de até 1900 mm anuais e temperaturas com variação no período mais frio de 6,6°C e no período mais quente de 37,4°C em média (ALVARES et al., 2014).

A presença no Corede de duas reservas indígenas e do maior salto horizontal de queda d'água do planeta (Salto do Yucumã), refletem num diferencial para a região em termos de conservação da biodiversidade. A reserva indígena Guarita (234 km²) abrange parte dos municípios de Tenente Portela, Redentora e Erval Seco, e a reserva indígena Inhacorá (30 km²) é situada em São Valério do Sul. Em conjunto com o Parque Estadual do Turvo no município de Derrubadas, constituem área remanescente da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, com abrigo para espécies da fauna e flora nativa (FAUTH e FEIX, 2016).

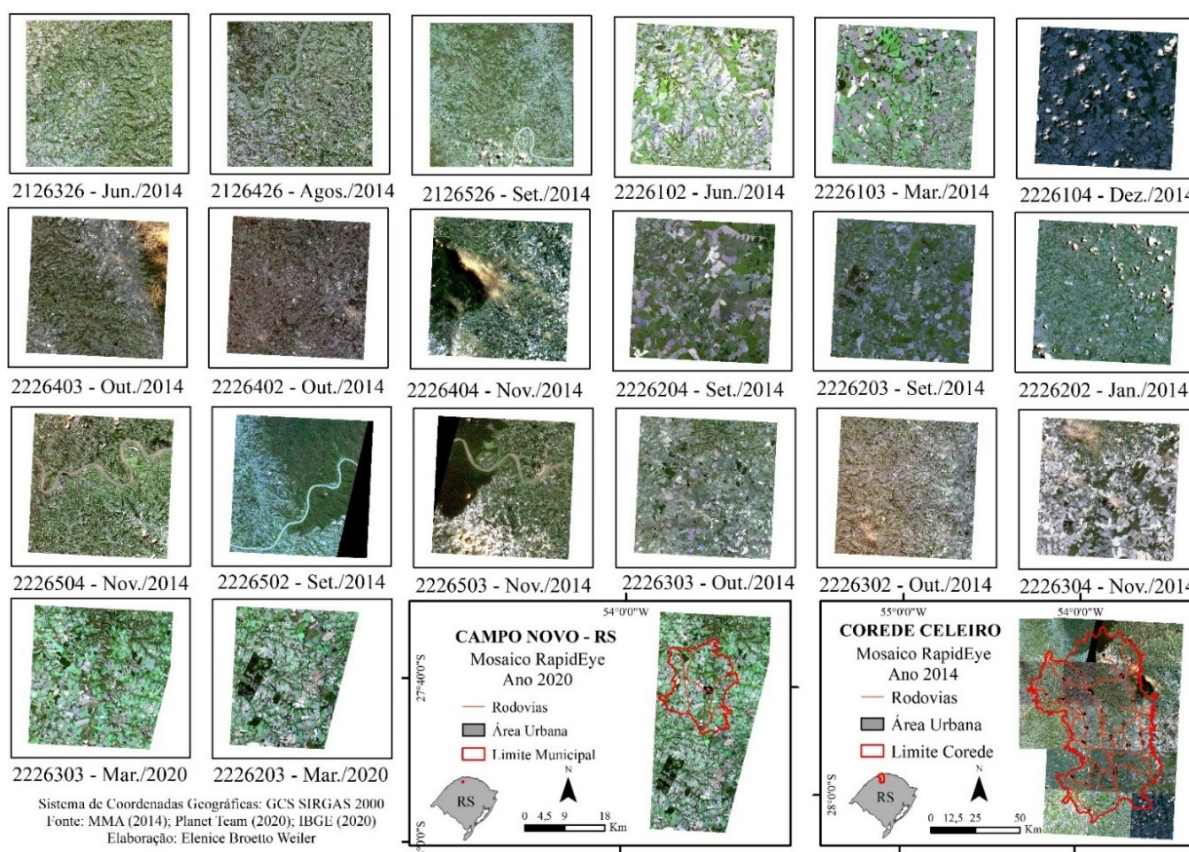
O Corede Celeiro possui forte tradição nas atividades primárias voltadas para a produção de grãos, com destaque para a soja, o milho e o trigo e para a pecuária, com produção de leite e criação de aves e suínos (FEE, 2015). De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, a produção de leite e derivados está presente nas propriedades rurais de todos os municípios, sendo importante protagonista na formação da renda agropecuária (IBGE, 2019).

Segundo os critérios do IBGE, cerca de 294 mil estabelecimentos (80,5%) foram classificados como de agricultura familiar, detendo 25,3% das áreas do Estado do Rio Grande do Sul. No Corede Celeiro, as propriedades se traduzem em pequenas unidades produtivas, por vezes familiares com produção diversificada (KOHLENER et al., 2020). Ourique et al. (2011) descrevem uma diversificação das áreas de produção, em função de uma reorganização espacial da cadeia dos produtos oriundos da silvicultura, em que a Mesorregião Noroeste Rio-Grandense se destaca com produção de madeira em toras.

2.2 BASE DE DADOS

Foram utilizadas 18 imagens *RapidEye* para cobertura total da área de estudo, datadas do ano de 2014, obtidas da empresa Planet e do MMA. E, para o mosaico do município de Campo Novo para o ano de 2020, mais duas imagens da empresa Planet (Planet Team, 2020) com processamento de correção atmosférica aplicado (PLANET LABS. 2019) (Figura 1).

Figura 1 - Imagens do satélite *RapidEye* utilizadas para a classificação supervisionada no Corede Celeiro/RS (ano de 2014) e no município de Campo Novo/RS (ano de 2020).



As imagens *RapidEye* possuem resolução espacial de 5m, sendo composta pelas bandas azul (440 – 510 μm), verde (520 – 590 μm), vermelho (630 – 685 μm), red-edge 690 – 730 μm e infravermelho próximo (760 – 850 μm) (RAPIDEYE, 2012). A base cartográfica foi composta pelos arquivos vetoriais: rodovias, áreas urbanas, limites municipal e regional (IBGE, 2020).

Devido à defasagem temporal das imagens, utilizou-se, como documento de referência, uma imagem disponibilizada pelo programa Google Earth Pro, datada de agosto de 2014. Ainda, algumas áreas que não sofreram alteração, por exemplo, áreas nativas, foram consideradas como testemunhas e então registradas in loco. Para o ano de 2020, visitas a campo foram feitas para tomada de coordenadas e registros fotográficos, como forma de validação pós classificação das imagens.

2.3 CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

A classificação supervisionada utilizando o algoritmo MaxVer foi executada no software ArcGis 10.5. Foram testadas e aplicadas composições falsa-cor RGB (RED, GREEN e BLUE) com as bandas espectrais 543 e 532, para obter a melhor discriminação dos alvos em cada imagem. Considerando as formas de uso e ocupação do solo predominantes na área, as características espectrais dos alvos e a resolução espacial das imagens empregadas para o mapeamento definiu-se quatro classes temáticas de uso e cobertura da terra: “Plantios”, “Água”, “Floresta Nativa”, “Agricultura”, para posteriormente separar os plantios que se referem as práticas silviculturais da região.

Considerando que as amostras de treinamento devem ser distribuídas em toda a área de estudo, optou-se por utilizar pelo menos 50 amostras por classe de uso da terra em cada imagem, nesta etapa. As amostras de validação foram adquiridas pela marcação de coordenadas por meio da visualização de imagens Google Earth Pro (ano de 2014) e constatação a campo, sendo que algumas classes com registro fotográfico (ano de 2020).

A avaliação da exatidão das classificações foi realizada a partir das matrizes de confusão que foram obtidas pelo cruzamento dos mapas temáticos, resultantes da classificação de cada imagem, com as amostras de validação para cada classe. Foram calculados o índice Kappa (Landis e Koch, 1977), exatidão global, erros de omissão e comissão e acurácia ao usuário e ao produtor, utilizando o software Excel.

Para validar os resultados da classificação foram utilizados os índices Kappa, baseado na diferença entre concordância observada e a possibilidade de concordância k entre os dados de referência e uma classificação aleatória (CONGALTON e GREEN, 1999) (Equação 1) e a

exatidão global, sendo a declaração da porcentagem da área do mapa que foi corretamente classificada quando comparada com dados de referência ou “verdade de campo” (SILVA e SANO, 2016) (Equação 2).

$$k = \frac{n \sum_{i=1}^k n_{ii} - \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}} \quad (1)$$

Sendo:

K= número de linhas da matriz de erros;
 n= número total de observações (amostras);
 n_{ii}= número de observações na linha i e coluna i;
 n_{i+}= total da linha i;
 n_{+i}= total da coluna i.

$$F_m = \frac{\sum x_{ii}}{\sum \sum x_{ij}} \quad (2)$$

Sendo:

F_m = exatidão global;
 X_{ii} = elementos da diagonal;
 $\sum \sum x_{ij}$ = soma dos elementos.

O desempenho das classificações foi representado pelos intervalos de índice Kappa estudados por Landis e Koch (1977): péssimo ($K \leq 0$); ruim ($0 < K \leq 0,2$); razoável ($0,21 < K \leq 0,4$); bom ($0,41 < K \leq 0,6$); muito bom ($0,61 < K \leq 0,8$); e excelente ($0,81 < K < 1$).

A finalização do processo de validação foi realizada a partir da matriz de confusão onde se calculou a exatidão global dos mapas. Uma matriz de erro é uma maneira muito eficaz para representar a precisão de cada categoria, juntamente com os erros de inclusão (erros de comissão - EC_j, Equação 3) e erros de exclusão (erros de omissão - EO_i, Equação 4) presente na classificação (CONGALTON, 1991). A acurácia de produtor (AP) refere-se à probabilidade de um pixel de referência ter sido corretamente classificado e a acurácia de usuário (AU) indica a probabilidade que um pixel classificado na imagem de fato representa aquela categoria no campo (CATTANI et al., 2013).

$$EC_j = \frac{\sum x_{ij} - x_{jj}}{\sum x_{ij}} \quad (3)$$

$$EO_i = \frac{\sum x_{ij} - x_{ii}}{\sum x_{ij}} \quad (4)$$

Sendo:

$$\begin{aligned} \sum x_{ij} - x_{ii} &= \text{soma dos resíduos por linha;} \\ \sum x_{ij} - x_{jj} &= \text{soma dos resíduos por coluna;} \\ \sum x_{ij} &= \text{marginal da linha ou coluna.} \end{aligned}$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa temático com os resultados da classificação supervisionada pelo algoritmo MaxVer para o Corede Celeiro no ano de 2014, representando a distribuição dos plantios florestais e demais classes (água, floresta nativa e agricultura) pode ser visualizado na Figura 2. Os plantios florestais estão presentes em toda área de estudo, somando um total de 26,64 km², com destaque para os municípios de Crissiumal (3,96km²), Tenente Portela (3,3km²) e Três Passos (3,1km²).

Valores do coeficiente Kappa em 100% das imagens estiveram acima de 0,81, indicando o nível de exatidão como excelente pela categorização de Landis e Koch (1997), ou seja, os resultados obtidos da classificação se aproximam muito da “realidade terrestre”. Desse modo, as Tabela 1 e 2 ilustram os valores obtidos da exatidão global, coeficiente Kappa, acurácia do produtor e do usuário para a área total do estudo no ano de 2014, para o município de Campo Novo para 2020 e valores discriminados por imagem, respectivamente.

Muitos pesquisadores trabalharam com imagens de alta resolução e obtiveram resultados positivos e aceitáveis, pela classificação com o algoritmo MaxVer. Valores de acurácia e de Kappa foram semelhantes aos de Oliveira et al. (2013), no mapeamento de fragmentos florestais monodominados por *Myracrodruon urundeuva* em Tumiritinga/MG, onde os autores usaram imagens RapidEye e obtiveram melhor desempenho para MaxVer, com coeficientes Kappa de 0,8 e Kappa condicional de 0,9.

Avaliando imagens para detecção de mudanças na cobertura da terra em faixas de dutos, Riedel et al. (2014) obtiveram acurácia de 0,83 e 0,63 para as imagens RapidEye e Ikonos, respectivamente, concluindo assim que a primeira foi mais eficiente. Marinho et al. (2017), no mapeamento das mudanças de classe e cobertura de solo em Sucupira – TO entre 2007 e 2017, com MaxVer obtiveram índice Kappa de 0,97 para 2007 e 0,99 para 2017.

Classificações obtidas a partir do algoritmo Maxver obtiveram kappas superiores aos obtidos a partir do SVM comparados pelo teste z a 95% de probabilidade, em sistemas florestais monodominantes de *Eremanthus* sp. (FARIA e FERNANDES FILHO, 2013). Ao comparar imagens RapidEye e Landsat 8, na classificação do uso e cobertura da terra, para região central do Rio Grande do Sul, Queiroz et al. (2017) verificaram resultados melhores para RapidEye

com Kappa superior e categorizado como muito bom. Em estudo sob estágios sucessionais da vegetação, Sothe et al. (2017) verificaram que Maxver teve melhor desempenho na classificação da vegetação em estágio inicial ao compará-lo com SVM e RF para imagens RapidEye.

A matriz de erro gerada para cada imagem indica a acurácia dos mapas, onde se constata que algumas classes foram desprovidas de erros de classificação, como é o caso da Água em que 76,2% das imagens obtiveram 100% de acurácia de usuário, indicando, assim, que de fato a classificação representa a categoria a campo. Similarmente, Costa et al. (2016) concluíram que a classificação supervisionada possibilita quantificar áreas e a percentagem de cada classe de uso do solo de forma consistente.

Os resultados das classificações indicam concordância entre os mapas gerados de uso e cobertura e a imagem disponibilizada no programa Google Earth Pro, bem como a validação a campo (Apêndice A). Por exemplo, a Figura 3 apresenta a classificação para o município de Campo Novo, com destaque para a Mata Nativa.

Tabela 1 - Matriz de erros de classificação temática: Corede Celeiro/RS com o uso de imagens *RapidEye* (2014) e Campo Novo/RS com o uso de imagens *RapidEye* (2020).

Matriz de erros de classificação temática do Corede Celeiro/RS com o uso de imagens <i>RapidEye</i> (2014)								Matriz de erros de classificação temática de Campo Novo/RS com o uso de imagens <i>RapidEye</i> (2020)							
Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)		Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	
							Acurácia ao produtor (%)								Acurácia ao produtor (%)
Plantios	2088	17	76	1	2182	19,1	80,9	Plantios	67	0	1	0	68	15,2	84,8
Água	34	3395	56	5	3490	5,7	94,3	Água	0	135	0	0	135	3,6	96,4
Floresta Nativa	339	18	4514	65	4936	6,0	94,0	Floresta Nativa	10	0	236	6	252	0,8	99,2
Agricultura	121	170	155	6875	7321	1,0	99,0	Agricultura	2	5	1	255	263	2,3	97,7
Total	2582	3600	4801	6946	17929	<i>Kappa</i> 0,91		Total	79	140	238	261	718	<i>Kappa</i> 0,95	
Erro de comissão (%)	4,3	2,7	8,5	6,1	Conc. Excelente			Erro de comissão (%)	1,5	0,0	6,3	3,0	Conc. Excelente		
Acurácia ao usuário (%)	95,7	97,3	91,5	93,9	Exat. global 0,94			Acurácia ao usuário (%)	98,5	100,0	93,7	97,0	Exat. Global 0,97		

Tabela 2 - Matriz de erros de classificação temática por imagens *RapidEye* (2014) no norte do Estado do Rio Grande do Sul.

(continua)

Imagem 2126326 - Jun./2014 - RGB532								Imagem 2126426 - Agos./2013 - RGB543							
Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)		Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	
						Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)							Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)
Plantios	50	0	3	0	53	20,6	79,4	Plantios	110	4	15	0	129	20,3	79,7
Água	0	149	0	0	149	4,5	95,5	Água	0	137	28	0	165	18,5	81,5
Floresta Nativa	12	0	172	3	187	2,8	97,2	Floresta Nativa	22	7	304	13	346	13,1	86,9
Agricultura	1	7	2	326	336	0,9	99,1	Agricultura	6	20	3	408	437	3,1	96,9
Total	63	156	177	329	725	Kappa 0,94		Total	138	168	350	421	1077	Kappa 0,84	
Erro de comissão	5,7	0,0	8,0	3,0	Conc. Excelente			Erro de comissão	14,7	17,0	12,1	6,6	Conc. Excelente		
Acurácia ao usuário (%)	94,3	100,0	92,0	97,0	Exat. global 0,96			Acurácia ao usuário (%)	85,3	83,0	87,9	93,4	Exat. global 0,89		
Imagem 2126526 - Set./2014 - RGB532								Imagem 2226102 - Jun./2014 - RGB532							
Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)		Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	
						Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)							Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)

Tabela 2 - Matriz de erros de classificação temática por imagens *RapidEye* (2014) no norte do Estado do Rio Grande do Sul.

													(continuação)		
Plantios	200	5	19	0	224	30,6	69,4	Plantios	38	0	1	0	39	0,0	73,1
Água	0	458	28	0	486	7,4	92,6	Água	14	113	0	1	128	2,6	97,4
Floresta Nativa	81	8	759	19	867	8,9	91,1	Floresta Nativa	0	1	150	0	151	5,7	94,3
Agricultura	7	31	14	1223	1275	1,5	98,5	Agricultura	0	2	8	279	289	0,4	99,6
Total	288	502	820	1242	2852	<i>Kappa</i> 0,89		Total	52	116	159	280	607	<i>Kappa</i> 0,93	
Erro de comissão	10,7	12,5	5,8	4,1	Conc. Excelente			Erro de comissão	2,6	0,0	9,6	3,5	Conc. Excelente		
Acurácia ao usuário (%)	89,3	87,5	94,2	95,9	Exat. global 0,92			Acurácia ao usuário (%)	97,4	100,0	90,4	96,5	Exat. Global 0,95		
Imagem 2226103 - Mar./2014 - RGB543								Imagem 2226104 - Dez./2014 - RGB532							
Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)	Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)
Plantios	25	0	0	0	25	56,9	43,1	Plantios	44	0	0	0	44	13,7	86,3
Água	0	331	0	0	331	5,4	94,6	Água	0	47	0	0	47	6,0	94,0
Floresta Nativa	22	1	236	17	276	0,4	99,6	Floresta Nativa	0	0	187	0	187	0,0	100,0
Agricultura	11	18	1	513	543	3,2	96,8	Agricultura	7	0	12	267	286	0,4	99,6
Total	58	350	237	530	1175	<i>Kappa</i> 0,90		Total	51	47	199	267	564	<i>Kappa</i> 0,94	
Erro de comissão	0,0	0,0	14,5	5,5	Conc. Excelente			Erro de comissão	0,0	0,0	2,1	6,6	Conc. Excelente		
Acurácia ao usuário (%)	100,0	100,0	85,5	94,5	Exat. Global 0,94			Acurácia ao usuário (%)	100,0	100,0	97,9	93,4	Exat. Global 0,96		

Tabela 2 - Matriz de erros de classificação temática por imagens *RapidEye* (2014) no norte do Estado do Rio Grande do Sul.

(continuação)

Imagem 2226202 - Jan./2014 - RGB532								Imagem 2226203 - Set./2014 - RGB543							
Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)		Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	
							Acurácia ao produtor (%)								Acurácia ao produtor (%)
Plantios	145	1	4	0	150	18,1	81,9	Plantios	118	4	4	0	126	27,6	72,4
Água	20	200	0	1	221	5,1	94,9	Água	0	383	0	0	383	8,2	91,8
Floresta Nativa	0	0	168	0	168	8,7	91,3	Floresta Nativa	44	1	339	2	386	9,4	90,6
Agricultura	12	4	5	375	396	0,8	99,2	Agricultura	1	29	31	550	611	0,4	99,6
Total	177	205	177	376	935	Kappa 0,92		Total	163	417	374	552	1506	Kappa 0,89	
Erro de comissão	3,3	11,1	1,0	5,3	Conc. Excelente			Erro de comissão	6,3	0,0	12,2	10,0	Conc. Excelente		
Acurácia ao usuário (%)	96,7	88,9	99,0	94,7	Exat. global 0,94			Acurácia ao usuário (%)	93,7	100,0	87,8	90,0	Exat. global 0,92		
Imagem 2226204 - Set./2014 - RGB543								Imagem 2226302 - Out./2014 - RGB543							
Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)		Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	
							Acurácia ao produtor (%)								Acurácia ao produtor (%)

Tabela 2 - Matriz de erros de classificação temática por imagens *RapidEye* (2014) no norte do Estado do Rio Grande do Sul.

(continuação)															
Plantios	42	1	2	0	45	40,0	60,0	Plantios	77	1	0	0	78	20,6	79,4
Água	0	253	0	0	253	0,8	99,2	Água	0	61	0	0	61	1,6	98,4
Floresta Nativa	25	0	214	7	246	19,9	80,1	Floresta Nativa	12	0	197	3	212	1,5	98,5
Agricultura	3	1	51	516	571	1,3	98,7	Agricultura	8	0	3	421	432	0,7	99,3
Total	70	255	267	523	1115	<i>Kappa</i> 0,87		Total	97	62	200	424	783	<i>Kappa</i> 0,94	
Erro de comissão	6,7	0,0	13,0	9,6	Conc. Excelente		Erro de comissão	1,3	0,0	7,1	2,5	Conc. Excelente			
Acurácia ao usuário (%)	93,3	100,0	87,0	90,4	Exat. global 0,91		Acurácia ao usuário (%)	98,7	100,0	92,9	97,5	Exat. Global 0,96			
Imagem 2226303 - Out./2014 - RGB543							Imagem 2226304 - Nov./2014 - RGB532								
Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)	Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)
Plantios	79	1	4	0	84	19,4	80,6	Plantios	64	0	3	0	67	46,2	53,8
Água	0	156	0	0	156	1,9	98,1	Água	0	204	0	0	204	4,2	95,8
Floresta Nativa	18	0	246	0	264	6,5	93,5	Floresta Nativa	46	0	291	1	338	2,0	98,0
Agricultura	1	2	13	417	433	0,0	100,0	Agricultura	9	2	3	384	398	1,3	98,7
Total	98	159	263	417	937	<i>Kappa</i> 0,93		Total	119	206	297	385	1007	<i>Kappa</i> 0,90	
Erro de comissão	6,0	0,0	6,8	3,7	Conc. Excelente		Erro de comissão	4,5	0,0	13,9	5,0	Conc. Excelente			
Acurácia ao usuário (%)	94,0	100,0	93,2	96,3	Exat. global 0,95		Acurácia ao usuário (%)	95,5	100,0	86,1	95,0	Exat. global 0,93			
Imagem 2226402 - Out./2014 - RGB543							Imagem 2226403 - Out./2014 - RGB543								

Tabela 2 - Matriz de erros de classificação temática por imagens *RapidEye* (2014) no norte do Estado do Rio Grande do Sul.

(continuação)															
Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)	Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)
Água	0	100	0	0	100	2,9	97,1	Água	0	311	0	3	314	1,6	98,4
Floresta Nativa	12	0	118	0	130	4,1	95,9	Floresta Nativa	0	0	438	0	438	3,3	96,7
Agricultura	7	3	2	244	256	0,0	100,0	Agricultura	29	0	0	363	392	0,8	99,2
Total	160	103	123	244	630	<i>Kappa</i> 0,94		Total	244	311	446	366	1367	<i>Kappa</i> 0,96	
Erro de comissão	2,1	0,0	9,2	4,7	Conc. Excelente		Erro de comissão	3,6	2,2	0,0	7,4	Conc. Excelente			
Acurácia ao usuário (%)	97,9	100,0	90,8	95,3	Exat. global 0,95		Acurácia ao usuário (%)	96,4	97,8	100,0	92,6	Exat. Global 0,97			
Imagem 2226404 - Nov./2014 - RGB543								Imagem 2226502 - Set./2014 - RGB532							
Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)	Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)
Plantios	72	0	1	1	74	26,5	73,5	Plantios	44	0	0	0	44	0,0	100,0
Água	0	107	0	0	107	0,0	100,0	Água	0	92	0	0	92	3,2	96,8
Floresta Nativa	12	0	172	0	184	3,9	96,1	Floresta Nativa	0	0	148	0	148	0,7	99,3

Tabela 2 - Matriz de erros de classificação temática por imagens *RapidEye* (2014) no norte do Estado do Rio Grande do Sul.

(continuação)															
Agricultura	14	0	4	179	197	1,6	98,4	Agricultura	0	3	1	88	92	0,0	100,0
Total	98	107	177	180	562	<i>Kappa</i> 0,92		Total	44	95	149	88	376	<i>Kappa</i> 0,98	
Erro de comissão	2,7	0,0	6,5	10,9	Conc. Excelente		Erro de comissão	0,0	0,0	0,0	4,3	Conc. Excelente			
Acurácia ao usuário (%)	97,3	100,0	93,5	89,1	Exat. global 0,94		Acurácia ao usuário (%)	100,0	100,0	100,0	95,7	Exat. global 0,98			
Imagem 2226503 - Nov./2014 - RGB532							Imagem 2226504 - Nov./2014 - RGB532								
Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)	Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)
Plantios	46	0	0	0	46	20,7	79,3	Plantios	578	0	9	0	587	4,3	95,7
Água	0	135	0	0	135	14,0	86,0	Água	0	158	0	0	158	14,1	85,9
Floresta Nativa	10	0	96	0	106	0,0	100,0	Floresta Nativa	23	0	279	0	302	3,8	96,2
Agricultura	2	22	0	146	170	0,0	100,0	Agricultura	3	26	2	176	207	2,2	97,8
Total	58	157	96	146	457	<i>Kappa</i> 0,89		Total	604	184	290	176	1254	<i>Kappa</i> 0,92	
Erro de comissão	0,0	0,0	9,4	14,1	Conc. Excelente		Erro de comissão	1,5	0,0	7,6	15,0	Conc. Excelente			
Acurácia ao usuário (%)	100,0	100,0	90,6	85,9	Exat. global 0,92		Acurácia ao usuário (%)	98,5	100,0	92,4	85,0	Exat. Global 0,94			
Imagem 2226303 - Mar./2020 - RGB543							Imagem 2226203 - Mar./2020 - RGB543								

Tabela 2 - Matriz de erros de classificação temática por imagens *RapidEye* (2014) no norte do Estado do Rio Grande do Sul.

Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)	(conclusão)							
								Classes	Plantios	Água	Floresta Nativa	Agricultura	Total	Erro de Omissão (%)	Acurácia ao produtor (%)
Plantios	40	0	1	0	41	16,7	83,3	Plantios	27	0	0	0	27	12,9	87,1
Água	0	79	0	0	79	4,8	95,2	Água	0	56	0	0	56	1,8	98,2
Floresta Nativa	7	0	129	3	139	0,8	99,2	Floresta Nativa	3	0	107	3	113	0,9	99,1
Agricultura	1	4	0	160	165	1,8	98,2	Agricultura	1	1	1	95	98	3,1	96,9
Total	48,0	83,0	130,0	163,0	424	<i>Kappa 0,94</i>		Total	31	57	108	98	294	<i>Kappa 0,95</i>	
Erro de comissão	2,4	0,0	7,2	3,0	Conc. Excelente			Erro de comissão	0,0	0,0	5,3	3,1	Conc. Excelente		
Acurácia ao usuário (%)	97,6	100,0	92,8	97,0	Exat. global 0,96			Acurácia ao usuário (%)	100,0	100,0	94,7	96,9	Exat. Global 0,96		

Figura 2 - Distribuição espacial de uso e cobertura da terra pela classificação supervisionada de imagens *RapidEye* no ano de 2014 para o Corede Celeiro, RS/Brasil e detalhamento da classe de Plantios para cada município.

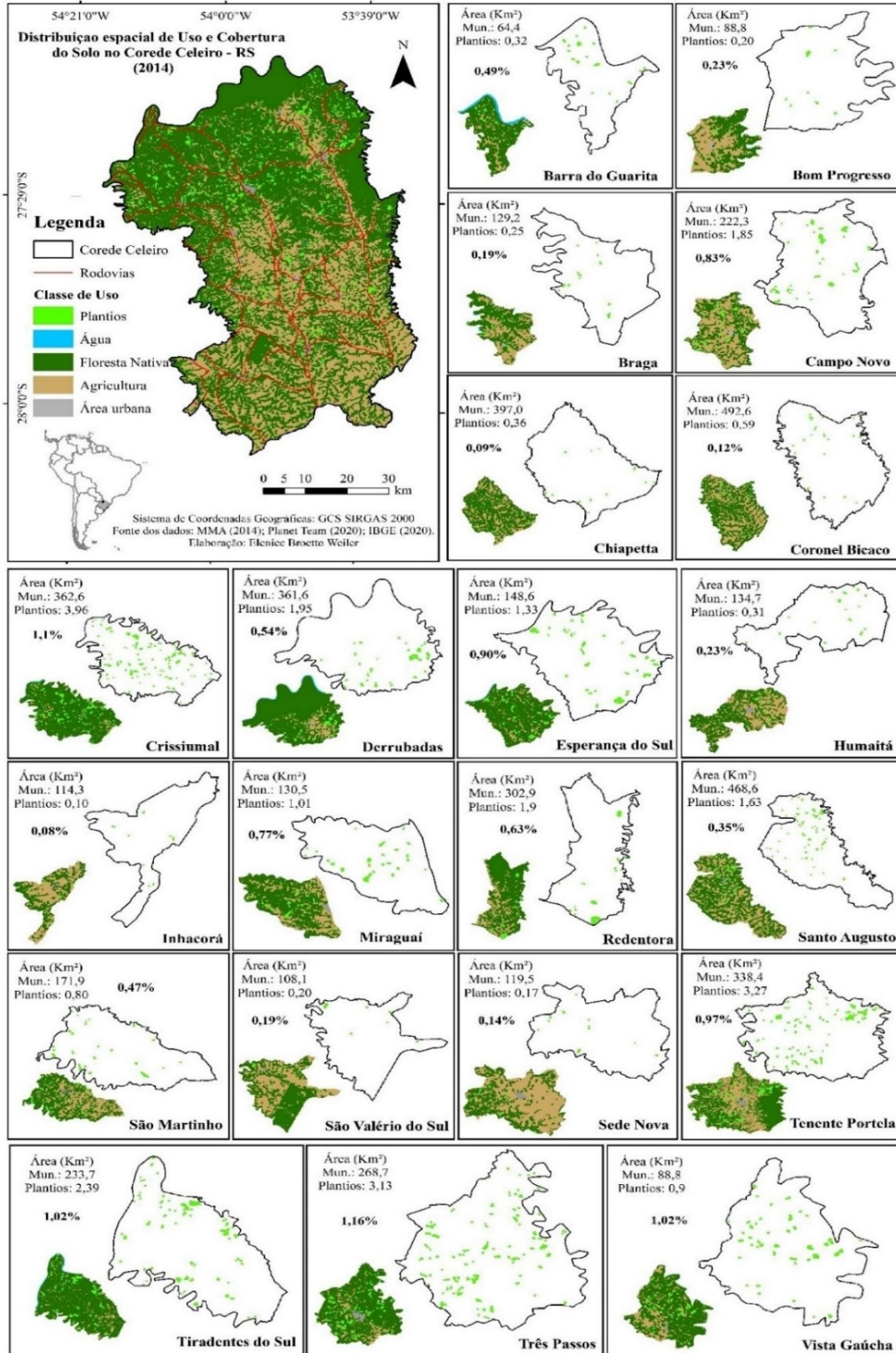
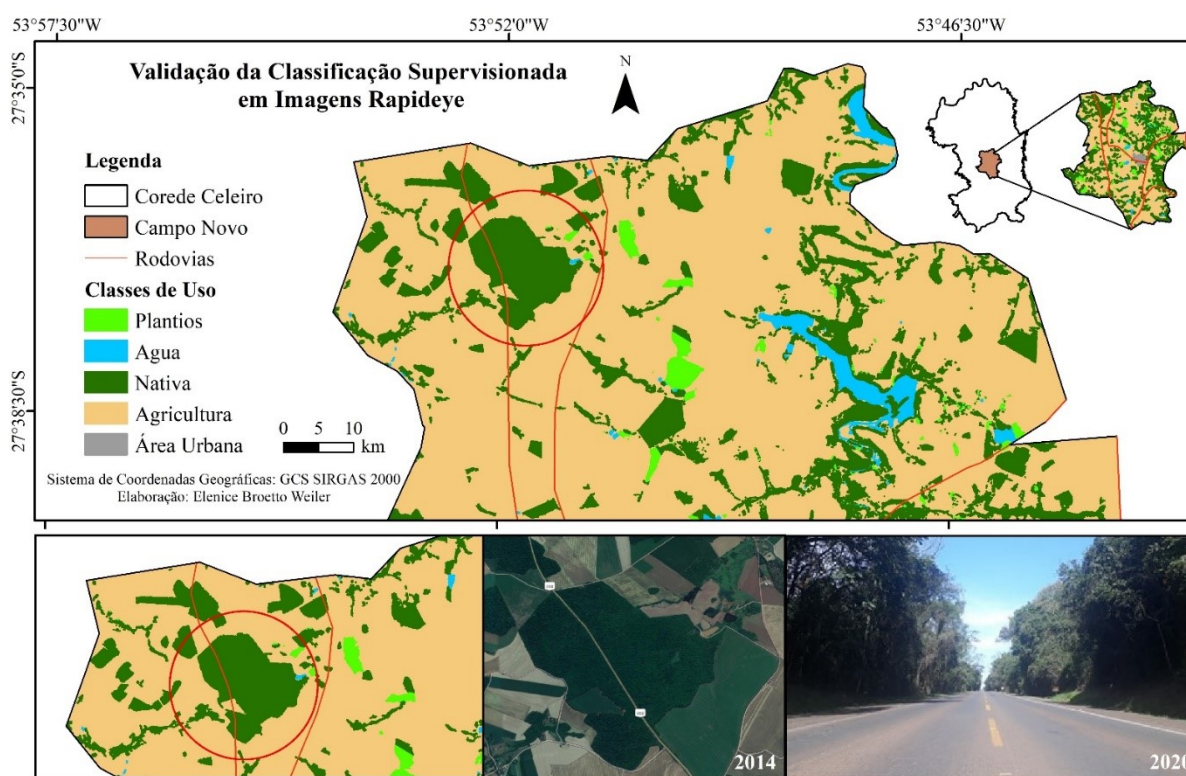


Figura 3 - Mapa de Validação da Classe de Mata Nativa para Classificação Supervisionada de Imagens *RapidEye* no município de Campo Novo, RS.



É importante mencionar que a acurácia apresentou alto índice Kappa para as 20 imagens, mas a classificação apontou falhas ao classificar erroneamente alguns pixels, mesmo em pequena porcentagem. Por exemplo, na imagem 2226504 de novembro de 2014, na classe de plantios obteve-se acurácia do produtor de 95,7% e acurácia de usuário de 98,5%. Esses valores indicam que 95,7% dos pixels de plantios foram realmente classificados como plantios, e destes 98,5% realmente representam esta classe em campo ou no caso deste estudo, que representa a classe plantios na imagem da composição colorida RGB-532 de referência.

O menor erro de omissão para a classificação do Corede Celeiro foi observado na classe Agricultura (1,0%), indicando haver inclusão errônea de poucas amostras de referência em outras categorias. Em contraponto, a classe Plantios apresentou erro de omissão aproximado de 20%, representando que das 2582 amostras de referência 494 delas não foram incluídas nesta categoria, constatando-se a confusão existente nesta tipologia, em que 339 pixels foram classificados como pertencentes a classe “Floresta Nativa”.

Um valor de 17% de erro de omissão para a classe de florestas pela classificação de imagens *RapidEye* foi observado por Silva e Sano (2016), ao discriminar a cobertura vegetal do bioma Cerrado. Também, pela classificação supervisionada utilizando o algoritmo,

Bhattacharya Queiroz et al. (2017) relatam 11% de EO. Contudo, erros maiores também foram registrados na literatura, como os valores para a classe de floresta plantada de 95,06% ao analisar o potencial do índice de vegetação NDVI e 87,65% para o índice SAVI, aplicados em imagens RapidEye (LIMA et al., 2017). Ainda, valores semelhantes para Floresta Plantada foram mencionados por Luz et al. (2015), com uso da classificação híbrida de imagens Landsat 8 e RapidEye, com erros de omissão de 81,92%.

A classificação realizada nas imagens RapidEye de 2014 demonstrou que o componente de maior ocupação do uso e cobertura da terra, no Corede Celeiro, correspondeu à classe de agricultura com 364.679,5 ha (76,8%) (Tabela 3). Por outro lado, a menor porcentagem (0,6%) correspondeu aos plantios florestais.

Esses resultados estão diretamente associados à realidade econômica predominante na área de estudo, pois a região é formada por pequenas propriedades baseada na produção agrícola. Desse modo, justifica-se a grande porcentagem de áreas classificadas nessa classe temática. Contudo, os plantios florestais, mesmo em pequena escala, fazem parte da diversificação produtiva nestas propriedades e vêm ganhando espaço de cultivo.

Identificar o comportamento espacial desta classe ao longo do tempo, bem como sua quantificação em termos de área, permite inferir sobre a dinâmica territorial e potencialidades para o mercado consumidor de madeira. Como exemplo, são mostrados os resultados para o município de Campo Novo entre os anos de 2014 e 2020 (Figura 4). Comparando os resultados obtidos da classificação das imagens, houve um aumento de 0,17 km² (8,41%) das áreas de silvicultura neste município, passando de 1,85 km² no ano de 2014, para 2,02 km² no ano de 2020. Novas áreas plantadas surgiram no município, contudo na maioria dos casos, houve acréscimo nos plantios já consolidados nas propriedades (Figura 5).

Tabela 3 - Quantificação das classes de uso e cobertura da terra do Corede Celeiro, com base em imagens *RapidEye* para o ano de 2014.

Quantificação das classes de uso e cobertura da terra												
Município	Plantios		Água		Floresta Nativa		Agricultura		Área Urbana		Total	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	
Barra do Guarita	32,4	0,5	514,2	8,0	1800,1	27,9	4015,2	62,3	82,7	1,3	6444,6	
Bom Progresso	20,3	0,2	90,2	1,0	1583,1	17,8	7138,9	80,4	51,9	0,6	8884,4	
Braga	25,0	0,2	154,2	1,2	2231,4	17,3	10433,9	80,8	67,9	0,5	12912,3	
Campo Novo	185,3	0,8	400,4	1,8	2182,1	9,8	19307,7	86,8	156,8	0,7	22232,1	
Chiapetta	35,6	0,1	130,9	0,3	6693,6	16,9	32742,2	82,5	101,4	0,3	39703,7	
Coronel Bicaco	59,3	0,1	290,8	0,6	4591,7	9,3	44198,4	89,7	115,5	0,2	49255,7	
Crissiumal	396,1	1,1	395,3	1,1	8638,7	23,8	26446,5	72,9	381,2	1,1	36257,7	
Derrubadas	194,8	0,5	849,4	2,3	20489,7	56,7	14574,8	40,3	55,5	0,2	36164,2	
Esperança do Sul	132,8	0,9	151,8	1,0	3767,7	25,4	10756,7	72,4	49,2	0,3	14858,2	
Humaitá	30,5	0,2	13,4	0,1	1440,7	10,7	11862,2	88,1	122,5	0,9	13469,3	
Inhacorá	10,2	0,1	82,7	0,7	1153,0	10,1	10058,9	88,0	121,2	1,1	11426,0	
Miraguaí	100,7	0,8	29,5	0,2	2469,2	18,9	10383,7	79,6	68,7	0,5	13051,8	
Redentora	190,2	0,6	130,4	0,4	6763,6	22,3	23124,3	76,3	85,8	0,3	30294,3	
Santo Augusto	162,8	0,3	348,1	0,7	5293,4	11,3	40712,6	86,9	341,1	0,7	46858,0	
São Martinho	80,4	0,5	39,4	0,2	2092,4	12,2	14818,8	86,2	157,4	0,9	17188,4	
São Valério do Sul	20,4	0,2	22,2	0,2	2618,4	24,2	8125,4	75,2	23,9	0,2	10810,3	
Sede Nova	16,7	0,1	8,7	0,1	1017,3	8,5	10796,3	90,4	106,3	0,9	11945,2	
Tenente Portela	326,9	1,0	132,6	0,4	10480,4	31,0	22588,2	66,7	315,7	0,9	33843,7	
Tiradentes do Sul	238,6	1,0	408,6	1,7	5730,3	24,5	16991,5	72,7	107,6	0,5	23368,9	
Três Passos	313,0	1,2	79,8	0,3	6478,7	24,1	19442,0	72,3	560,2	2,1	26873,7	
Vista Gaúcha	90,3	1,0	104,3	1,2	2476,4	27,9	6161,4	69,4	48,1	0,5	8880,4	
Total	2662,0	0,6	4376,9	0,9	99991,8	21,1	364679,5	76,8	3120,2	0,7	474722,9	

Figura 4 - Distribuição de Plantios Florestais no município de Campo Novo/RS, para os anos de 2014 e 2020.

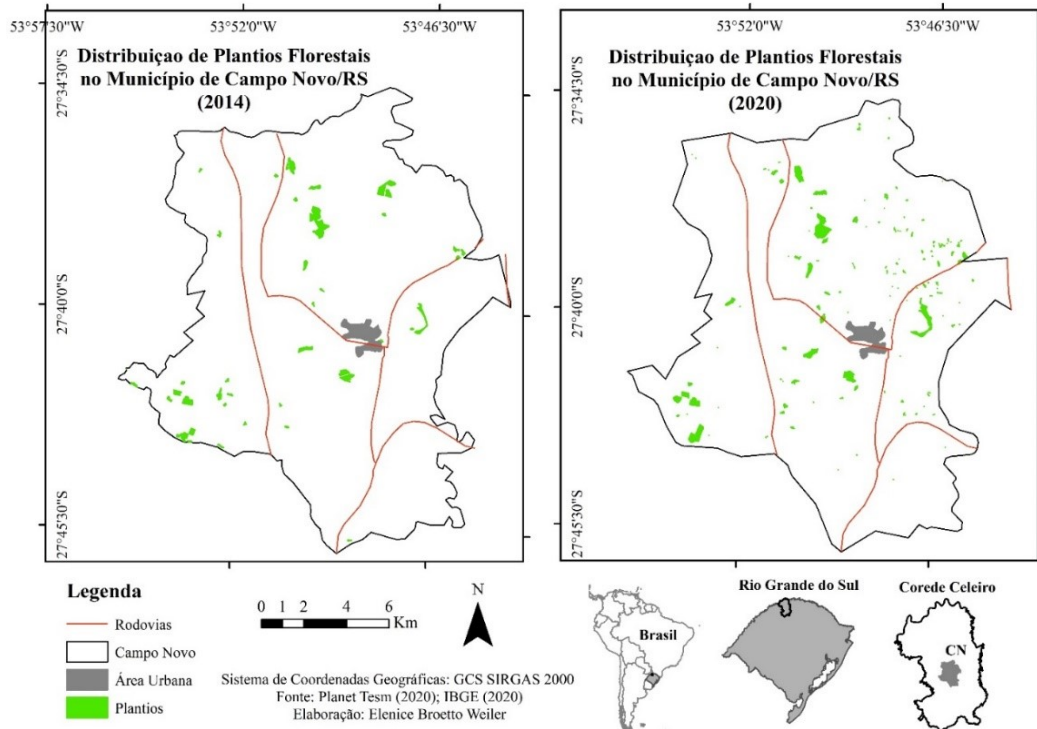
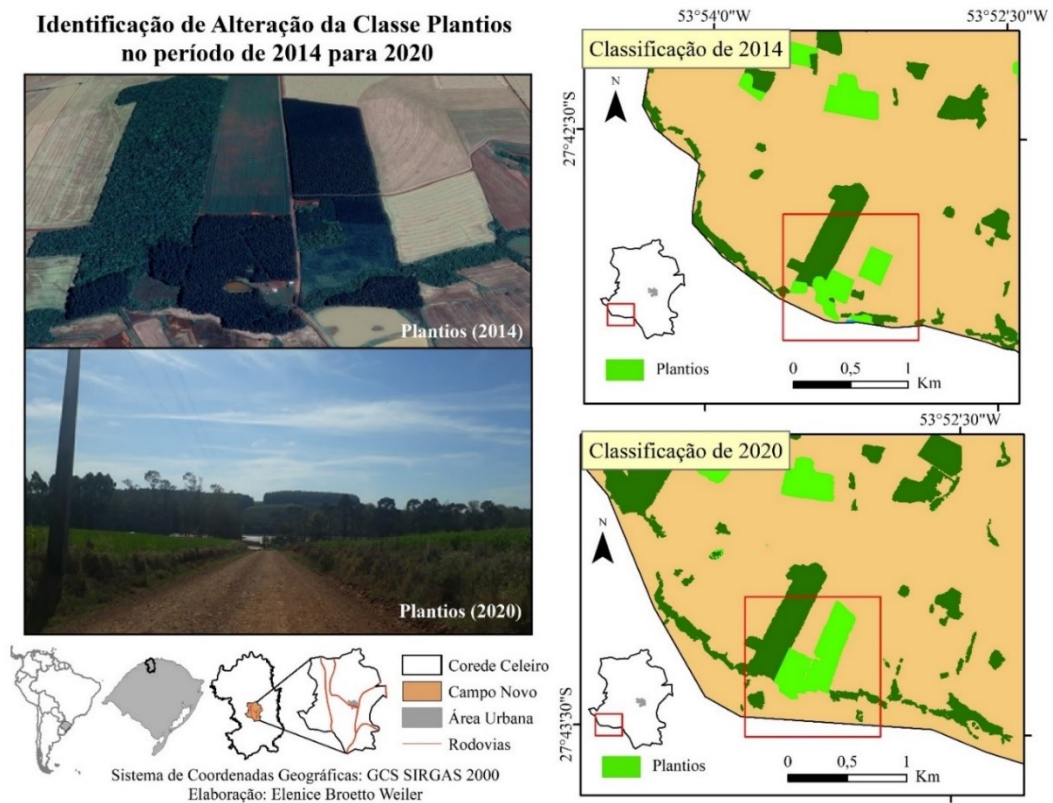


Figura 5 - Mapa com identificação de alteração da classe de Plantios no período de 2014 para 2020 no município de Campo Novo, RS.



4 CONCLUSÃO

O uso de imagens de alta resolução *RapidEye* permitiu a identificação e o mapeamento de plantios florestais por meio da classificação supervisionada de forma satisfatória com Kappa de 0,91, de modo que a área cultivada no ano de 2014 foi de 26,64 km².

O mapeamento temático dos plantios possibilitou uma visão espacial das áreas vinculadas à silvicultura, constituindo informação que poderá embasar futuros projetos de reflorestamento e gestão do território, uma vez que permite identificar tendências da dinâmica da paisagem, com percentual para cada período, e a evolução destas ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGEFLOR – Associação Gaúcha de Empresas Florestais. **A indústria de base Florestal no Rio Grande do Sul 2017: ano base 2016**. Porto Alegre, RS: 2017. 64 p. Disponível em: <<http://www.ageflor.com.br/dados>>. Acesso em: 30 nov. 2018.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan. 2014. Disponível em: <<https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/>>. Acesso em: 21 set. 2018.
- BAKR, N.; WEINDORF, D. C.; BAHNASSY, D. C.; MAREI, S. M.; EL-BADAWI, M. M. Monitoring land cover changes in a newly reclaimed area of Egypt using multi-temporal Landsat data. **Applied Geography**, v. 30, p. 592-605, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143622809000897>>. Acesso em: 10 set. 2019.
- CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v. 46, p. 35-46, 1991. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/003442579190048B>>. Acesso em: 21 agos. 2019.
- CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices**. Nova York, Boca Raton: Lewis Publishers, 1999. 137 p.
- COSTA, E. M.; ANTUNES, M. A. H.; DEBIASI, P.; DOS ANJOS, L. H. C.. Processamento de imagens RapidEye no mapeamento de uso do solo em ambiente de Mar de Morros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1417-1427, set. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100204X2016000901417&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 20 agos. 2020.
- FACCO, D. S.; SOUZA, A. C. DE.; BENEDETTI, A. C. P. Geoprocessamento Algebrico para estudo da Dinâmica da Cobertura Florestal no Município de Nova Palma (RS). **Geoambiente On-Line**. Jataí-GO, n. 29, 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/47276>>. Acesso em: 08 fev. 2019.
- FARIA, M. M.; FERNANDES FILHO, E. I. Avaliação dos algoritmos SVM e Maxver para a classificação de sistemas florestais monodominantes de candeia (*Eremanthus* sp.). In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR., 2013, Foz do Iguaçu/PR. **Anais...** Foz do Iguaçu/PR: INPE, 2013. Disponível em: <<http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.29.00.06.31/doc/p0882.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2020.
- FAUTH, E. M.; FEIX, R. D. A aglomeração produtiva de laticínios Fronteira Noroeste Celeiro. **Aglomeraciones e arranjos produtivos locais no Rio Grande do Sul**, p. 488-520, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/337363205_A_aglomeracao_produtiva_de_laticinios_Fronteira_Noroeste-Celeiro>. Acesso em: 21 jan. 2020.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (FIERGS). Panorama físico e socioeconômico do setor de base florestal no RS. Nota técnica. Org.: **GETEC – Gerência técnica e de suporte aos conselhos temáticos**, Porto Alegre, 2017.

FRACASSO, R. M.; SPANHOL, A.; DEBASTIANI, A.; FELIPPE, D.; DALLABRIDA, J. P.; LOIOLA, T. M. A silvicultura como promotora da sustentabilidade em pequenas propriedades do planalto sul de Santa Catarina. In: 4º FÓRUM INTERNACIONAL ECOINNOVAR, 2015, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2015. Disponível em: <<http://ecoinovar.com.br/cd2015/arquivos/artigos/ECO698.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA SIEGFRIED EMANUEL HEUSER (FEE). **Perfil Socioeconômico Corede Celeiro**. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<https://governanca.rs.gov.br/upload/arquivos/201512/15134129-20151117101441perfis-regionais-2015-celeiro.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

GOOGLE EARTH PRO. Corede Celeiro, Rio Grande do Sul, BR, 2014. Disponível em: <<https://earth.google.com/web>>. Acesso em: 21 agos. 2020.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório 2019**. Florestas plantadas, Cap. IV, 80 p. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. Rio de Janeiro, v. 8, p. 1-105, 2019. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Geociências**. Brasil, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

KOHLER, R.; BALZAN, K. M.; RIBAS, J. V. M. Relevância econômica dos benefícios previdenciários nos municípios da região Corede Celeiro/RS. **Desenvolvimento Regional em debate**. v. 10, p. 932-951, 2020. Disponível em: <<https://www.periodicos.unc.br/index.php/drd/article/view/2891>>. Acesso em: 21 set. 2020.

LANDIS, J. R.; KOCK, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, mar. 1977. Disponível em: <<http://pdfs.semanticscholar.org/7e73/43a5608fff1c68c5259db0c77b9193f1546d.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

LIMA, D. R. M.; DLUGOSZ, F. L.; IURK, M. C.; PESCK, V. A. Uso de NDVI e SAVI para Caracterização da Cobertura da Terra e Análise Temporal em Imagens RapidEye. **Revista Espacios**. v. 38, n. 36, p. 07-22, 2017. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a17v38n36/a17v38n36p07.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

LUZ, N. B. DA; OLIVEIRA, Y. M. M. DE; ROSOT, M. A. D.; GARRASTAZÚ, M. C.; FRANCISCON, L.; JÚNIOR, H. N. DE M., FREITAS, J. V. DE. Classificação híbrida de imagens Landsat – 8 e RapidEye para o mapeamento do uso e cobertura da terra nas Unidades Amostrais de Paisagem do Inventário Florestal Nacional do Brasil. In: XVII SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: INPE/SELPER, 2015. p. 7222-7230. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142855/1/2015-Marilice-Classificacao-hibrida-de-imagens-Landsat-8-e-RapidEye.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

MARINHO, P. H. A.; DE SOUSA, R. M.; MEDEIROS, P. C. A.; VIOLA, M. R.; GIONGO, M. Classificação de imagem orbital pelo método máxima verossimilhança em Sucupira – TO. **Agrarian Academy**, v. 4, n. 7, p.115-124, 2017. Disponível em: <<https://docs.uft.edu.br/share/s/-wv5cGKIRuqS1sLeoMLcgw>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Geoprocessamento**. Brasil, 2020. Disponível em <<https://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/geoprocessamento>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

OLIVEIRA, F. P.; FERNANDES FILHO, E. I.; SOARES, V. P.; DE SOUZA, A. L. Mapeamento de fragmentos florestais com monodominância de aroeira a partir da classificação supervisionada de imagens RapidEye. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 151-161, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622013000100016&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 21 jul. 2020.

OURIQUE, L. K. DE; BAGGIO, P. M.; VASCONCELLOS, B. N DE.; SANTOS, N. R. Z. DOS. Uma Análise Comparativa de Produtos da Silvicultura na Região Sul do Brasil. In: 3º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNIPAMPA, v. 3, n. 2, 2011, Uruguaiana. **Anais...** Uruguaiana, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/60399>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

PETTA, R. A; FERNANDES, R. C; REZENDE, P. S. Detecção automática da dinâmica da cobertura da terra por Sensoriamento Remoto. **Geografia (Londrina)**, v. 17, n. 1, p. 111-125, jan./jun. 2008. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/5461/4969>>. Acesso em: 08 fev. 2019.

Planet Labs. 2019. PLANET SURFACE REFLECTANCE PRODUCT. **San Francisco**: Planet Labs. Disponível em: <https://assets.planet.com/marketing/PDF/Planet_Surface_Reflectance_Technical_White_Paper.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2020.

Planet Team. 2020. **Planet Application Program Interface**: In Space for Life on Earth. San Francisco, CA: Planet Labs. Disponível em: <<https://api.planet.com>>. Acesso em: 04 mai. 2020.

QUEIROZ, T. B.; SOUSA, R. S.; BALDIN, T.; BATISTA, F. J.; MARCHESAN, J.; PEDRALI, L. D.; PEREIRA, R. S. Avaliação do Desempenho da Classificação do Uso e Cobertura da Terra a Partir de Imagens Landsat 8 e RapidEye na Região Central do Rio Grande do Sul. **Geociências**, v. 36, n. 3, p. 569 – 578, 2017. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/12522>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

RAPIDEYE (2012). Satellite Imagery Product Specifications. Disponível em: <https://earth.esa.int/documents/10174/896711/RE_Product_Specifications_ENG.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2020.

RIEDEL, P.S.; MARQUES, M.L.; FERREIRA, M.V.; DELANEZE, M.E. Proposal of change detection in land cover for pipeline monitoring from RapidEye and Ikonos images. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 32, p. 655-671, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/177376>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Decreto N° 45.436, de 09 de janeiro de 2008. Introduz alterações no Decreto n° 35.764, de 28 de dezembro de 1994, alterado pelo Decreto n° 42.777, de 22 de dezembro de 2003, e pelo Decreto n° 42.986, de 26 de março de 2004 e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2045.436.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

SILVA, A. M.; XAVIER, A. P. C.; MEDEIROS, I. C.; MARANHÃO, K. U. A.; SILVA, R. M. Análise multitemporal e atualização do mapa de uso e ocupação do solo do município de Monteiro/PB. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: 2013. p. 1548–1555. Disponível em: <<file:///C:/Users/eleni/Downloads/p1013.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2019.

SILVA, L. R.; SANO, E. E. Análise das imagens do Satélite RapidEye para discriminação da cobertura vegetal do Bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 7, p. 1269-1283, 2016. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44359/0>>. Acesso em: 21 agos. 2020.

SOTHE, C.; LIESENBERG, V.; ALMEIDA, C. M.; SCHIMALSKI, M. B. Abordagens para classificação do estágio sucessional da vegetação do Parque Nacional de São Joaquim empregando imagens Landsat-8 e Rapideye. **Bulletin of Geodetic Sciences**, v. 23, n. 3, p. 389-404, Jul–Set., 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/bcg/v23n3/1982-2170-bcg-23-03-00389.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

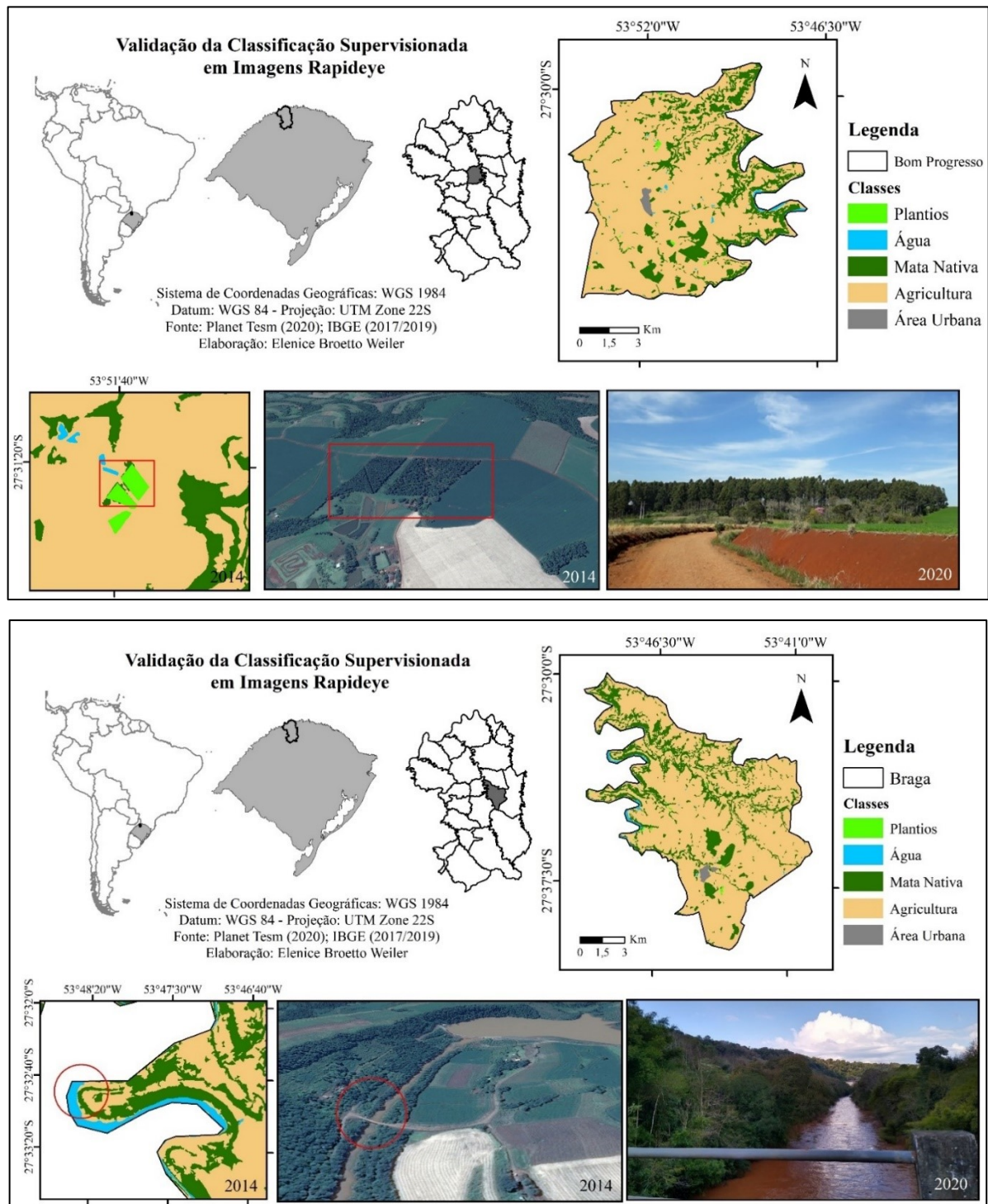
STEVIC, D.; D.; B, I.; DOJČINOVIĆ, N.; JOKOVIĆ, J. Automated identification of land cover type using multispectral satellite images. **Energy and Buildings**, v. 115, p. 131-137, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037877881530044X>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

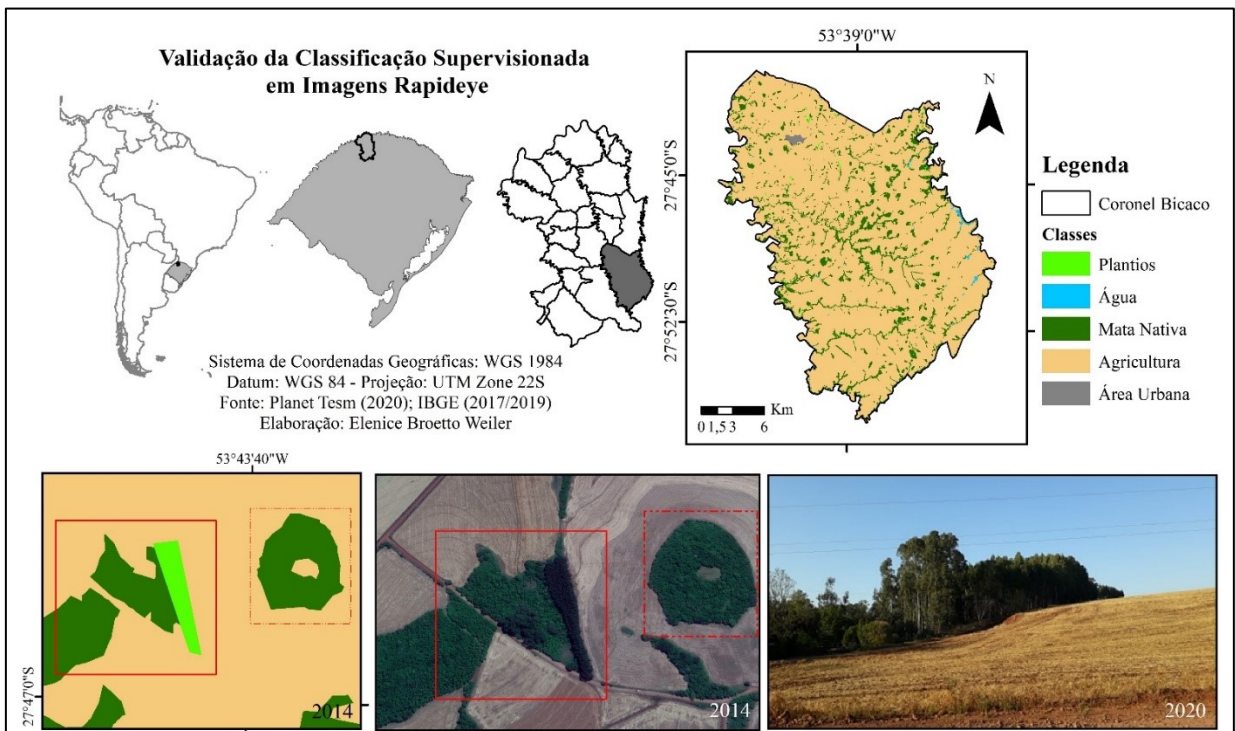
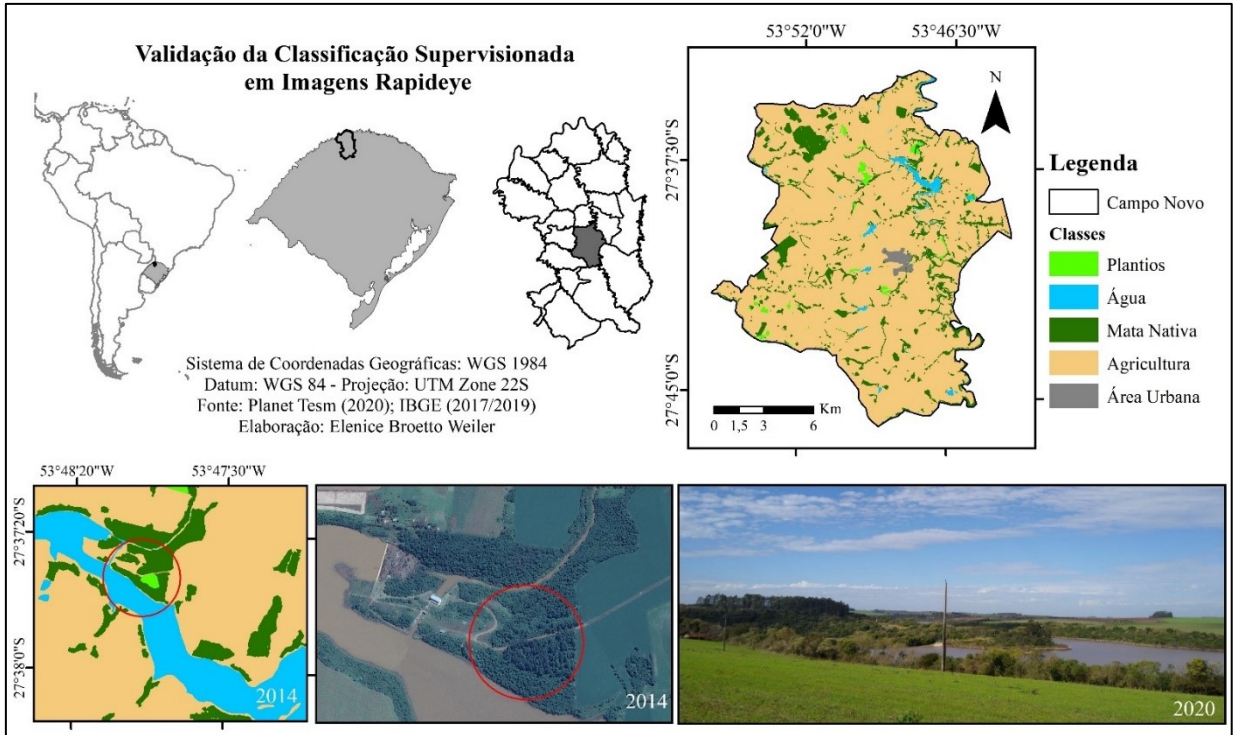
VAEZA, R. F.; FILHO, P. C. O.; MAIA, A. G.; DISPERATI, A. A. Uso e ocupação do solo em Bacia Hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2010. Disponível em: <<https://floram.org/article/doi/10.4322/floram.2011.003>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

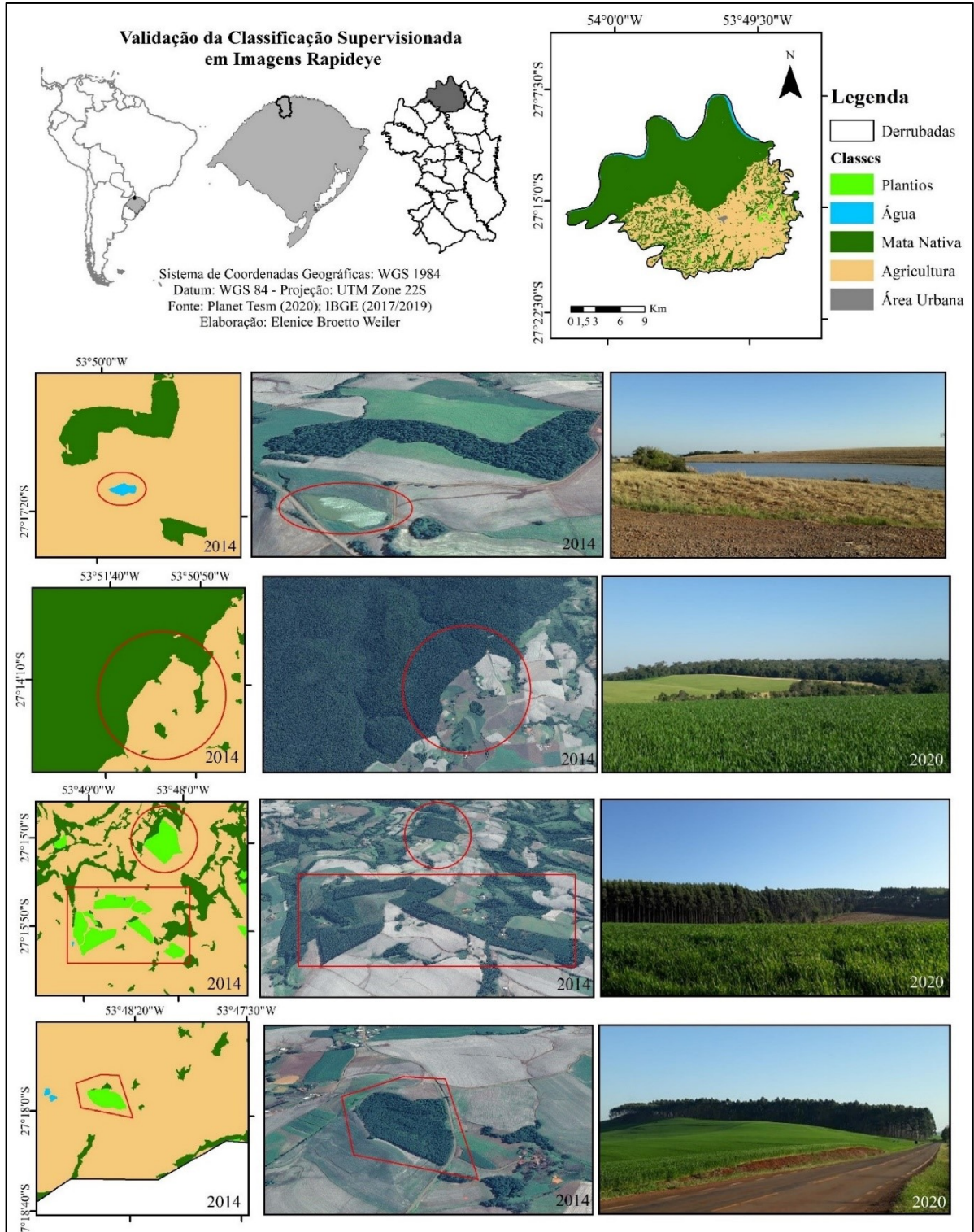
VALLE, A. D.; LISBOA, J. P. **Mapeamento multitemporal do uso do solo da Bacia Hidrográfica do rio Alegria no município de Medianeira – Paraná**. 2014. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR, 2014.

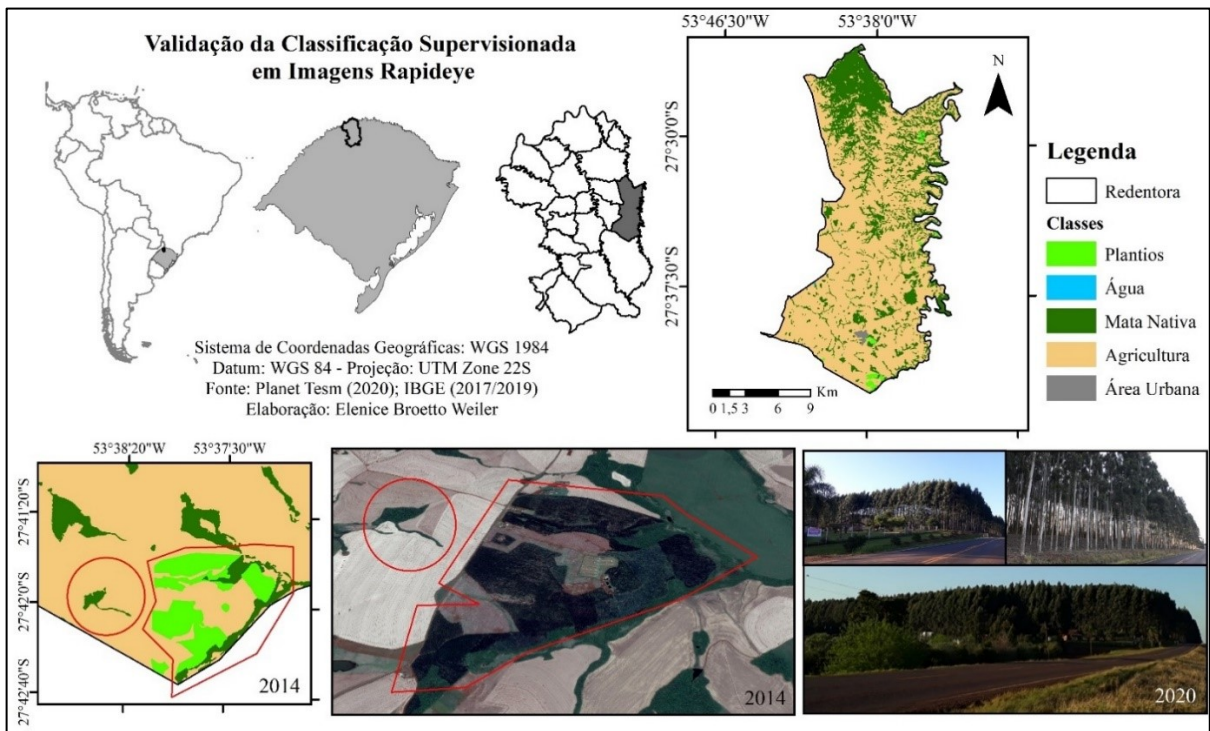
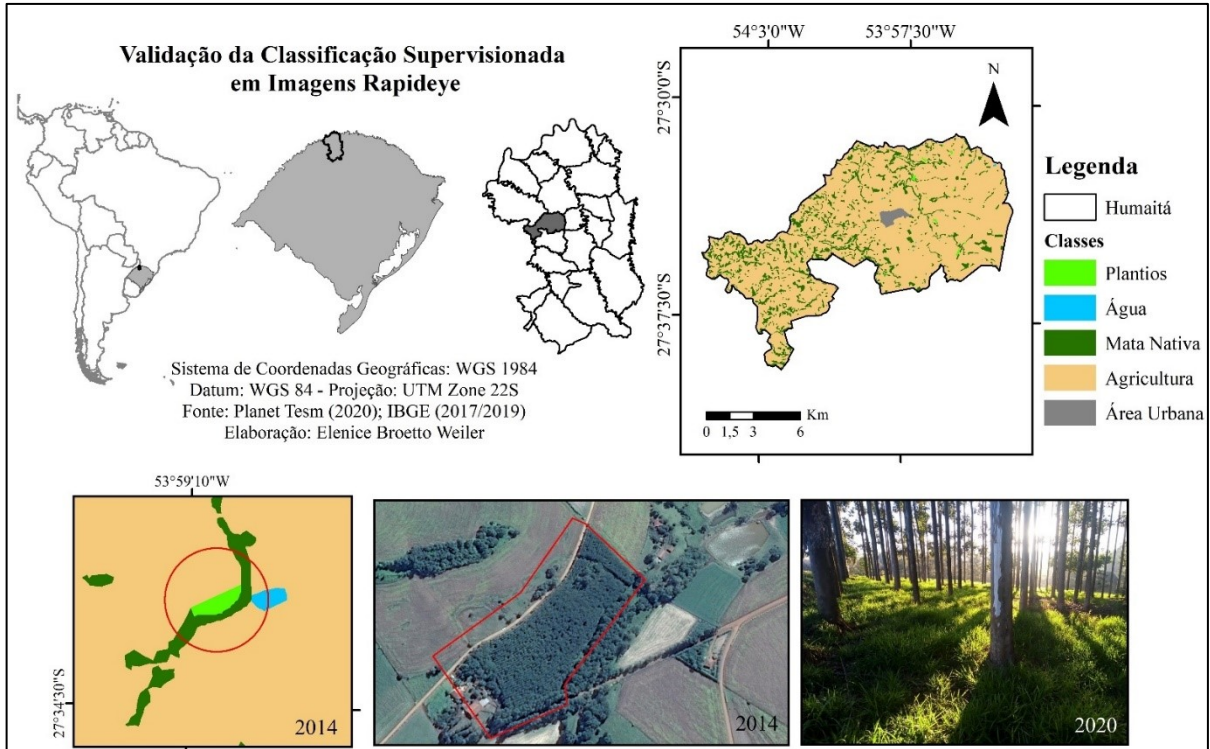
APÊNDICE A – MAPAS DE VALIDAÇÃO PARA A CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

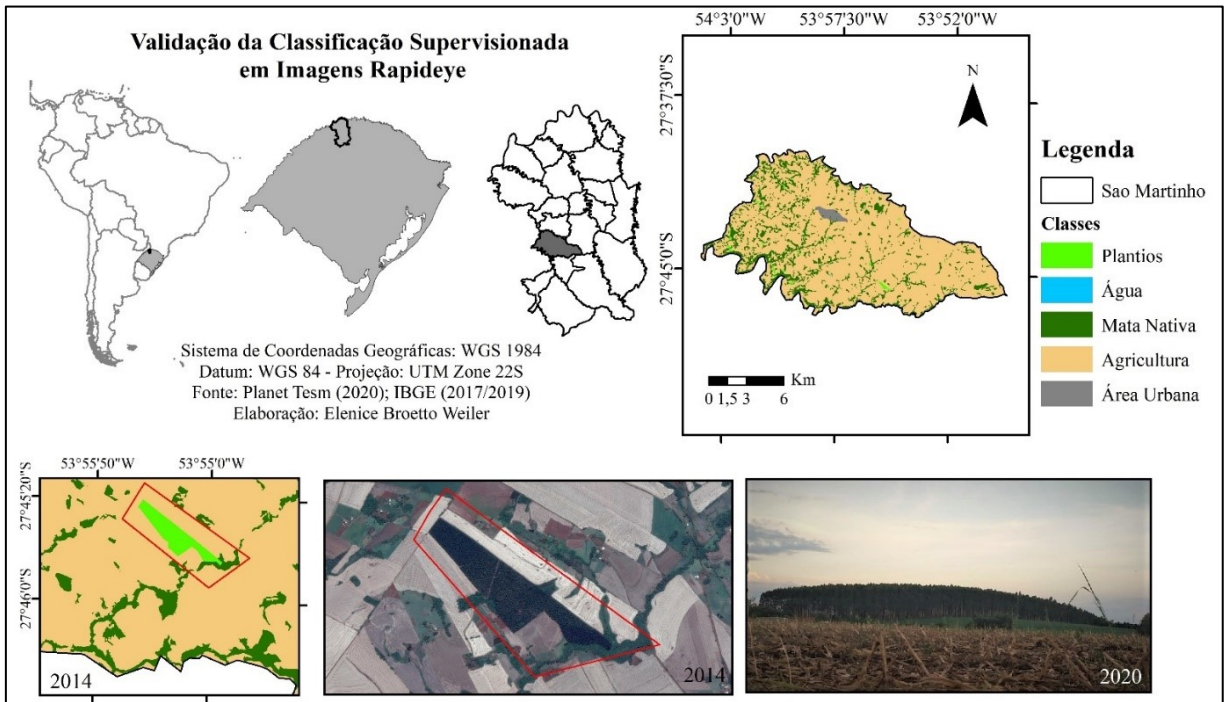
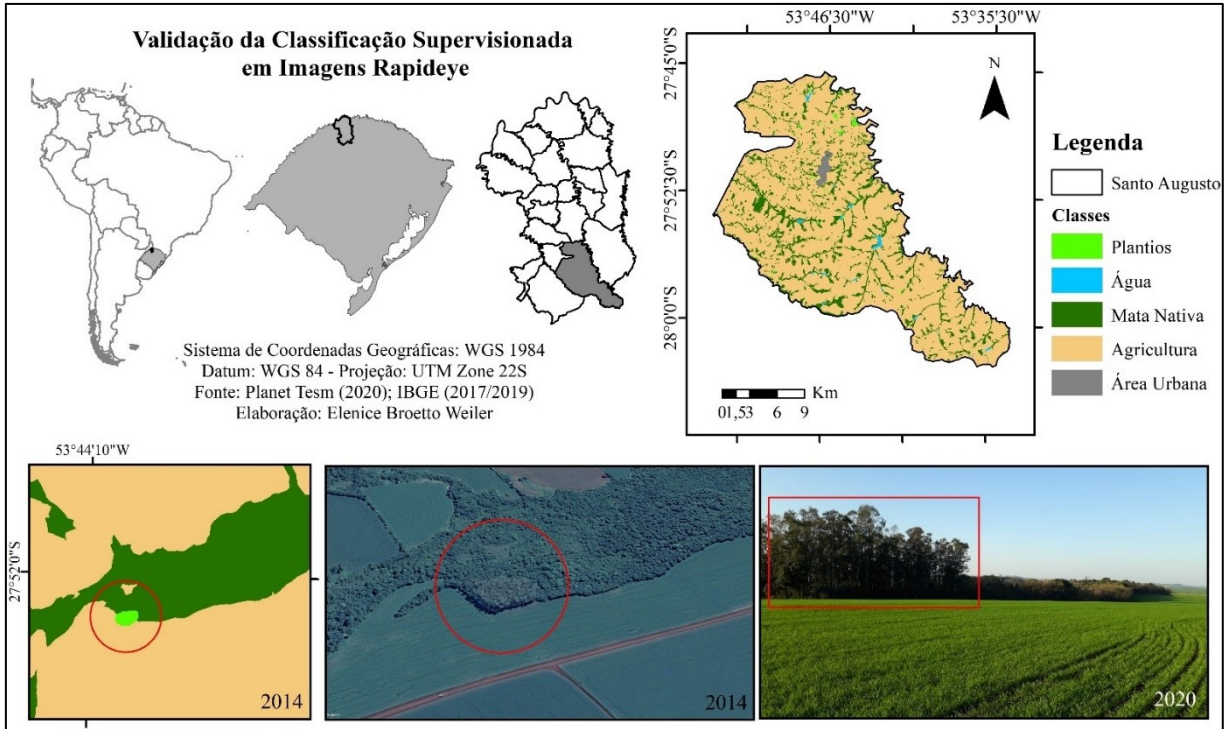
Os resultados das classificações indicam concordância entre os mapas gerados de uso e cobertura e a imagem disponibilizada no programa Google Earth Pro, bem como a validação a campo.

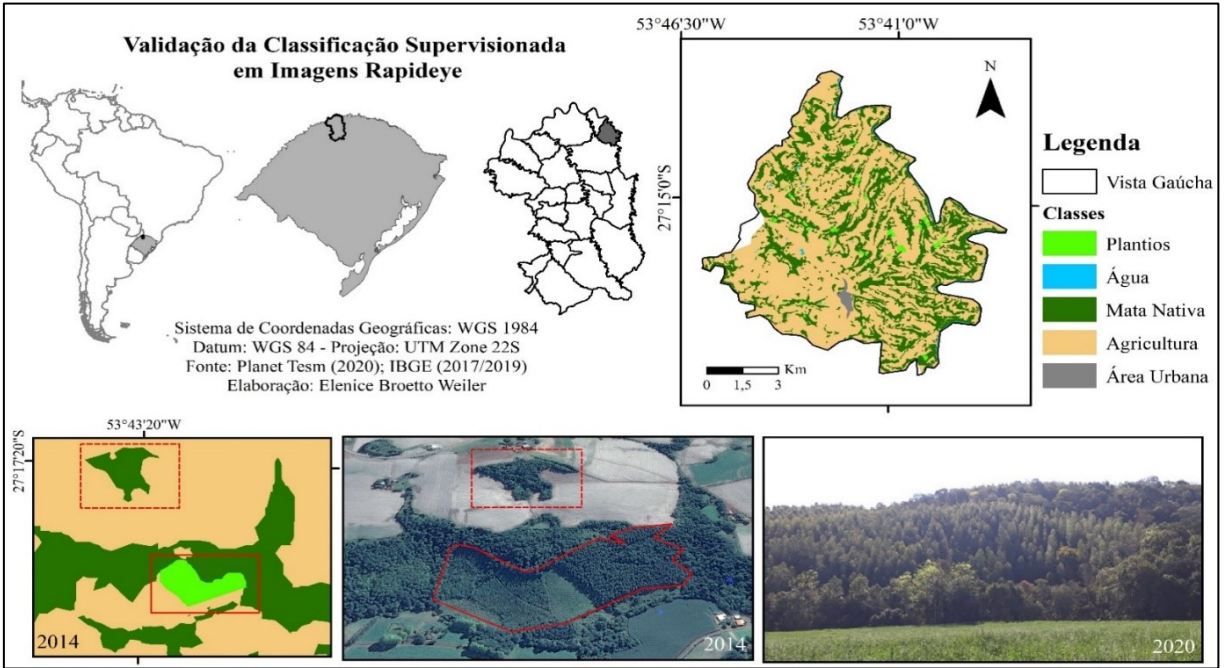
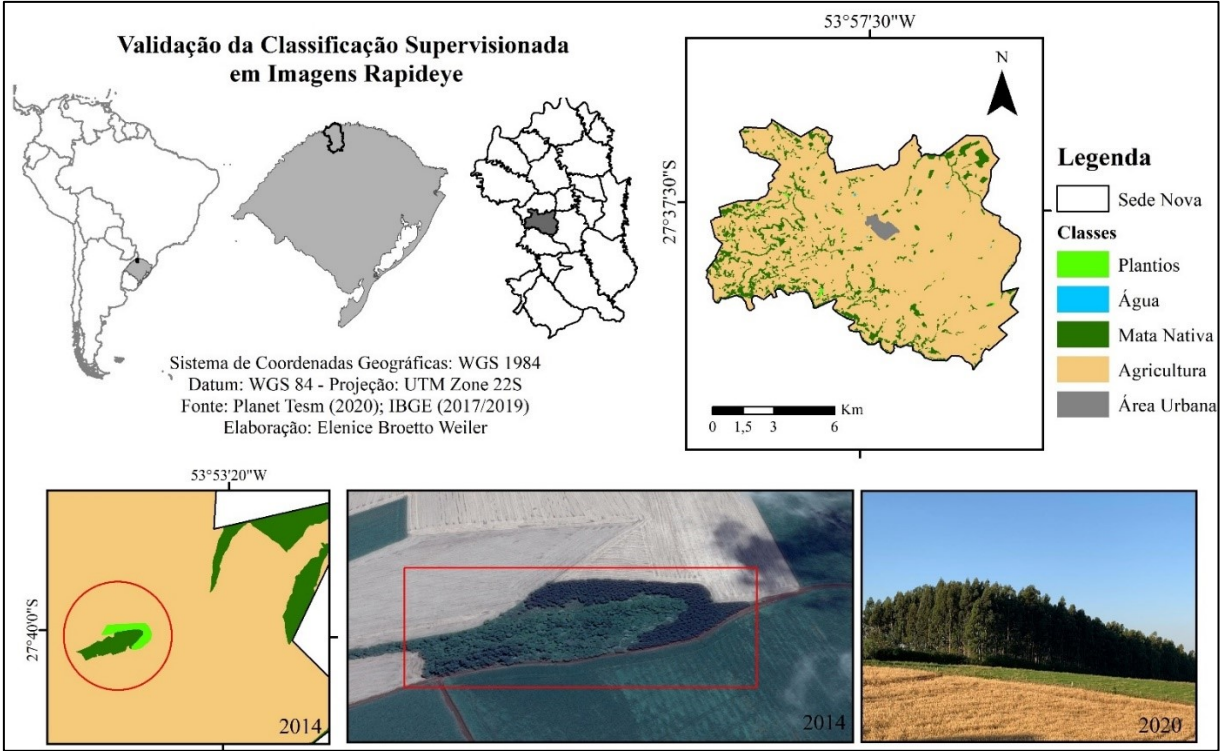


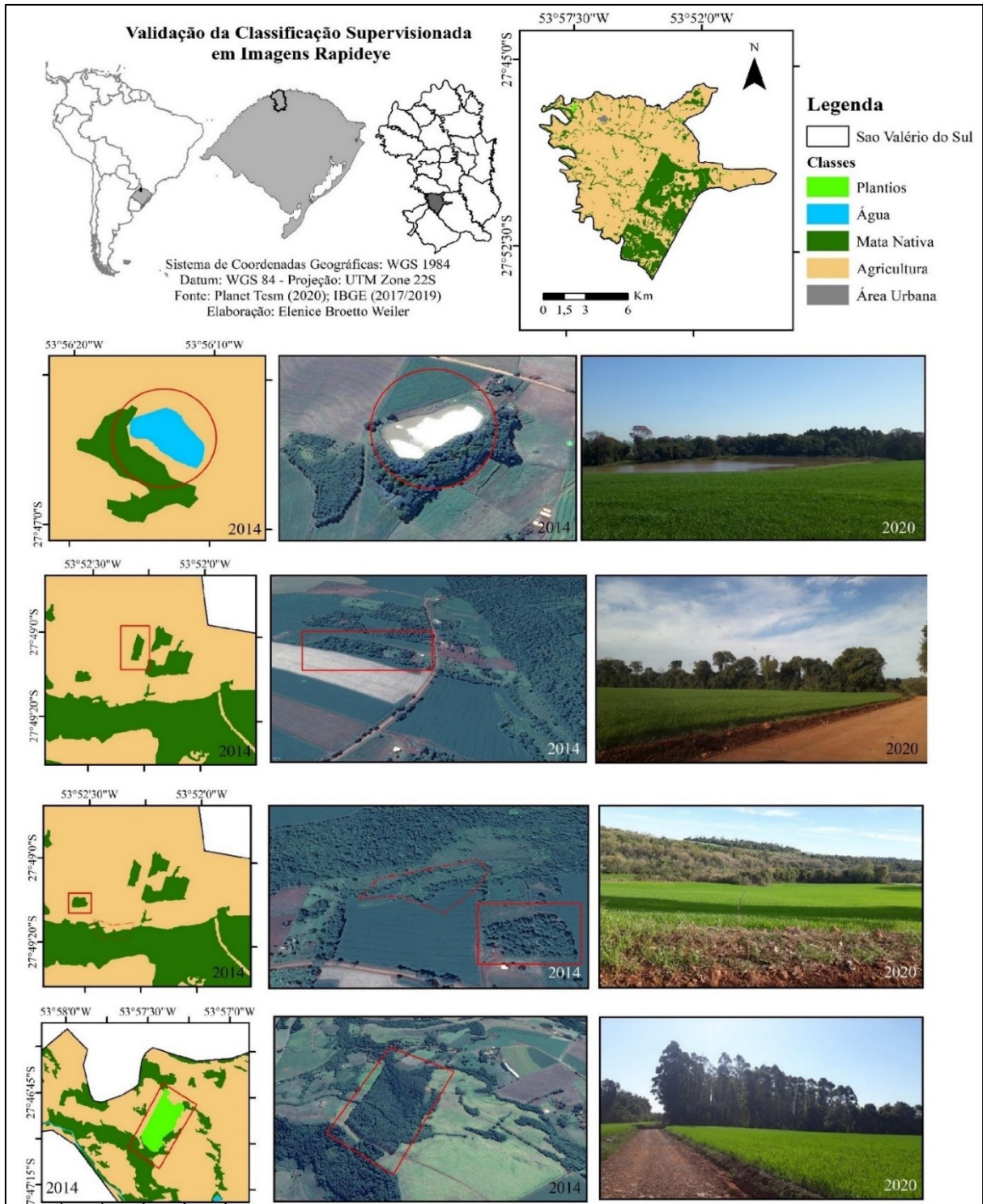


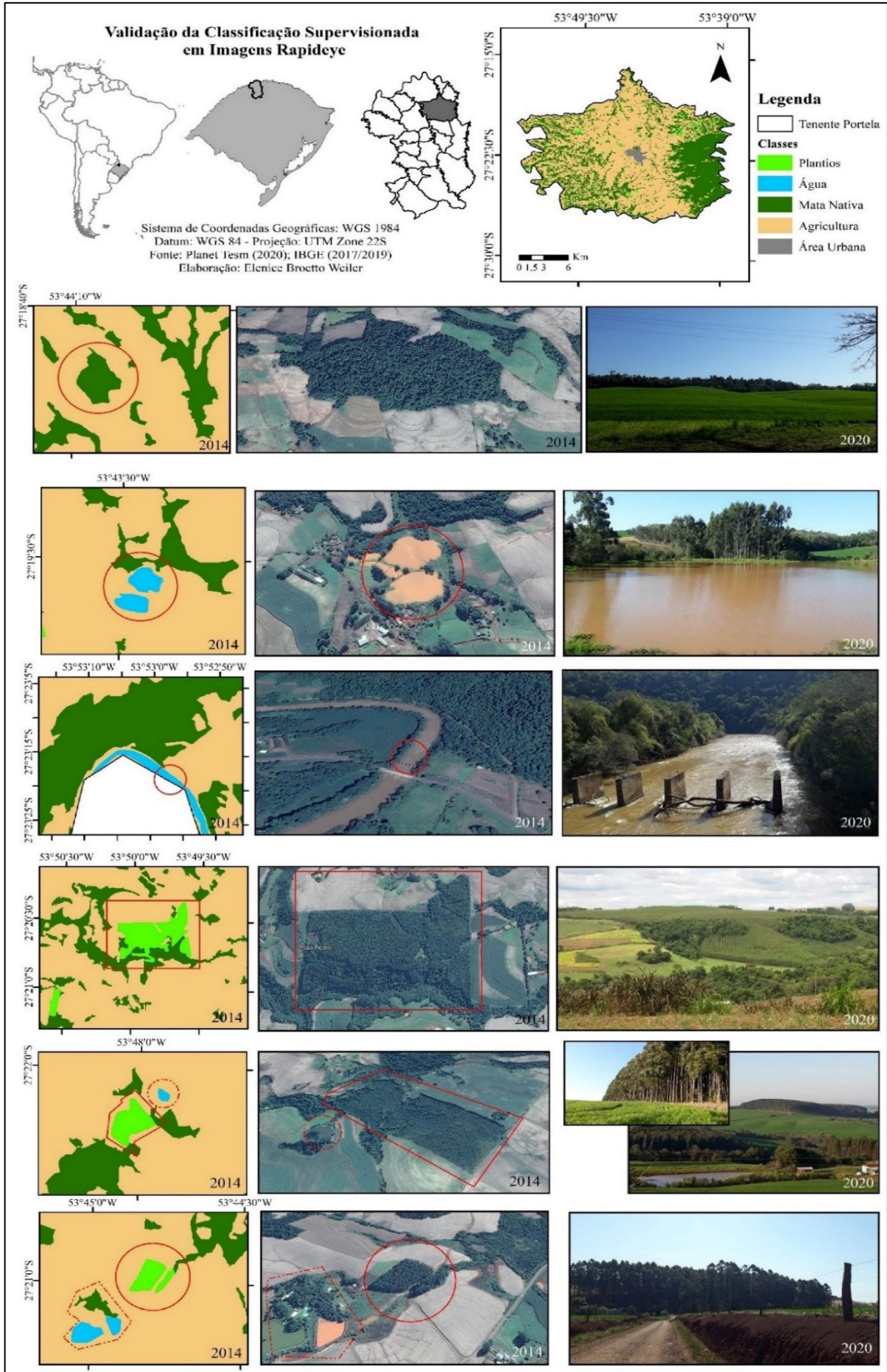












CAPÍTULO IV: AVALIAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE PARÂMETROS DA MODELAGEM GEOMORFOLÓGICA E PLANTIOS FLORESTAIS NO COREDE CELEIRO, RS

RESUMO

Estudos geomorfológicos estão relacionados à caracterização do ambiente, por meio do diagnóstico das formas de relevo, cujo entendimento contribui para o desenvolvimento de prognósticos e interpretações das condições ambientais e da dinâmica da paisagem. O objetivo deste estudo foi identificar a existência de um padrão de distribuição dos plantios florestais na região pertencente ao Corede Celeiro, a partir da relação com a caracterização geomorfológica. Para a análise geomorfológica, foi utilizada imagem do sensor Alos Palsar (2020), com MDE de resolução 12,5m. Foram elaborados três mapas geomorfológicos: hipsométrico, orientação de vertentes e de declividade. O mapeamento dos plantios florestais foi realizado pela classificação supervisionada utilizando o algoritmo Máximaverossimilhança (MaxVer), executado no software ArcGis 10.5, com base em imagens de satélite *RapidEye* para o ano de 2014. Os resultados mostram uma predominância, na da área de estudo, de relevo ondulado e suave ondulado, ocupando altitudes entre 300 e 450 m, e com suas vertentes orientadas ao norte. Os plantios estão distribuídos em todos os municípios, de forma desigual e com maior intensidade ao norte do Corede Celeiro. Com base nos dados geomorfológicos e sua relação com estas áreas plantadas, não há um padrão de distribuição na região, pois a mesma é irregular entre municípios e não associa-se a elementos técnicos, o que implicará em menor produtividade e rentabilidade, maior suscetibilidade a processos erosivos, e por vezes ilegalidade da atividade pelo uso inadequado de áreas na propriedade.

Palavras-chave: Geomorfologia; Silvicultura; Noroeste Gaúcho.

CHAPTER IV: ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PARAMETERS OF GEOMORPHOLOGICAL MODELING AND FOREST PLANTINGS IN COREDE CELEIRO, RS

ABSTRACT

Geomorphological studies are related to the environment characterization, through the landforms diagnosis, whose understanding contributes to the development of prognoses and interpretations of environmental conditions and landscape dynamics. This study aimed to identify a pattern of distribution of forest plantations in the region belonging to Corede Celeiro, based on the relationship with the geomorphological characterization. For the geomorphological analysis, an image of the Alos Palsar sensor (2020) was used, with an MDE of 12.5m resolution. Three geomorphological maps were elaborated: hypsometric, slope, and slope orientation. The mapping of forest plantations was carried out by the supervised classification using the Maximum Likelihood Algorithm (MaxVer), executed in the ArcGis 10.5 software, based on RapidEye satellite images for the year 2014. In the study area, the results show the undulated and smooth undulate relief predominate, occupying altitudes between 300 and 450 m, and its slopes oriented to the north. Plantations are present in all municipalities, unevenly and with greater intensity to the north of Corede Barn. Based on geomorphological data and its relationship with plantations, there is no distribution pattern in the region, as it is irregular between municipalities and is not associated with technical elements, which will result in lower productivity and profitability, greater susceptibility to processes erosive, and sometimes illegal activity due to the inappropriate use of areas on the property.

Keywords: Geomorphology; Forestry; Northwest Gaucho.

1 INTRODUÇÃO

O uso da terra está frequentemente associado ao relevo e toda a dinâmica estrutural a ele relacionada. Por isso, seu estudo é imprescindível para a compreensão dos sistemas ambientais. Processos de ocupação das terras, de arranjo dos espaços territoriais e da produção podem ser beneficiados ou dificultados, em função das formas de relevo (ROSS, 2009).

A execução de sistemas e métodos de planejamento do processo de produção e ocupação do espaço geográfico é aprimorado por estudos sobre a superfície terrestre. Nesse sentido, o conhecimento geomorfológico constitui-se como indispensável, pois insere-se no diagnóstico das condições ambientais, contribuindo para orientar a alocação e o assentamento das atividades humanas (CHRISTOFOLETTI, 2009).

Portanto, podemos dizer que a contribuição de cada aspecto topográfico como elevação, orientação, declividade e geometria de encostas além da posição topográfica, exerce influência potencial na dinâmica florestal. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi identificar a existência de um padrão de distribuição dos plantios florestais na região pertencente ao Corede Celeiro, a partir da relação com a caracterização geomorfológica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é constituída por 21 municípios: Barra do Guarita, Bom Progresso, Braga, Campo Novo, Chiapetta, Coronel Bicaco, Crissiumal, Derrubadas, Esperança do Sul, Humaitá, Inhacorá, Miraguai, Redentora, Santo Augusto, São Martinho, São Valério do Sul, Sede Nova, Tenente Portela, Tiradentes do Sul, Três Passos e Vista Gaúcha, totalizando uma área de 4.747,23 km² e uma população estimada no ano de 2019 de 144.641 habitantes (IBGE, 2020).

A agropecuária representa aproximadamente 31,2% do VAB do Corede Celeiro. Os cultivos predominantes são a soja, trigo e o milho, além da participação expressiva da produção de leite, desenvolvidas em pequenas propriedades rurais. A diversificação das áreas de produção inclui plantios florestais, principalmente do gênero *Eucalyptus*, com destaque para o ano de 2018, os municípios de Santo Augusto, Chiapetta e Três Passos para lenha e Santo Augusto, Tiradentes do Sul e Crissiumal com madeira em tora (IBGE, 2019).

2.2 ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA

Para a análise geomorfológica, foi utilizada imagem do sensor Alos Palsar (2020) obtida no site do Alaska Satellite Facility, com MDE de resolução 12,5m. Por meio do modelo digital de elevação foram elaborados três mapas geomorfológicos: declividade, orientação de vertentes e hipsométrico.

Para elaboração do mapa de declividade, foi utilizada a ferramenta “Slope” no Spatial Analyst Tools – Surface. As classes foram determinadas de acordo com Santos et al., (2015): <3% (plano); 3-8% (Suave ondulado); 8-20% (Ondulado); 20-45% (Forte ondulado); 45-75% (Montanhoso) e >75% (Escarpado). Adotou-se estas porcentagens de declividade baseado no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras de Ramalho Filho e Beek (1994), com vistas à silvicultura, em que áreas com mais de 45% de declividade são consideradas inaptas aos plantios.

Para elaboração do mapa de orientação de vertentes, foi utilizada a ferramenta “Aspect” no Spatial Analyst Tools - Surface, que calcula a direção da curva descendente da taxa máxima de mudança de valor de cada célula para seus vizinhos, podendo ser pensada como a direção de inclinação. Para compor o mapa, foram divididas nas seguintes classes: plano, norte, sul, leste e oeste.

Para elaboração do mapa hipsométrico, foi reclassificado o raster do MDE por meio da ferramenta “reclassify” no Spatial Analyst Tools - Reclass, com intervalos de 150m. Para compor o mapa que representasse a área de cada classe de altitude, foi considerado os seguintes intervalos: <150m; 150-300m; 300-450m e >450m.

2.3 MAPEAMENTO DOS PLANTIOS FLORESTAIS

O mapeamento dos plantios florestais foi realizado pela classificação supervisionada utilizando o algoritmo Máxima verossimilhança (MaxVer), executado no software ArcGis 10.5., com base em imagens de satélite *RapidEye* para o ano de 2014. Ademais, informações pertinentes ao desenvolvimento metodológico deste item estão descritas no capítulo III.

2.4 ANÁLISE METODOLÓGICA

A análise metodológica considera uma breve apresentação das características geomorfológicas estudadas para o Corede Celeiro. Essa avaliação é de caráter descritivo e

permite uma comparação entre os municípios em estudo. Os resultados são apresentados na forma de tabelas, gráficos e figuras, buscando representar a distribuição dos plantios florestais no ano de 2014 em função dos fatores topográficos, com verificação da existência de um padrão espacial.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO COREDE CELEIRO

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os valores expressos por unidade de área agrupados por classe de declividade, orientação de vertentes e altitude, respectivamente e na Figura 1 consta o mapa com as características geomorfológicas da área em estudo.

Tabela 1 - Características do Corede Celeiro quanto à declividade, com base no modelo de elevação Alos Palsar.

Declividade		
Classes	Área (km²)	Área (%)
Plano (<3%)	242,33	5,1
Suave ondulado (3-8%)	1534,83	32,3
Ondulado (8-20%)	2115,72	44,6
Forte ondulado (20-45%)	772,09	16,3
Montanhoso (45-75%)	84,00	1,8
Escarpado (>75%)	1,55	0,03
Total	4747,2	100

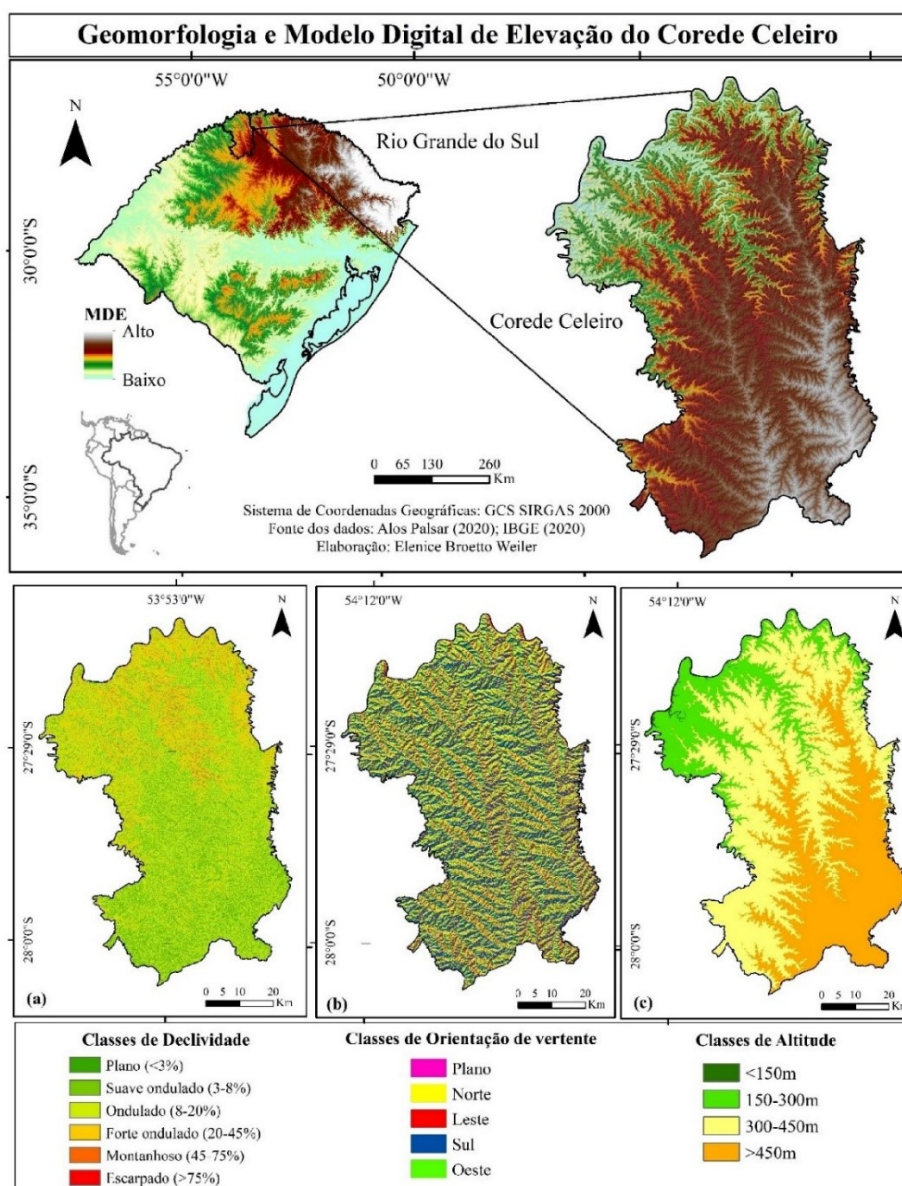
Tabela 2 - Distribuição da orientação de vertentes no Corede Celeiro, com base no modelo de elevação Alos Palsar.

Orientação de vertentes		
Classes	Área (km²)	Área (%)
Plano	239,73	5,0
Norte	1735,56	36,6
Leste	521,07	11,0
Sul	1687,95	35,6
Oeste	566,19	11,9
Total	4747,23	100

Tabela 3 - Variação da altitude no Corede Celeiro, com base no modelo de elevação Alos Palsar.

Classes	Altitude	
	Área (km ²)	Área (%)
<150m	29,90	0,6
150-300m	826,76	17,4
300-450m	2269,20	47,8
>450m	1624,64	34,2
Total	4747,2	100

Figura 1 - Geomorfologia para o Corede Celeiro, com base no modelo digital de elevação do ALOS PALSAR (2020): (a) classes de declividade, expressas em porcentagem; (b) classes de orientação de vertentes; (c) distribuição das classes de altitude, com intervalos de 150m.



Ao avaliar visualmente a Figura 1a e com base nos resultados da Tabela 1, constata-se que a maior parte da área de estudo apresenta relevo Ondulado (2115,72 km²) e Suave ondulado (1534,83 km²). A classe de relevo que apresenta menor área é do tipo Escarpado (1,55 km²). Nota-se que a parte norte do Corede Celeiro concentra áreas (18,1%) em que o relevo encontra-se nas classes mais acentuadas de declividade (Forte ondulado a Montanhoso), indicando limitações para alguns cultivos e maior potencial para reflorestamentos.

Constatou-se que 36,6% (1735,56 km²) da região de estudo têm suas vertentes orientadas para o norte e 35,6% (1687,95km²) para o sul, enquanto a direção de orientação de menor área é a voltada para o leste, com 521,07 km², seguida do oeste com 566,19 km² (11% e 11,9%, respectivamente da área total) (Figura 1b e Tabela 2). De acordo com os resultados obtidos, a distribuição não é regular entre as classes de orientação, apresentando uma diferença de área de 1214,5 km² entre a maior e a menor área. A área considerada plana foi 239,73km² (5% do total do Corede).

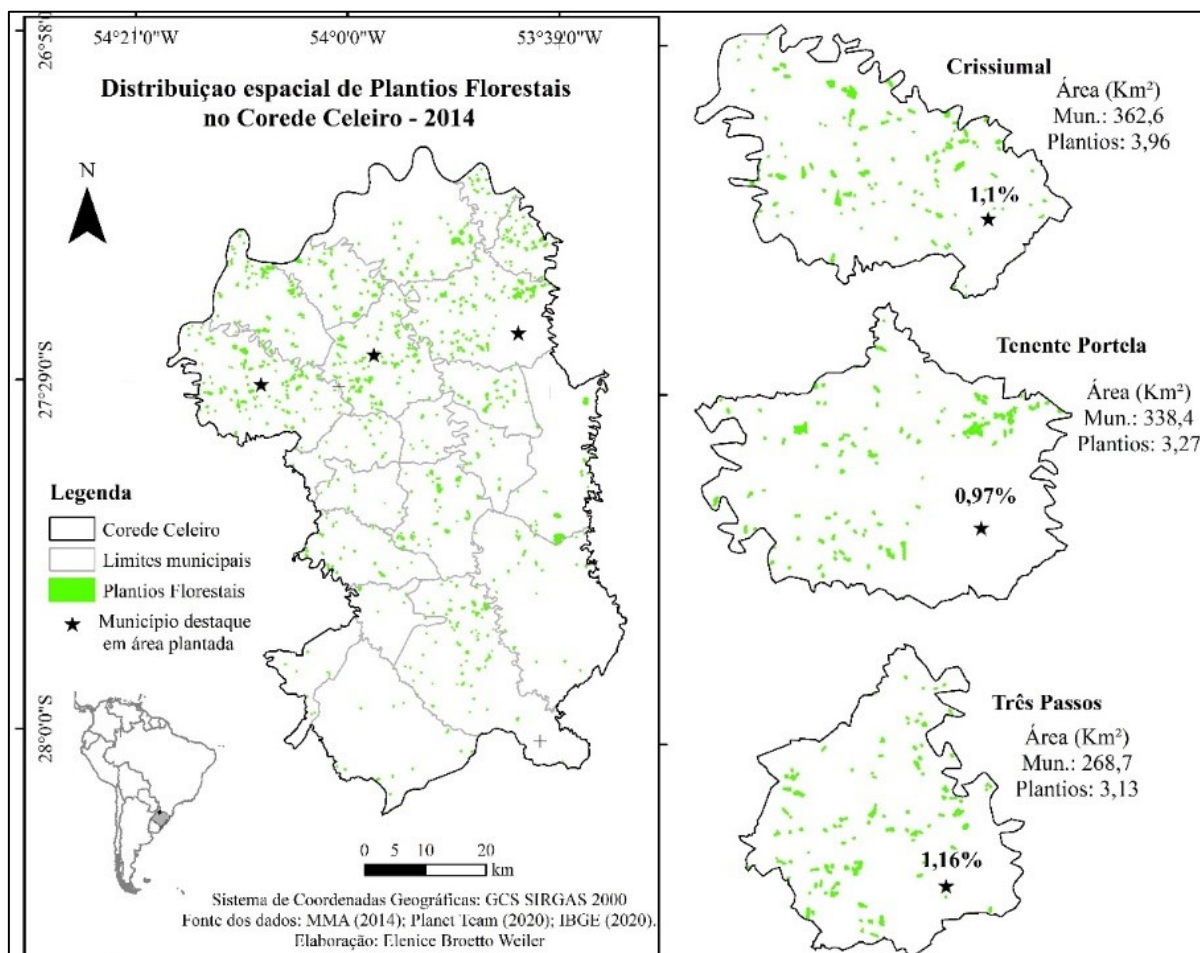
Quanto à altitude, verificou-se que grande parte da área de estudo (47,8%) se concentra nas altitudes entre 300 e 450m, enquanto a menor área (0,6%) em altitudes menores que 150 m (próximas ao Rio Uruguai) (Figura 1c e Tabela 3).

3.2 DISTRIBUIÇÃO DOS PLANTIOS FLORESTAIS NO COREDE CELEIRO

O mapa temático com os resultados da classificação supervisionada pelo algoritmo MaxVer para o Corede Celeiro no ano de 2014, representando a distribuição dos plantios florestais pode ser visualizado na Figura 2.

O total de plantios florestais identificados nesse ano obteve uma área de 26,64 km². A maior parte deles está localizado ao norte da área de estudo, próximos à divisa com Santa Catarina e Argentina. Os plantios florestais estão presentes em todo Corede Celeiro, com destaque para os municípios de Crissiumal (3,96km²), Tenente Portela (3,27km²) e Três Passos (3,13km²).

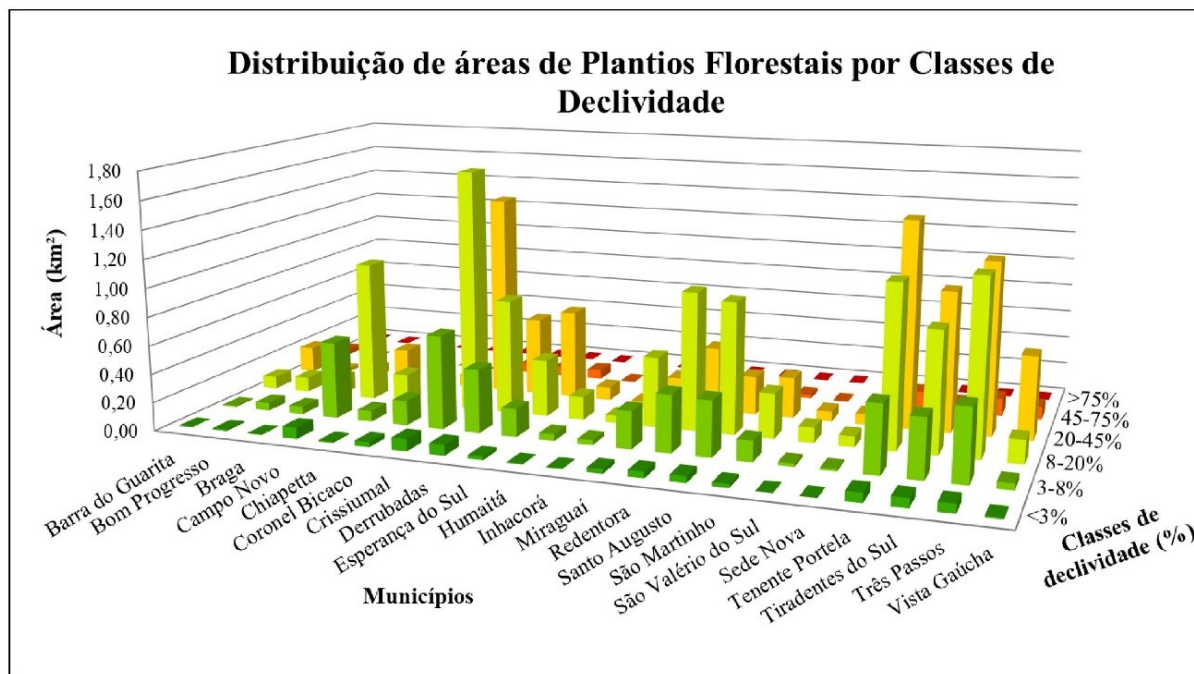
Figura 2 - Distribuição espacial dos plantios florestais pela classificação supervisionada de imagens *RapidEye* no ano de 2014 para o Corede Celeiro.



3.3 RELAÇÃO ENTRE PLANTIOS FLORESTAIS E PARÂMETROS GEOMORFOLÓGICOS DOS MUNICÍPIOS

A distribuição dos plantios florestais em função das classes de declividade para os municípios do Corede Celeiro no ano de 2014 é apresentada na Figura 3. Ainda, a Tabela 4 apresenta os valores integrais de distribuição territorial (km²), nas categorias de declividade: <3%, 3-8%, 8-20%, 20-45%, 45-75% e >75%. Imagens de plantios florestais em diferentes topografias para cada município estão no Apêndice A.

Figura 3 - Distribuição territorial (km²) dos plantios florestais para os municípios do Corede Celeiro, nas categorias de declividade: <3%, 3-8%, 8-20%, 20-45%, 45-75% e >75%.



Em todos os municípios, as classes de declividade entre 3 e 45% são as que concentram maiores áreas de plantios florestais (25,2 km²), equivalente a 94,6% do total de área plantada, mas a predominância concentra-se nas classes ondulado (8-20%) e forte ondulado (20-45%), com 11,2 km² e 9,0 km², respectivamente. Para Da Rosa et al. (2017), os plantios na região de estudo, em relevos mais acentuados, se justificam muito em função do abandono de áreas antes cultivadas na sua maior parte por métodos braçais (agricultura tradicional).

Os municípios de Tenente Portela, Crissiumal e Três Passos, que se destacam com maior área plantada, possuem aproximadamente 80% dos plantios nas classes intermediárias (8-45%), e em torno de 70% do território nessas classes de declividade, com 238,9km², 260km² e 185,6km², respectivamente. Esse comportamento é semelhante para 57,1% dos municípios do Corede Celeiro. Ao estudar a estrutura da vegetação, cobertura florestal e preferências de uso da paisagem associadas a vertentes, De Mello (2009) constatou um comportamento de uso da terra para pastagens e plantios de eucalipto, preferencialmente, nas áreas de baixa/média (5-25%) declividade.

Tabela 4 - Distribuição territorial (km²) dos plantios florestais para os municípios do Corede Celeiro, nas categorias de declividade: <3%, 3-8%, 8-20%, 20-45%, 45-75% e >75%.

Município	Área de Plantio x Classe de declividade						Área de Plantios (km ²)	Área territorial (km ²)
	<3%	3-8%	8-20%	20-45%	45-75%	>75%		
Barra do Guarita	0,00094	0,00828	0,08781	0,18500	0,04234	0,00031	0,32	64,4
Bom Progresso	0,01109	0,05422	0,10547	0,03031	0,00234	0,00000	0,20	88,8
Braga	0,00328	0,05375	0,12375	0,06703	0,00266	0,00000	0,25	129,2
Campo Novo	0,07906	0,54125	0,99844	0,23406	0,00000	0,00000	1,85	222,3
Chiapetta	0,00938	0,07609	0,20016	0,06719	0,00000	0,00000	0,35	397,0
Coronel Bicaco	0,03531	0,17453	0,29828	0,08500	0,00016	0,00000	0,59	492,6
Crissiumal	0,08594	0,65828	1,71531	1,43328	0,07250	0,00000	3,97	362,6
Derrubadas	0,07547	0,44563	0,80781	0,55484	0,06531	0,00000	1,95	361,6
Esperança do Sul	0,02359	0,19688	0,40250	0,63250	0,06656	0,00000	1,32	148,6
Humaitá	0,00516	0,04719	0,16313	0,09406	0,00234	0,00000	0,31	134,7
Inhacorá	0,00422	0,03438	0,05297	0,01172	0,00000	0,00000	0,10	114,3
Miraguaí	0,02938	0,26359	0,49438	0,21172	0,00797	0,00000	1,01	130,5
Redentora	0,04453	0,40156	0,97281	0,45547	0,02578	0,00000	1,90	302,9
Santo Augusto	0,04547	0,38938	0,92563	0,27078	0,00000	0,00000	1,63	468,6
São Martinho	0,02531	0,14672	0,31797	0,28859	0,02563	0,00000	0,80	171,9
São Valério do Sul	0,00125	0,02125	0,10750	0,07188	0,00234	0,00000	0,20	108,1
Sede Nova	0,00156	0,01469	0,07484	0,07594	0,00031	0,00000	0,17	119,5
Tenente Portela	0,06750	0,47516	1,14266	1,46188	0,12266	0,00000	3,27	338,4
Tiradentes do Sul	0,06500	0,41391	0,84750	0,98922	0,06938	0,00031	2,39	233,7
Três Passos	0,06281	0,50766	1,22391	1,21453	0,12391	0,00063	3,13	268,7
Vista Gaúcha	0,01000	0,04547	0,16563	0,58969	0,09328	0,00000	0,90	88,8
Total	0,68625	4,96984	11,22844	9,02469	0,72547	0,00125	26,64	4747,20

As classes mais altas de declividade (Montanhoso e Escarpado) juntas não chegam a 1km² de área com plantios. Somente os municípios de Barra do Guarita, Tiradentes do Sul e Três Passos apresentam áreas com plantios em declividades acima de 75%. Comportamento semelhante foi verificado por De Mello (2009), onde as áreas mais declivosas ocupavam, preferencialmente, mata e capoeira, em detrimento das classes de pasto, eucalipto e solo exposto.

Para a classe considerada de relevo plano (<3%), o valor também é baixo, com apenas 0,7 km² de área plantadas com silvicultura. Esse resultado deriva do uso preferencial das áreas mais planas para cultivos de grãos, muito em função da facilidade de cultivo e de acesso que este ambiente oferece às culturas anuais, carro chefe do Corede Celeiro. A aptidão de plantio para silvicultura em relação à suscetibilidade à erosão e impedimento à mecanização, ao ultrapassar os 20% de declividade torna-se restrita e inapta aos 45% de declividade. Assim, boa parte dos municípios apresentam limitações de áreas e/ou estão em inconformidade com as orientações do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras.

A distribuição dos plantios florestais em função das classes de orientação de vertentes para os municípios do Corede Celeiro no ano de 2014 é apresentada na Figura 4. E os valores integrais obtidos na Tabela 5.

Figura 4 - Distribuição territorial (km²) dos plantios florestais para os municípios do Corede Celeiro, nas categorias de orientação de vertente: plano, norte, leste, sul e oeste.

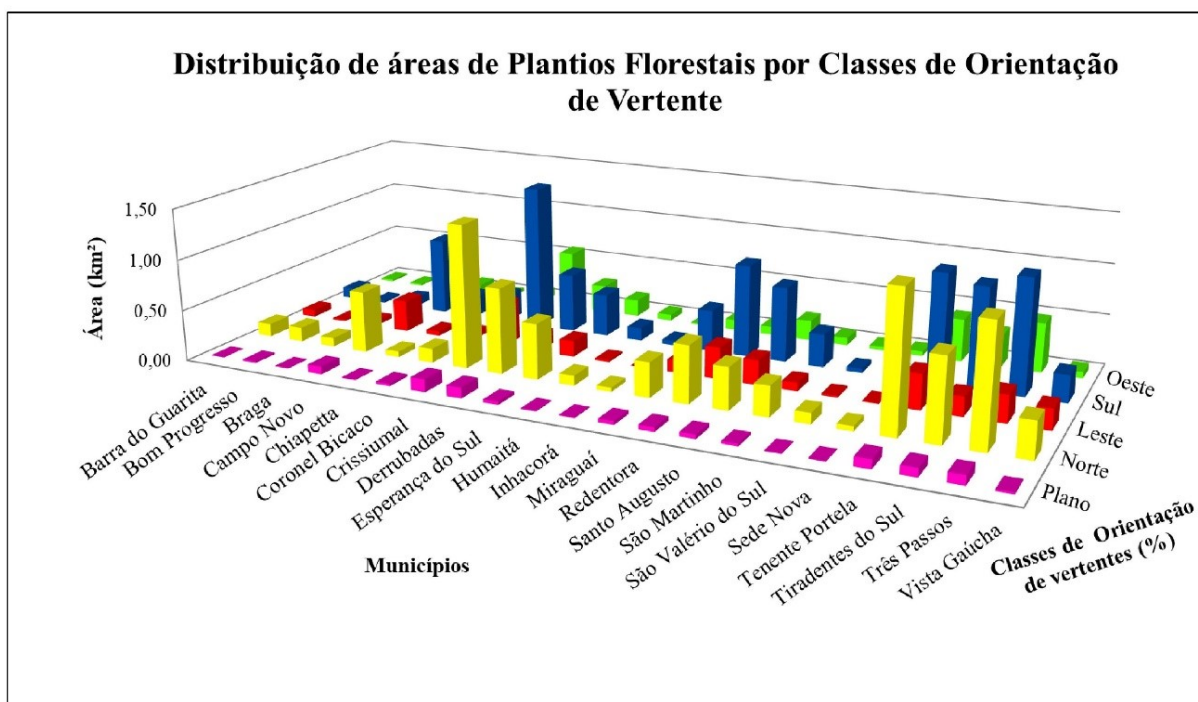


Tabela 5 - Distribuição territorial (km²) dos plantios florestais para os municípios do Corede Celeiro, nas categorias de orientação de vertente: plano, norte, leste, sul e oeste.

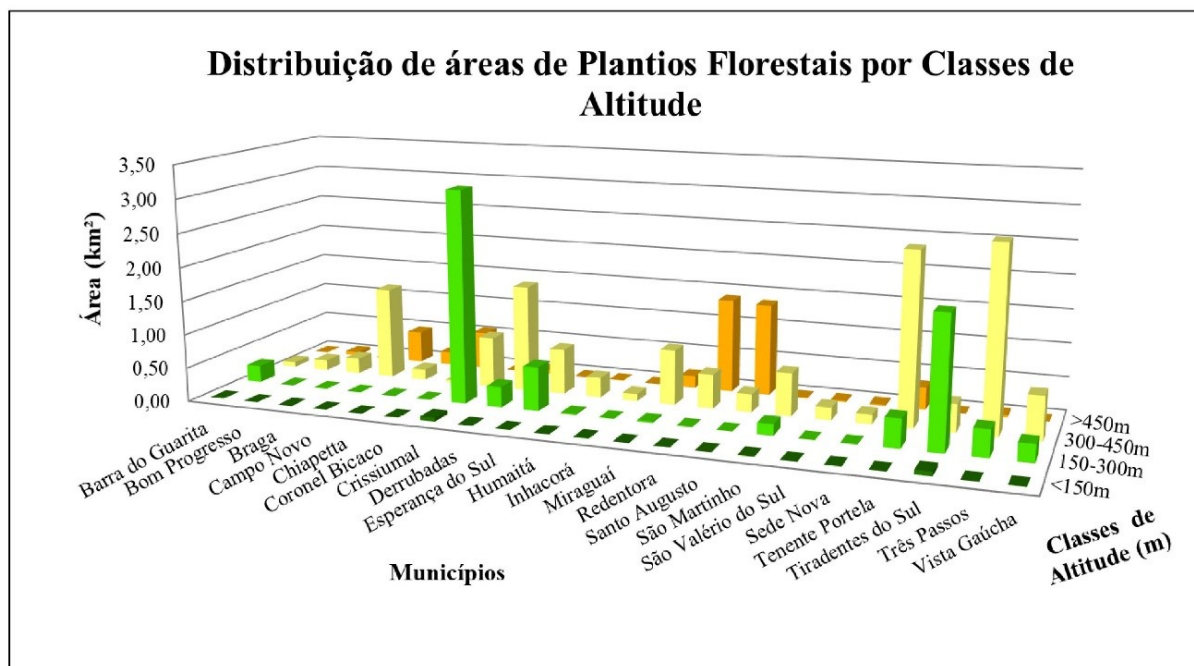
Município	Área de Plantio x Orientação de Vertentes					Área de Plantios (km ²)	Área territorial (km ²)
	Plano	Norte	Leste	Sul	Oeste		
Barra do Guarita	0,00234	0,12797	0,06875	0,10734	0,01828	0,32	64,4
Bom Progresso	0,01531	0,13938	0,01406	0,02094	0,01375	0,20	88,8
Braga	0,00625	0,08469	0,04688	0,09031	0,02234	0,25	129,2
Campo Novo	0,07500	0,60391	0,31234	0,76500	0,09656	1,85	222,3
Chiapetta	0,00594	0,05516	0,04484	0,20906	0,03781	0,35	397,0
Coronel Bicaco	0,02313	0,13813	0,07313	0,27172	0,08719	0,59	492,6
Crissiumal	0,12359	1,40375	0,42266	1,43313	0,58219	3,97	362,6
Derrubadas	0,10438	0,83641	0,15469	0,57938	0,27422	1,95	361,6
Esperança do Sul	0,03125	0,54531	0,15719	0,42016	0,16813	1,32	148,6
Humaitá	0,00734	0,09813	0,01859	0,12734	0,06047	0,31	134,7
Inhacorá	0,00781	0,04047	0,00063	0,04328	0,01109	0,10	114,3
Miraguaí	0,03547	0,34172	0,12047	0,40922	0,10016	1,01	130,5
Redentora	0,04219	0,55859	0,30938	0,90938	0,08063	1,90	302,9
Santo Augusto	0,04109	0,41125	0,24234	0,73750	0,19906	1,63	468,6
São Martinho	0,02484	0,29609	0,08219	0,32781	0,07328	0,80	171,9
São Valério do Sul	0,00578	0,10656	0,01734	0,04234	0,03219	0,20	108,1
Sede Nova	0,00578	0,04875	0,00844	0,06203	0,04234	0,17	119,5
Tenente Portela	0,08859	1,34219	0,34438	1,07469	0,42000	3,27	338,4
Tiradentes do Sul	0,08281	0,79984	0,19203	0,99375	0,31688	2,39	233,7
Três Passos	0,09172	1,15891	0,26844	1,12781	0,48656	3,13	268,7
Vista Gaúcha	0,01719	0,35406	0,20359	0,26859	0,06063	0,90	88,8
Total	0,83781	9,49125	3,10234	10,02078	3,18375	26,64	4747,20

Os plantios distribuíram-se ao acaso sobre vertentes de qualquer orientação, possivelmente porque agricultores que realizam os plantios investem no aproveitamento total do espaço, sem considerar a orientação dos morros ou qualquer pertinência técnica. Situação similar foi verificado por De Mello (2009), em plantios no município de São Luiz do Paraitinga/SP, que não apresentaram associação significativa com qualquer classe de orientação.

A direção de orientação possuidora de maior área florestal foi a sul, com 10 km², seguida da orientação norte com 9,5 km², ambas somam cerca de 73,2% da área total ocupada. A área com silvicultura inserida na direção oeste é semelhante a de leste, com aproximadamente 3,2 km². A menor porção de área florestal foi ocupada pela direção Plana, não alcançando 1 km².

A distribuição dos plantios florestais em função das classes de altitude para os municípios do Corede Celeiro no ano de 2014 é apresentada na Figura 5 e os valores integrais obtidos na Tabela 6.

Figura 5 - Distribuição territorial (km²) dos plantios florestais para os municípios do Corede Celeiro, nas categorias de altitude: <150m, 150-300m, 300-450m e >450m.



Os resultados da distribuição dos plantios florestais nas variadas classes de altitude para o Corede Celeiro em 2014, apontavam que 14,2 km² encontravam-se na faixa de altitude de 300-450m, correspondendo a maior porcentagem entre as classes, cerca de 53,5%. Na sequência, as classes de 150-300m, >450m e <150m com 28,3%, 17,6% e 0,5%, respectivamente. Crissiumal e Tiradentes do Sul são os únicos que apresentam plantios em altitudes abaixo de 150m.

Tabela 6 - Distribuição territorial (km²) dos plantios florestais para os municípios do Corede Celeiro, nas categorias de altitude: <150m, 150-300m, 300-450m e >450m.

Município	Área de Plantio x Orientação de Vertentes				Área de Plantios (km ²)	Área territorial (km ²)
	<150m	150-300m	300-450m	>450m		
Barra do Guarita	0,00000	0,25328	0,07141	0,00000	0,32	64,4
Bom Progresso	0,00000	0,00000	0,15266	0,05078	0,20	88,8
Braga	0,00000	0,00000	0,23234	0,01813	0,25	129,2
Campo Novo	0,00000	0,00000	1,37516	0,47766	1,85	222,3
Chiapetta	0,00000	0,00000	0,15922	0,19359	0,35	397,0
Coronel Bicaco	0,00000	0,00000	0,03156	0,56172	0,59	492,6
Crissiumal	0,05656	3,15125	0,75750	0,00000	3,97	362,6
Derrubadas	0,00000	0,30234	1,58313	0,06359	1,95	361,6
Esperança do Sul	0,00000	0,64953	0,67250	0,00000	1,32	148,6
Humaitá	0,00000	0,01563	0,29359	0,00266	0,31	134,7
Inhacorá	0,00000	0,00000	0,10328	0,00000	0,10	114,3
Miraguaí	0,00000	0,02000	0,81063	0,17641	1,01	130,5
Redentora	0,00000	0,00219	0,50359	1,39438	1,90	302,9
Santo Augusto	0,00000	0,00000	0,26922	1,36203	1,63	468,6
São Martinho	0,00000	0,16422	0,63234	0,00766	0,80	171,9
São Valério do Sul	0,00000	0,00000	0,18719	0,01703	0,20	108,1
Sede Nova	0,00000	0,00688	0,14219	0,01828	0,17	119,5
Tenente Portela	0,00000	0,42000	2,52250	0,32734	3,27	338,4
Tiradentes do Sul	0,06625	1,90609	0,41297	0,00000	2,39	233,7
Três Passos	0,00000	0,39516	2,70016	0,03813	3,13	268,7
Vista Gaúcha	0,00000	0,26047	0,64359	0,00000	0,90	88,8
Total	0,12281	7,54703	14,25672	4,70938	26,64	4747,20

Cerca de 62% dos municípios do Corede Celeiro apresentam plantios na classe de 150-300m, subindo esse percentual para 100% na classe de 300-450m. Para altitudes maiores que 450m, cerca de 71,4% dos municípios apresentam plantios, com destaque os municípios de Redentora e Santo Augusto, juntos somam 2,8 km² cerca de 58,5% do total de área nesta classe.

4 CONCLUSÃO

A caracterização geomorfológica dos municípios pertencentes ao Corede Celeiro mostrou que a maior parte da área de estudo apresenta relevo ondulado e suave ondulado, orientação de vertentes para o norte, seguida de sul e altitudes entre 300 e 450m. Em termos gerais, os plantios localizam-se, predominantemente, em municípios localizados ao norte do Corede Celeiro, e nestes em áreas com relevo ondulado, orientação de vertentes à sul e classe de altitude de 300-450m.

Ao considerar os plantios florestais mapeados no ano de 2014 para a região, em associação aos aspectos geomorfológicos, foi possível identificar a inexistência de um padrão de distribuição na região, pois ela é irregular entre municípios e não associam-se à subsídios técnicos. Logo, acredita-se que os produtores realizam os plantios sem considerar tais fatores, pensando apenas na ocupação de espaço não levando em consideração o manejo e desenvolvimento adequado dos povoamentos. Tal ação implicará em menor produtividade e rentabilidade, maior suscetibilidade a processos erosivos e por vezes ilegalidade da atividade pelo uso inadequado de áreas na propriedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALASKA SATELLITE FACILITY (ASF). **EarthDATA/ NASA**: Imagens ALOS/PALSAR 2020. Disponível em: <<https://search.asf.alaska.edu>>. Acesso em: 20 Set. 2020.

CHRISTOFOLETTI, A. **Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento**. In: GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. (Org.) Geomorfologia: uma atualização de conceitos e bases. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009, p. 415- 440.

DA ROSA, P. F.; BREUNIG, F. M.; DE ALMEIDA, C. M.; BALBINOT, R. Avaliação das relações entre os parâmetros da Modelagem Geomorfológica e a Cobertura Florestal no Noroeste do Rio Grande do Sul. **Geo UERJ**, n. 31, p. 371-388, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro, v. 8, p. 1-105, 2019. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Geociências**. Brasil, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

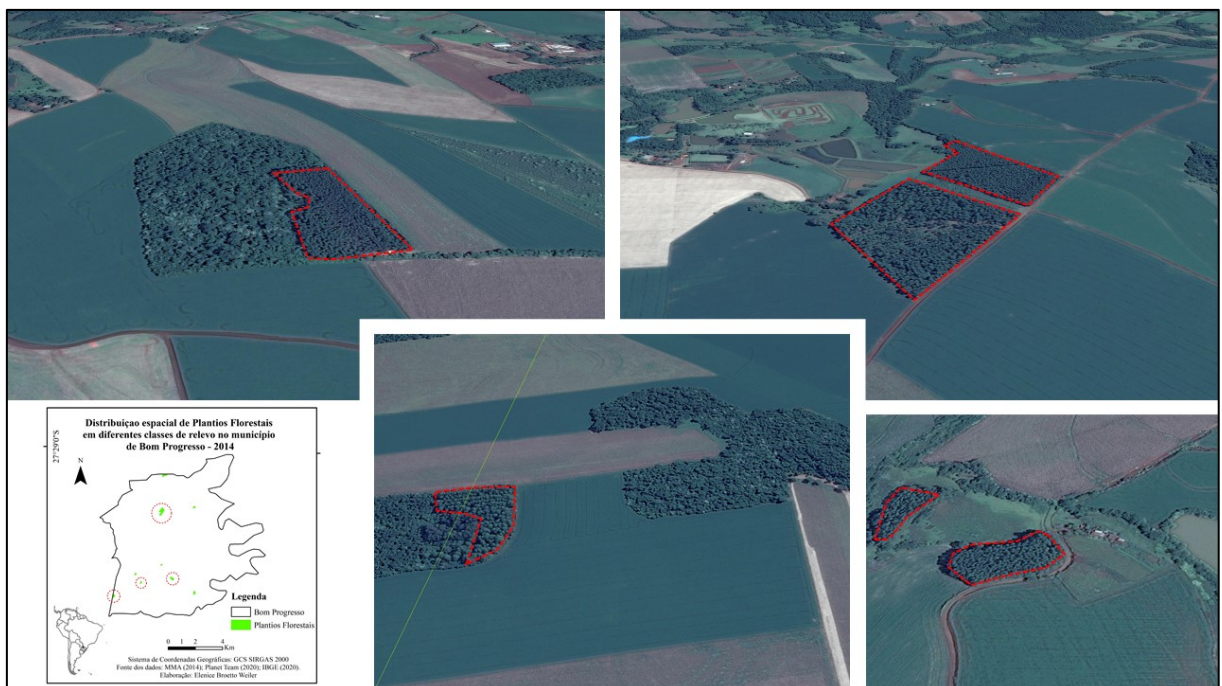
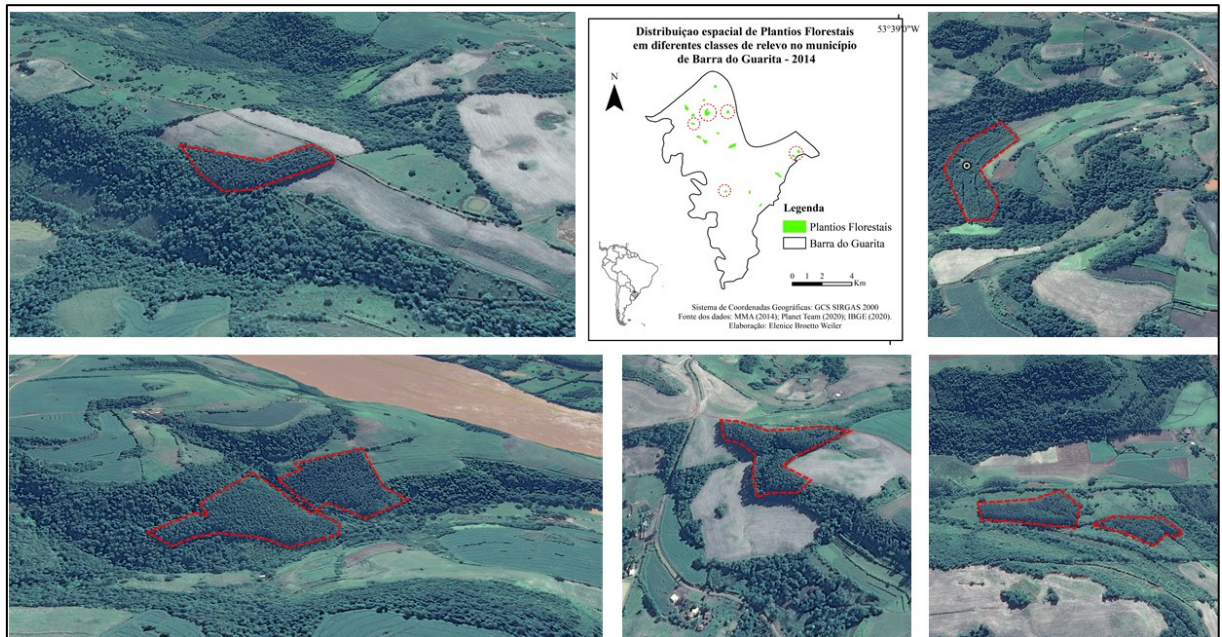
RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro: EMBRAPA. CNPS, 1994.

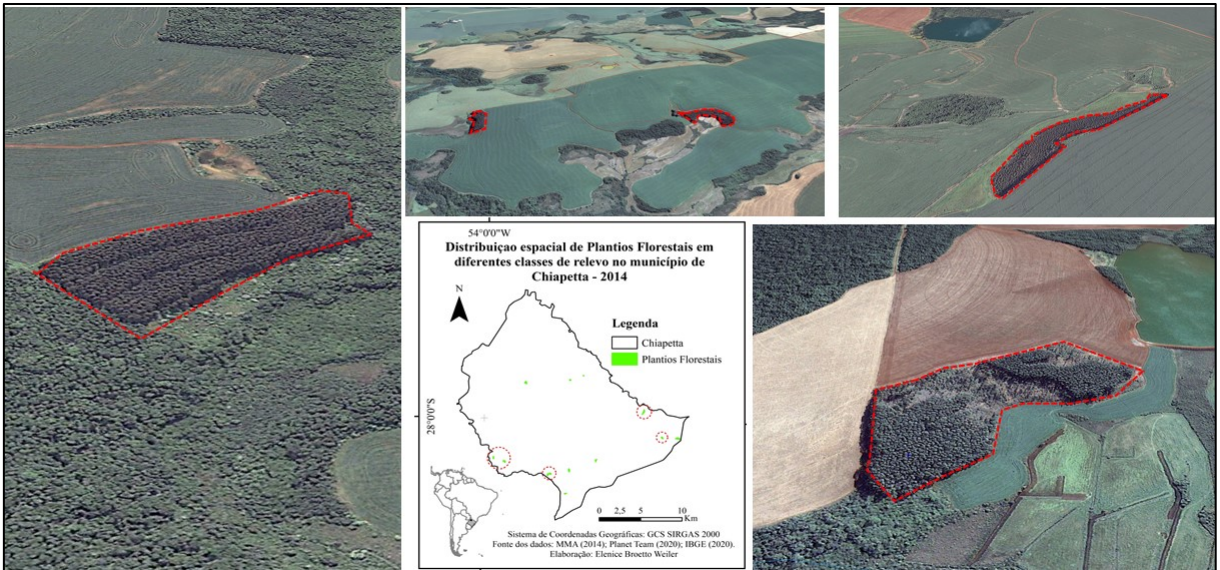
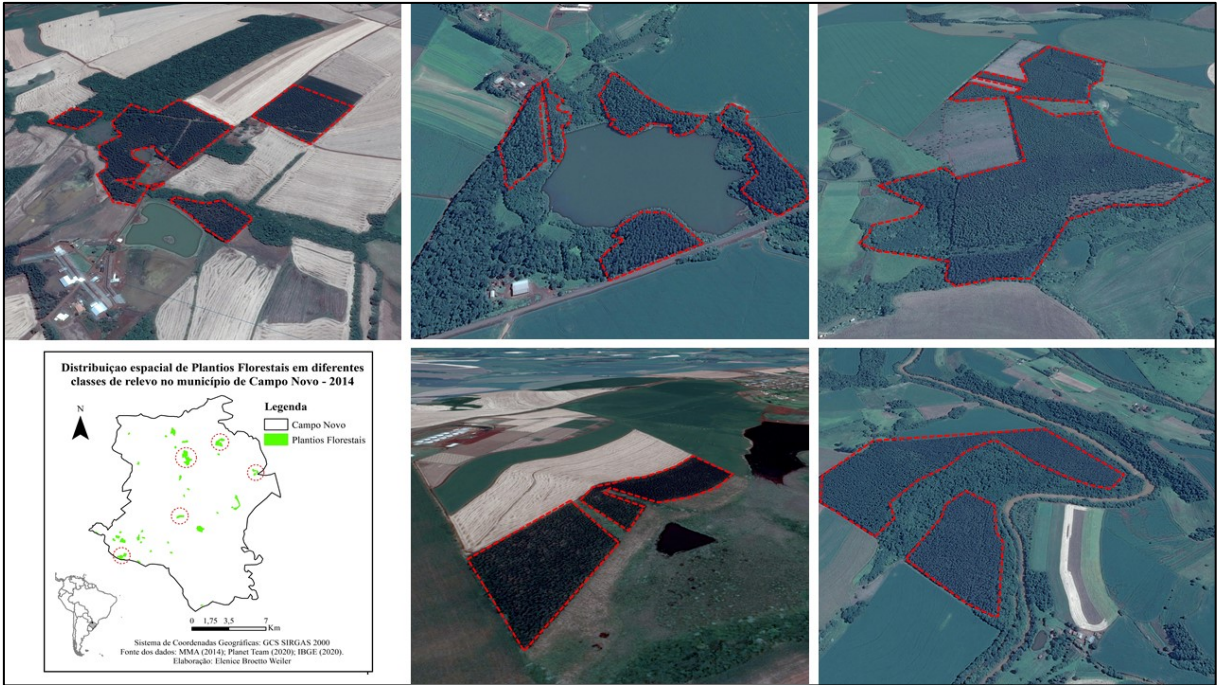
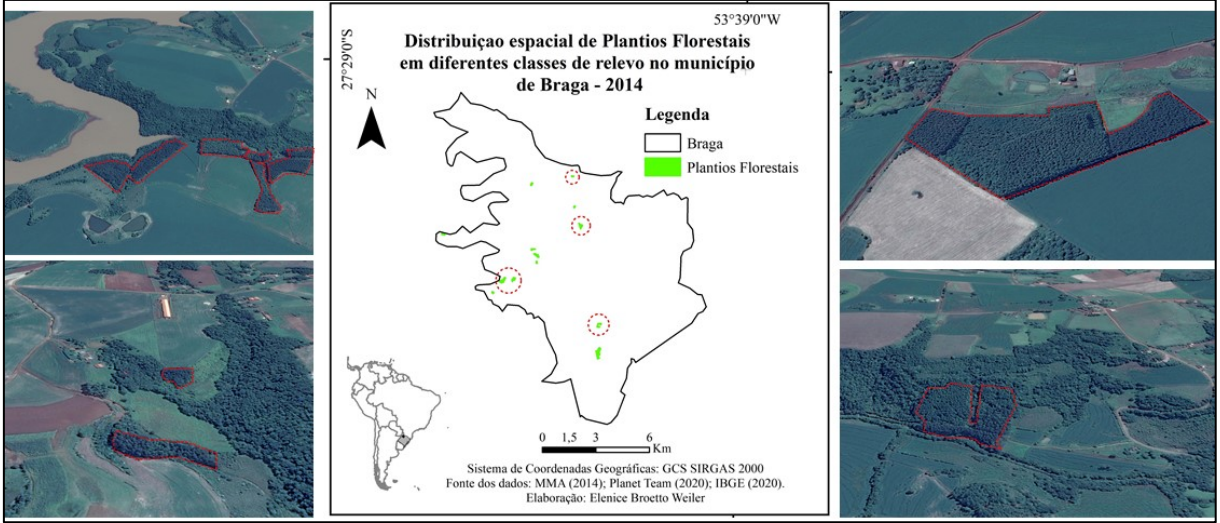
ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: Subsídios para Planejamento Ambiental. São Paulo: Oficina de Texto, 2009. 208 p.

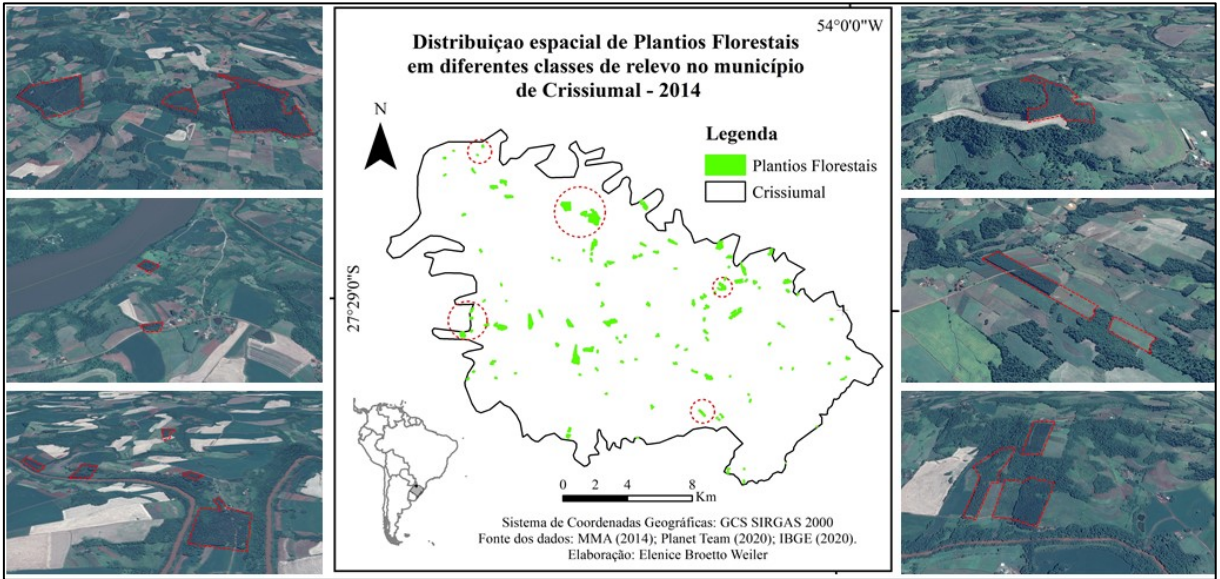
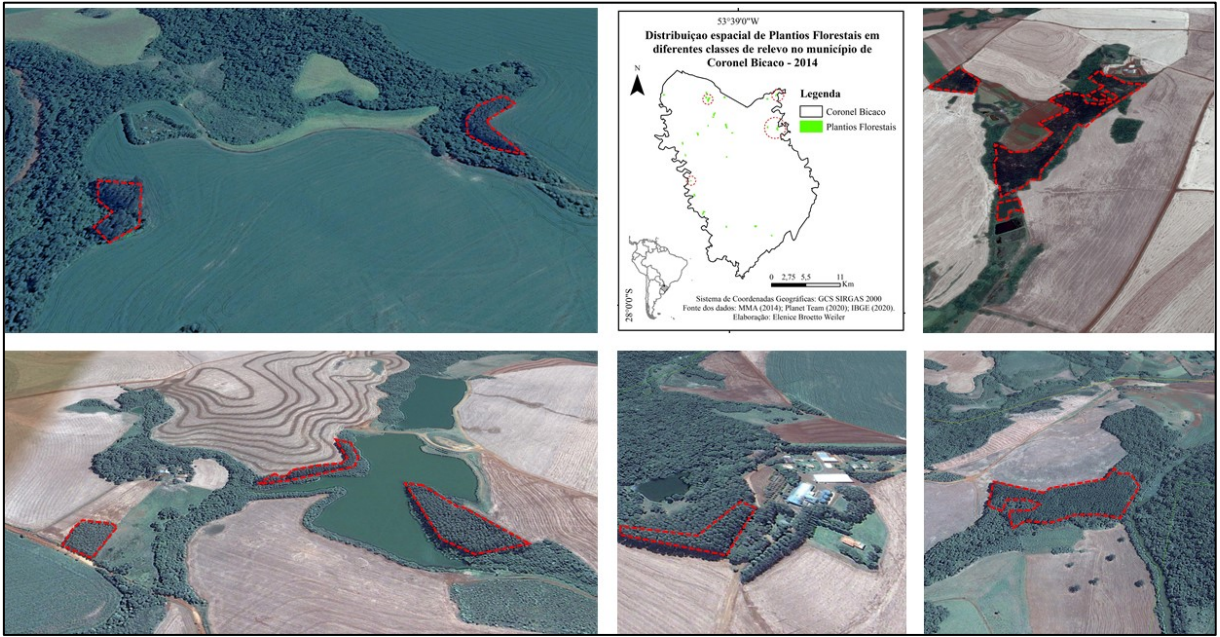
DE MELLO, T. F. **Estrutura da vegetação, cobertura florestal e preferências de uso da paisagem associadas a vertentes: as quase-florestas de São Luiz do Paraitinga (SP)**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2009.

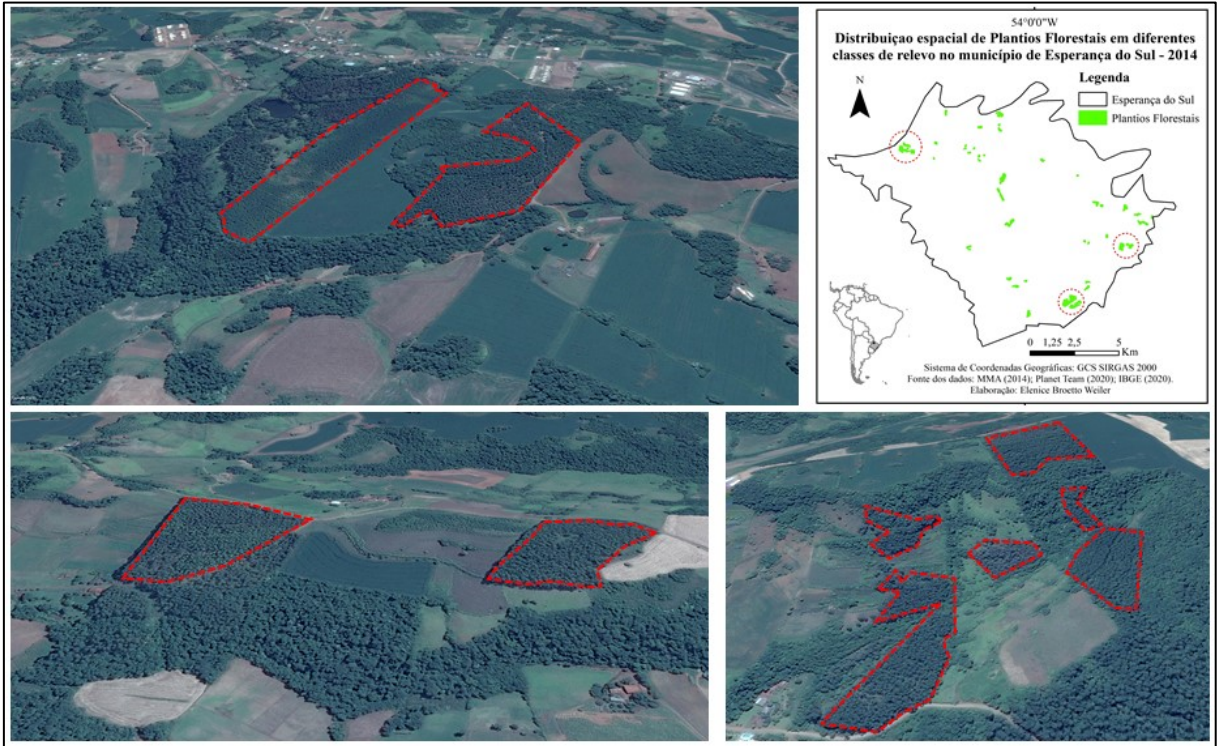
APÊNDICE A – FIGURAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS PLANTIOS FLORESTAIS NA PAISAGEM DO COREDE CELEIRO

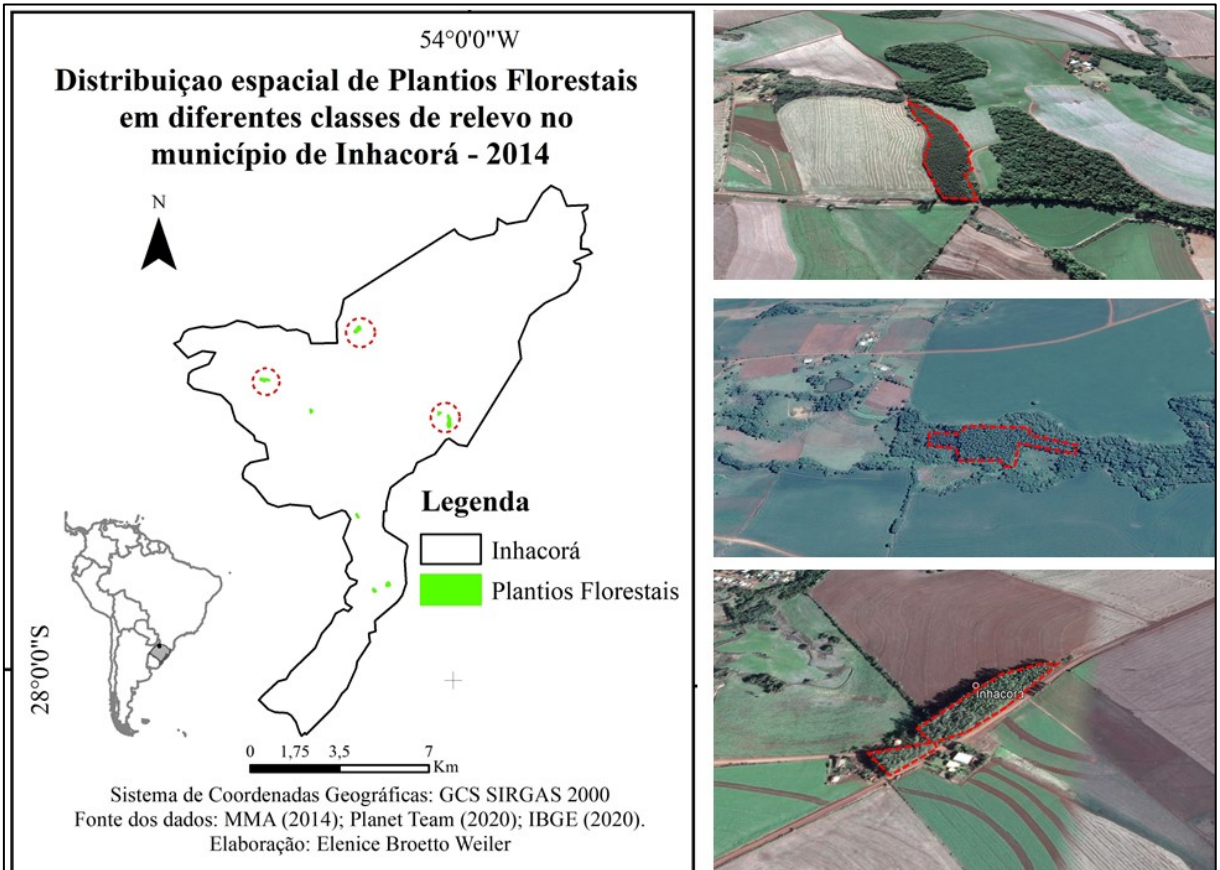
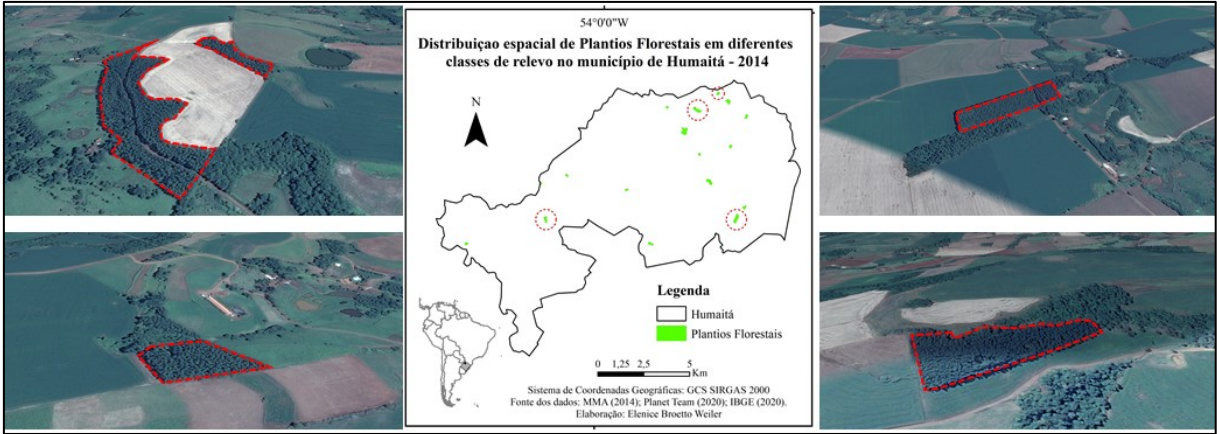
Figuras da distribuição de plantios florestais em diferentes topografias nos municípios pertencentes ao Corede Celeiro para o ano de 2014:

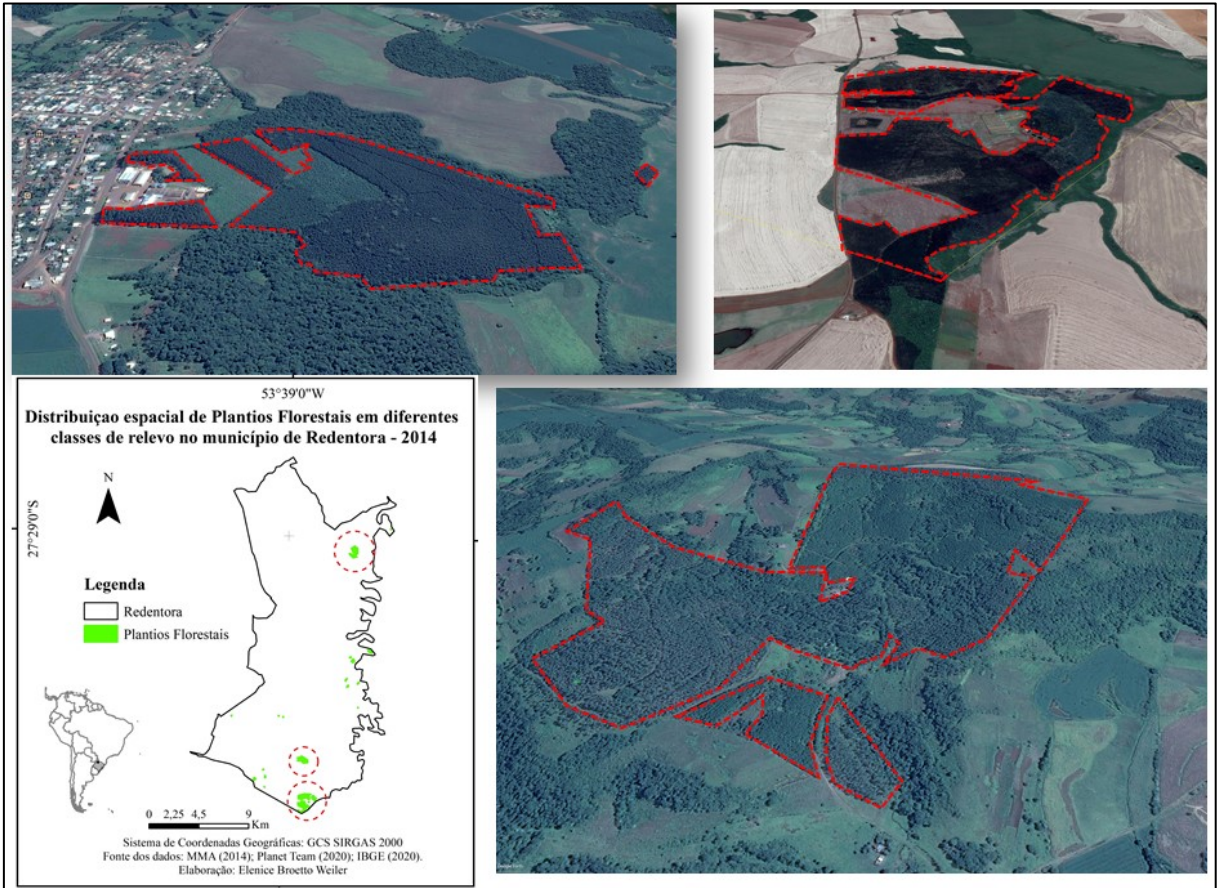
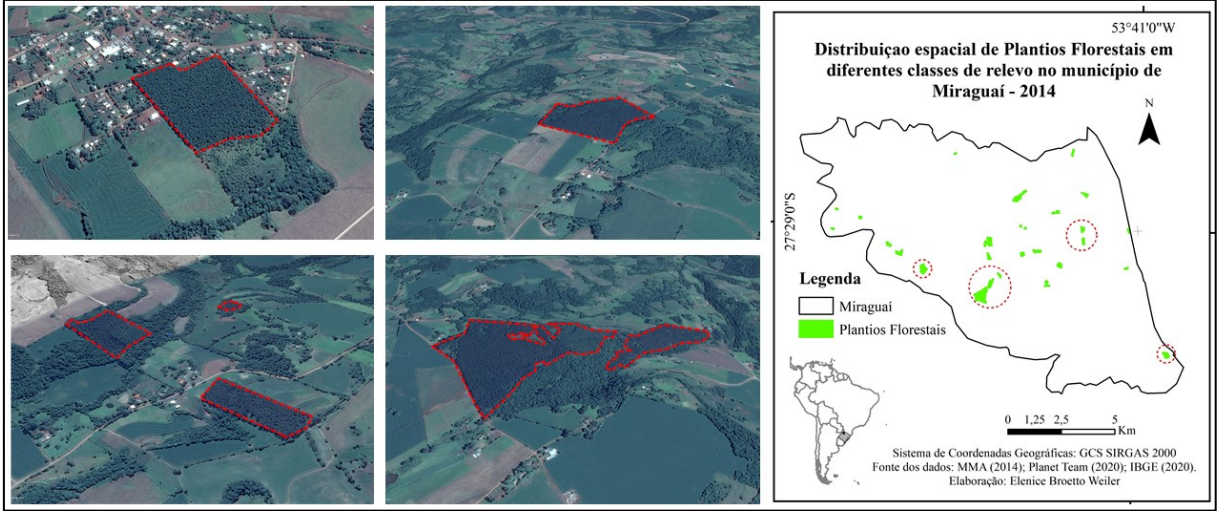


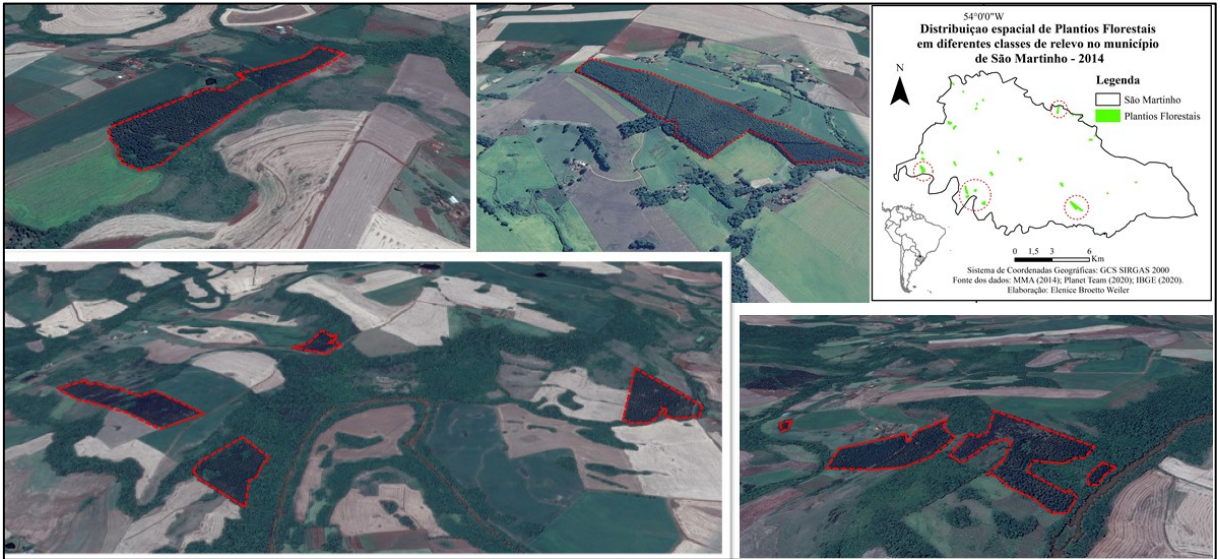
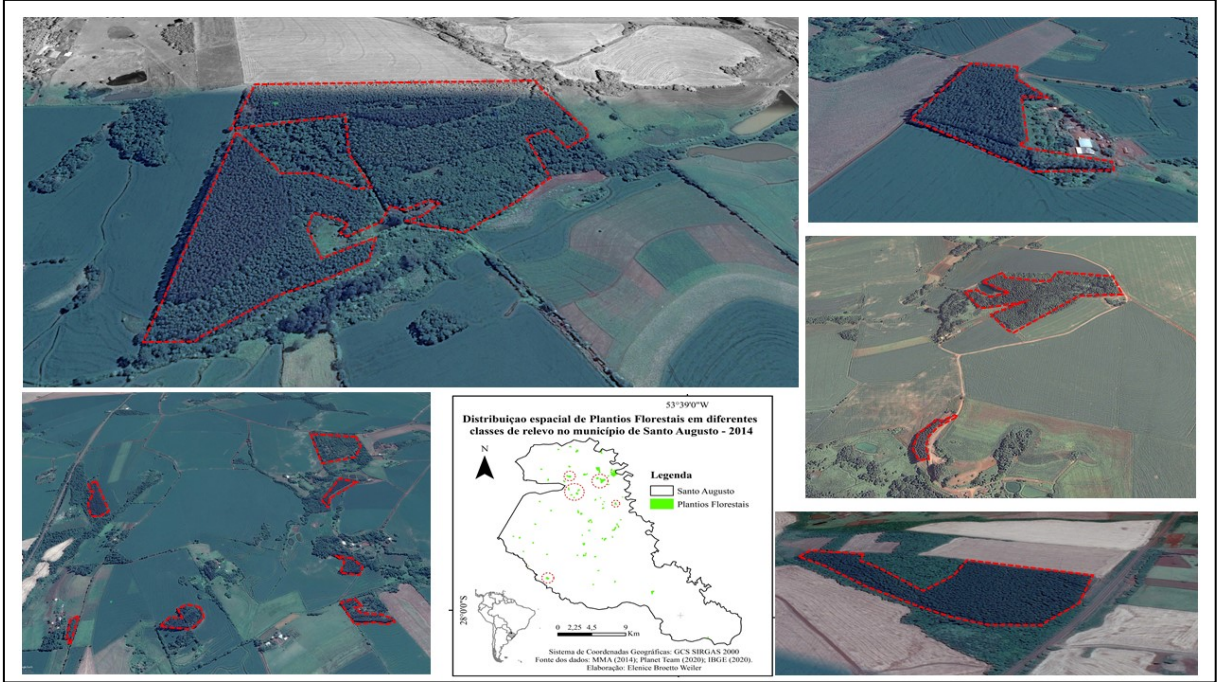


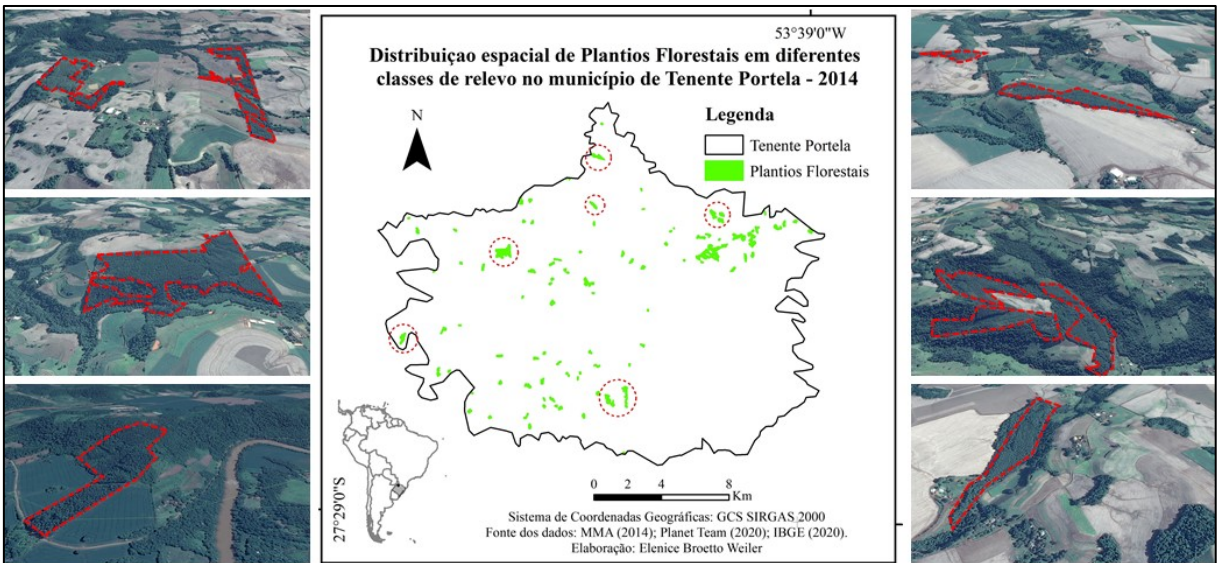
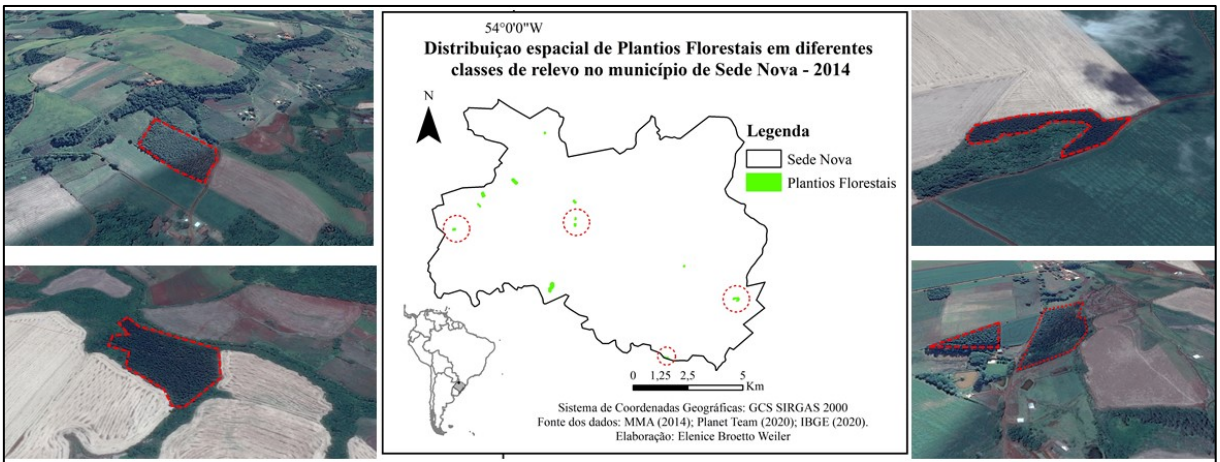
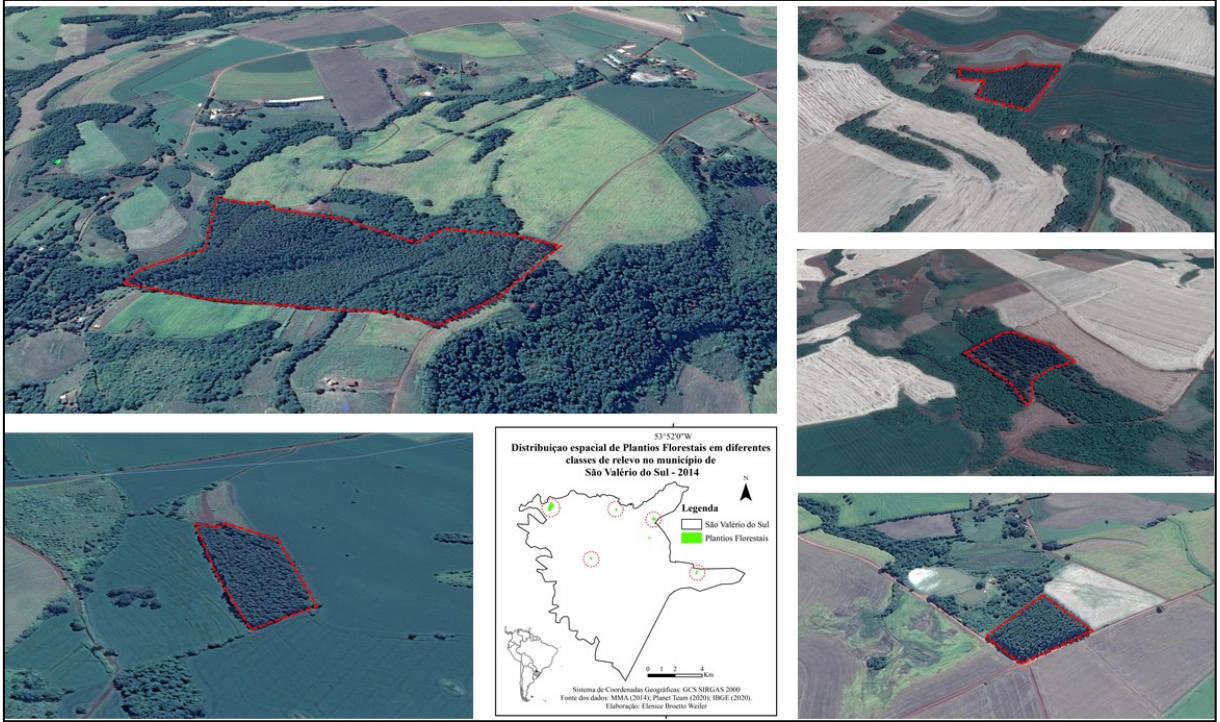


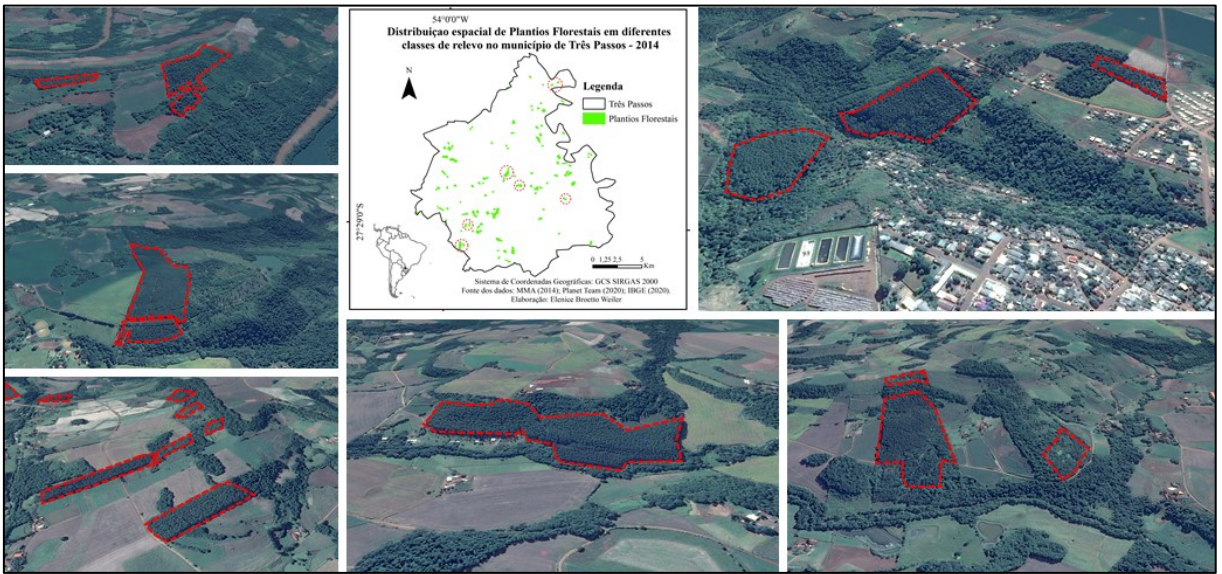
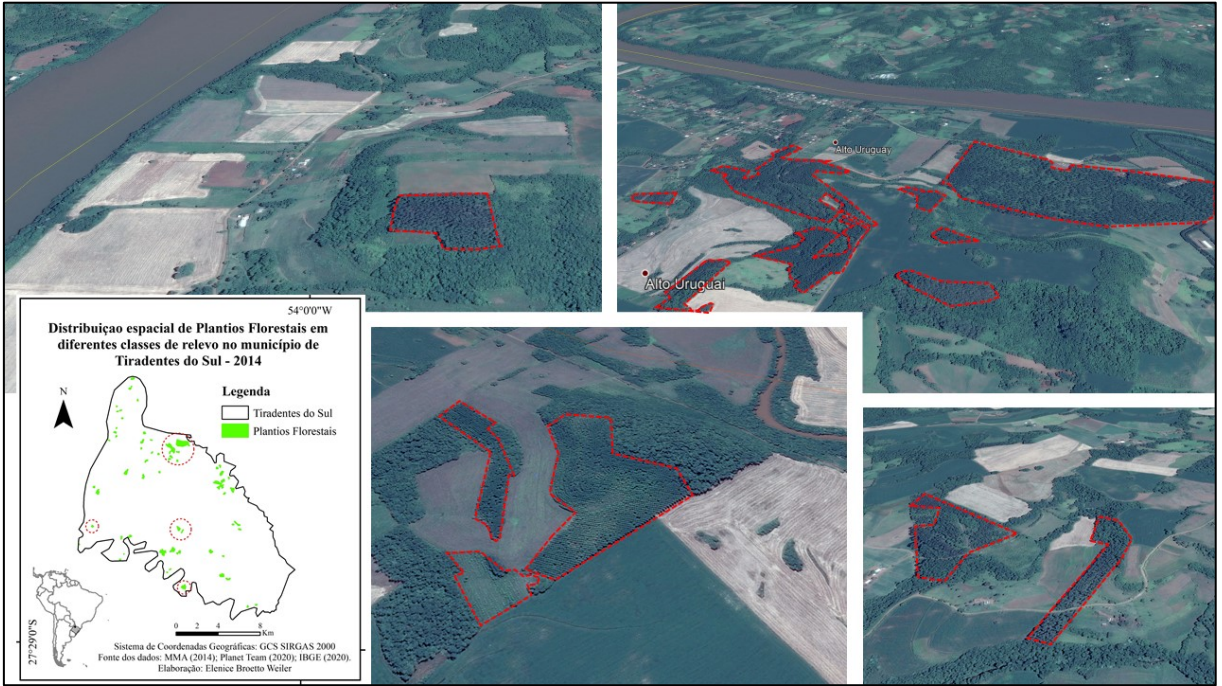












CAPÍTULO V: DEFINIÇÃO DO ÍNDICE SILVICULTURAL NORMALIZADO PARA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS À SILVICULTURA (ISNIAPS)

RESUMO

Informações mundiais apontam para o crescimento do setor florestal e, por consequência, demanda por áreas de plantios. Com isso, precisa-se alcançar as potencialidades de ocupação do território voltados à silvicultura no Estado. O Rio Grande do Sul conta com o Zoneamento Ambiental da Silvicultura, o qual é uma ferramenta de planejamento para gerir o ambiente, e normatizar a produção de matéria-prima florestal. Contudo, o setor empreendedor questiona o quão restritivo e ultrapassado está este instrumento. Portanto, precisa-se de novos métodos, simples e de fácil aplicação, que contemplem a caracterização ambiental e a análise integrada com medidas reais e quantitativas, que sejam de fácil acesso e repetição pelos agentes envolvidos nesta área do conhecimento. Nesse contexto, o objetivo foi propor um modelo que permita categorizar os municípios em zonas ambientais, que traduzem o potencial de ocupação do território para plantios florestais, com base em informações de aspectos físicos, sociais e econômicos. A matriz de dados teve como observações 21 municípios do Estado do Rio Grande do Sul, pertencentes ao Corede Celeiro com área de 4.747,23 km², e como variáveis, aspectos físicos, sociais e econômicos da região, escolhidas com base em critérios conexos à silvicultura. Aplicou-se a Análise de Componente Principais com objetivo de redundância da variação em função de um conjunto com 20 variáveis usando o software XLSTAT 2020.5.1. A elaboração de um índice silvicultural normalizado baseou-se na contribuição das variáveis (% de variância) para cada fator da ACP e nos pesos (cargas fatoriais) de cada variável. Para obter um valor normalizado, as variáveis foram associadas a critérios de favorabilidade, com base na média e desvio padrão. Por fim, os valores do conjunto de variáveis de determinado fator foram multiplicados pelo porcentual representativo da variância dos dados deste fator. O potencial de áreas para silvicultura foi categorizado na escala de 0 (Inapta) a 1 (Excelente). Conforme a análise, o critério de esfericidade de Bartlett está adequado, apontando um nível de significância de 0,0001 (valor <0,05). Constatou-se que existem 20 variâncias individuais, onde o somatório da variância acumulada é 100. Destes, o Fator 1, 2 e 3 foram responsáveis por 65,5% da variabilidade dos dados. As maiores cargas fatoriais estão relacionadas às variáveis econômicas e físicas para o Fator 1: PIB per capita (0,878), Estrutura Fundiária (-0,742), Suscetibilidade à Erosão (0,778) e Impedimento à Mecanização (0,727). Para o Fator 2, aspectos social e econômico: IDHM (0,748), Densidade Demográfica (0,732), População Estimada (0,726), e População Ocupada (0,648). Para o Fator 3, o aspecto social apresentou as maiores cargas fatoriais: Território (0,749) e População rural (0,571). Pela matriz de correlação de *Pearson* foi possível verificar que 19,04% das variáveis apresentaram correlação muito forte (0,9-1), 57,1% forte (0,7-0,9) e, 71,4% correlação moderada (0,5-0,7), com outras variáveis. Entre aquelas que apresentaram maior correlação, destaca-se Profundidade de Solo, Drenagem de Solo, Suscetibilidade à erosão e Impedimento à mecanização. Dentre as de correlação forte, o IDESE, seguido de População Estimada, IDHM e Estrutura Fundiária. Para a classe moderada, PIB per capita. Com base na metodologia aplicada, o potencial de áreas para silvicultura permitiu agrupar os municípios em três categorias: Excelente - Santo Augusto; Muito Bom - Bom Progresso, Braga, Campo Novo, Chiapetta, Coronel Bicaco, Crissiumal, Derrubadas, Humaitá, Inhacorá, Redentora, São Martinho, São Valério do Sul, Sede Nova, Tenente Portela, Tiradentes do Sul, Três Passos e Vista Gaúcha; Bom – Barra do Guarita, Esperança do Sul e Miraguaí.

Palavras-chave: Corede Celeiro; Análise Multivariada; Plantios Florestais.

CHAPTER V: DEFINITION OF THE STANDARDIZED SILVICULTURAL INDEX FOR THE IDENTIFICATION OF POTENTIAL AREAS FOR FORESTRY

ABSTRACT

Worldwide information points to the growth of the forestry sector and, consequently, demand for planted areas. Therefore, it is necessary to reach the potential of occupation of the territory focused on silviculture in the State. The Rio Grande do Sul has the Environmental Zoning of Silviculture, which is a planning tool to manage the environment, and standardize the production of forest raw materials. However, the entrepreneurial sector questions how restrictive and outdated this instrument is. Therefore, there is a need for new methods, simple and easy to apply, which include environmental characterization and integrated analysis with real and quantitative measures, which are easy to access and repeat by the agents involved in this area of knowledge. In this context, the objective was to propose a model that allows the categorization of municipalities in environmental zones, which reflect the potential of occupation of the territory for forest plantations, based on information from physical, social, and economic aspects. The data matrix had as observations 21 municipalities in the State of Rio Grande do Sul, belonging to Corede Celeiro with an area of 4,747.23 km², and as variables, physical, social and economic aspects of the region, chosen based on criteria related to forestry. Principal Component Analysis was applied with the objective of redundancy of the variation as a function of a set with 20 variables using the XLSTAT 2020.5.1 software. The elaboration of a normalized silvicultural index, was based on the contribution of the variables (% of variance) for each ACP factor and the weights (factorial loads) of each variable. To obtain a normalized value, the variables were associated with favorability criteria, based on the mean and standard. Finally, the values of the set of variables for a given factor were multiplied by the percentage representative of the variance in the data for this factor. The potential of areas for forestry was categorized on a scale from 0 (Inapt) to 1 (Excellent). According to the analysis, Bartlett's sphericity criterion is adequate, indicating a significance level of 0.0001 (value <0.05). There are 20 individual variances, where the sum of the accumulated variance is 100. Of these, Factor 1, 2, and 3 were responsible for 65.5% of the data variability. The biggest factor loads are related to the economic and physical variables for Factor 1: GDP per capita (0.878), Land Structure (-0.742), Susceptibility to Erosion (0.778), and Impediment to Mechanization (0.727). For Factor 2, social and economic aspects: MHDI (0.748), Demographic Density (0.732), Estimated Population (0.726), and Occupied Population (0.648). And for Factor 3, the social aspect had the highest factor loads: Territory (0.749) and Rural population (0.571). By the Pearson correlation matrix, it was possible to verify that 19.04% of the variables presented a very strong correlation (0.9-1), 57.1% strong (0.7-0.9) and, 71.4% moderate correlation (0.5-0.7), with other variables. Among those that showed the highest correlation, we highlight the Depth of Soil, Soil Drainage, Susceptibility to erosion, and Impediment to mechanization. Among those with strong correlation, IDESE, followed by Estimated Population, MHDI, and Land Structure. For the moderate class, GDP per capita. Based on the applied methodology, the potential of areas for forestry allowed the municipalities to be grouped into three categories: Excellent - Santo Augusto; Very Good - Bom Progresso, Braga, Campo Novo, Chiapetta, Colonel Bicaco, Crissiumal, Derrubadas, Humaitá, Inhacorá, Redeemer, São Martinho, São Valério do Sul, Sede Nova, Lieutenant Portela, Tiradentes do Sul, Três Passos, and Vista Gaúcha; Good - Barra do Guarita, Esperança do Sul, and Miraguaí.

Keywords: Corede Celeiro; Multivariate analysis; Forest Plantations.

1 INTRODUÇÃO

O setor de silvicultura, além de contribuir com o meio ambiente diminuindo a pressão que exerce sobre florestas nativas, apresenta grande influência sobre o desenvolvimento socioeconômico de regiões produtoras de árvores. Exemplo disso são os dados apresentados pela Indústria Brasileira de Árvores, que apontam a relação com o IDHM médio do Brasil em que os municípios que possuem plantios comerciais cresceram 56% enquanto a evolução desse indicador no país ficou em 47% (IBÁ, 2019). Além disso, as atividades da cadeia produtiva do setor contribuem para a geração de empregos e para investimentos em programas de inclusão social, educação e meio ambiente. No ano de 2012, o setor brasileiro de base florestal consolidou-se por ser indutor de desenvolvimento econômico e social do país, beneficiando mais de 1 milhão de pessoas em aproximadamente mil municípios localizados em regiões de influência das empresas (ABRAF, 2013).

Expandir a ocupação do território Rio-Grandense com florestas plantadas pode ser uma alternativa viável também a unidades de produção familiares, pois remete para a importância econômica que a atividade desempenha para essas regiões, agregando renda, diminuindo o êxodo rural e contribuindo com o desenvolvimento humano e a qualidade ambiental do espaço rural. Além disso, para Reiner et al. (2011), ao pensar no desenvolvimento de uma região, a inserção do componente florestal como atividade na pequena propriedade é uma alternativa de equilíbrio ao meio ambiente, que contribui para a viabilização econômica, maximizando racionalmente o uso da terra, da infraestrutura e da mão de obra.

Como descrito no Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas (PlantarFlorestas), as florestas representam um setor da economia, competitivo, fundamentado em bases sustentáveis e com grande potencial de expansão. No entanto, alguns desafios necessitam ser superados para gerar maior atratividade de investimentos para a atividade como um todo (MAPA, 2018). O potencial de exploração ou restrição aos plantios florestais em áreas no Rio Grande do Sul precisa ser revisto. Metodologias que contemplam a análise integrada de fatores estão distantes do que hoje se tem por instrumento normatizador das atividades silviculturais, conhecido como o zoneamento ambiental da silvicultura.

Áreas de aptidão potencial podem ser determinadas a partir de um modelo que incorpore um vasto conjunto de dados, desenvolvido à escala regional, como ferramenta para a avaliação de cenários alternativos de ordenamento florestal (ALBA et al., 2009). Portanto, precisa-se de novos métodos, simples e de fácil aplicação, que contemplam a caracterização ambiental e a

análise integrada com medidas reais e quantitativas, que sejam de fácil acesso e repetição pelos agentes envolvidos nesta área do conhecimento.

A elaboração de um índice que inclua o diagnóstico do setor, destacando os principais aspectos associados às florestas plantadas, incluindo levantamentos de pequenas áreas ativas de produção sem descartar a hipótese de nichos diferentes daqueles já consolidados no mercado permitirá um alinhamento ao planejamento e verificação do potencial de áreas silviculturais. Para tanto, construir um índice requer a seleção das variáveis e, posteriormente, a ponderação das mesmas, e isso é possível por meio de técnicas de análise multivariadas (SANDANIELO, 2008), de tal forma que traduzam sua importância; para isso, uma medida muito usada é a variância, que explica a informação contida na variável (KUBRUSLY, 2001).

Uma análise fatorial, por meio da técnica de Análise de Componentes Principais, seria a abordagem estatística para análise das inter-relações entre um grande número de variáveis de maneira a condensar a informação contida nelas em um conjunto menor de variáveis estatísticas, observando uma perda mínima de informação (ALENCAR, 2009; SANDANIELO, 2008). Essa técnica pode ser usada para representar, graficamente, a informação essencial contida numa matriz de dados, de objetos ou indivíduos e variáveis (DUARTE, 1997). Para Melo e Parré (2006), o desenvolvimento rural não deve ser exclusivamente econômico, pautado apenas no desenvolvimento agropecuário, mas precisa incluir também aspectos sociais e ambientais e, para isso, utilizam-se da técnica da análise fatorial dado o caráter multidimensional do conceito de desenvolvimento.

Diante do contexto, o objetivo deste capítulo foi propor um modelo que permita categorizar os municípios em zonas ambientais, que traduzem o potencial de ocupação do território para plantios florestais, com base em informações de aspectos físicos, sociais e econômicos. Buscou-se contribuir para o conhecimento da realidade dos municípios, no intuito de fornecer subsídios à investidores do setor florestal, bem como aos gestores públicos na elaboração de políticas de melhoria e determinação de metas que minimizem as desigualdades e conseqüentemente proporcione desenvolvimento regional.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A matriz de dados teve como observações 21 municípios localizados na denominada “Metade Norte” do Estado do Rio Grande do Sul (Barra do Guarita, Bom Progresso, Braga, Campo Novo, Chiapetta, Coronel Bicaco, Crissiumal, Derrubadas, Esperança do Sul, Humaitá, Inhacorá, Miraguaí, Redentora, Santo Augusto, São Martinho, São Valério do Sul, Sede Nova, Tenente Portela, Tiradentes do Sul, Três Passos e Vista Gaúcha), pertencentes ao Corede Celeiro e totalizando uma área de 4.747,23 km², e como variáveis, aspectos físicos, sociais e econômicos da região, escolhidas com base em critérios conexos à silvicultura e ao desenvolvimento regional.

2.1 PROCESSAMENTO ESTATÍSTICO

Para considerar a estrutura multivariada dos dados, foram utilizadas técnicas estatísticas multivariadas para verificar semelhanças de relação entre os municípios do Corede Celeiro com os aspectos socioeconômicos e do meio físico, na tentativa de agrupar aqueles fatores mais influentes para cada variável aplicada.

Foi utilizada a Análise de Componente Principais com objetivo de redundância da variação em função de um conjunto com 20 variáveis. Um gráfico "scree-plot" de autovalores foi criado para determinar o número de componentes (fatores) que devem ser excluídos. Esse gráfico ordena os autovalores de acordo com os principais componentes, planejando a porcentagem de variância por cada atributo. Notavelmente, essa análise de componentes deve explicar aproximadamente ou mais de 70% da variância total (HAIR et al., 2005), e essas constituem as variáveis de resposta escolhidas para a análise de componentes principais (ACP). Embora ‘p’ variáveis principais (componentes) sejam requeridas para reproduzir a variabilidade total do sistema, não raramente, uma boa parte dessa variabilidade pode estar contida num pequeno número, ‘k’, de componentes principais. Este recurso é o que garante a simplificação interpretativa dos dados, especialmente se $k \leq 3$ (JOHNSON e WICHERN, 1992).

Foi realizada a análise dos fatores, o que permite que as relações entre as variáveis sejam explicadas como um número limitado de novas variáveis extraído os principais componentes calculados a partir da matriz de correlação de Pearson entre as variáveis. A significância também será verificada pela esfericidade de Bartlett, adequada quando o valor for $< 0,05$. Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software XLSTAT 2020.5.1.

2.2 SELEÇÃO DE VARIÁVEIS

Foi considerado um conjunto de nove variáveis sociais, sete variáveis econômicas e quatro variáveis físicas para compor a matriz da estatística multivariada (Tabela 1). As informações foram obtidas de diversos bancos de dados, como do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação de Economia e Estatística (FEE), Departamento de Economia e Estatística (DEE), Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR), Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) na pesquisa de Kämpf et al. (2008), e Alaska Satellite Facility (ASF).

Tabela 1 - Matriz de dados e apresentação das variáveis consideradas para Análise de Componentes Principais.

(continua)

Variável	Abreviação	Descrição	Fonte
Aspecto Social			
Território - % [2019]	T	Porcentagem de área territorial em relação a área do Corede Celeiro	IBGE (2020)
População estimada - % [2020]	PE	Porcentagem de habitantes estimados para 2020 em relação ao total do Corede Celeiro	IBGE (2020)
Densidade demográfica - hab./km ² [2010]	DD	Número de habitantes por área do município	IBGE (2010)
População rural - % [2010]	PR	Porcentagem de habitantes residentes em zona rural em relação a população total do município	IBGE (2010)
Índice de Desenvolvimento Socioeconômico [2015]	IDESE	Índice sintético: educação, renda e saúde	FEE (2015)
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal [2010]	IDHM	Índice composto: longevidade, educação e renda	IBGE (2010)
Expectativa de vida ao nascer - anos [2010]	EVN	Valor em anos representativo do município	DEE (2010)
Coefficiente de mortalidade infantil - % [2018]	CMI	Porcentagem de óbitos por mil nascidos vivos do município	DEE (2018)
Assistência técnica - % [2017]	AT	Porcentagem de estabelecimentos agropecuários no município com apoio técnico	IBGE (2017)
Aspecto Econômico			
PIB per capita - R\$ [2017]	PIBC	Valor em R\$ por pessoa no município	IBGE (2017)
Estrutura Fundiária - % [2020]	EF	Porcentagem de pequenas propriedades no município consideradas de agricultura familiar (≤ 4 MF)	SNCR (2020)
Silvicultura (eucalipto) - % [2019]	S	Porcentagem de área (km ²) plantada com eucalipto em relação a área total do município	IBGE (2019)
Produção Florestal (lenha) - % [2019]	PFL	Porcentagem de produção (m ³) em relação ao total produzido no Corede Celeiro	IBGE (2019)
Produção Florestal (madeira em tora) - % [2019]	PFMT	Porcentagem de produção (m ³) em relação ao total produzido no Corede Celeiro	IBGE (2019)
População ocupada - % [2018]	PO	Porcentagem da população que trabalha no período, no município	IBGE (2018)
Salário de Trabalhadores Formais [2018]	STF	Salário médio mensal dos trabalhadores formais no município	IBGE (2018)
Aspecto Físico			
Profundidade de Solo - % [2008]	PS	Porcentagem de área do município com solos cuja profundidade é > 100 cm.	kämpf et al., 2008/Fepam (2008)
Drenagem de Solo - % [2008]	DS	Porcentagem de área do município com drenagens naturais aceitáveis em função do tipo de solo	kämpf et al., 2008/Fepam (2008)

Tabela 1 – Matriz de dados e apresentação das variáveis consideradas para Análise de Componentes Principais.

																				(conclusão)	
Suscetibilidade à erosão - % [2020]					SE	Porcentagem de área do município com declividades \leq 13% (Variável limitante da aptidão agrícola de terras)											ASF/Alos Palsar (2020)				
Impedimento à mecanização - % [2020]					IM	Porcentagem de área do município com declividades \leq 20% (Variável limitante da aptidão agrícola de terras)											ASF/Alos Palsar (2020)				
Municípios	T	PE	DD	PR	IDESE	IDHM	EVN	CMI	AT	PIBC	EF	S	PFL	PFMT	PO	STF	PS	DS	SE	IM	
Barra do Guarita	1,3	2,4	48,0	2,9	0,6913	0,7340	75,7	23,8	36,6	12939,6	100,0	2,5	1,3	0,3	9,7	2,1	100,0	100,0	34,5	51,6	
Bom Progresso	1,9	1,4	26,2	2,0	0,7273	0,7230	75,4	55,6	56,5	24099,8	99,1	0,9	1,6	1,4	17,4	2,1	100,0	100,0	63,2	79,8	
Braga	2,8	2,4	28,7	2,4	0,6845	0,6740	74,8	0,0	56,5	20881,0	99,2	0,5	1,4	1,4	11,8	2,1	100,0	100,0	60,9	80,1	
Campo Novo	4,6	3,2	24,6	2,3	0,7269	0,7030	73,9	27,0	72,9	36825,2	93,8	0,6	7,4	8,7	30,0	2,4	100,0	100,0	78,1	94,1	
Chiapetta	8,4	2,7	10,2	2,6	0,7830	0,7320	76,0	21,3	72,1	49021,9	90,1	0,5	9,5	2,0	18,4	2,1	100,0	100,0	82,1	95,1	
Coronel Bicaco	10,4	5,3	15,7	4,5	0,6919	0,6650	73,2	19,1	53,9	33910,1	92,4	0,8	1,9	0,1	12,3	2,3	100,0	100,0	78,6	94,7	
Crissiumal	7,7	9,8	38,9	13,3	0,7418	0,7120	75,1	7,2	43,1	23268,7	100,0	2,1	6,2	8,7	19,4	2,0	97,4	97,5	48,2	71,3	
Derrubadas	7,6	2,0	8,8	3,8	0,7278	0,7070	75,7	34,5	60,1	24725,8	100,0	1,0	3,3	5,4	11,2	2,4	100,0	100,0	41,4	61,2	
Esperança do Sul	3,1	2,1	22,1	4,0	0,6742	0,6610	72,3	0,0	34,2	21331,5	100,0	2,0	2,5	1,4	12,9	2,4	100,0	100,0	42,0	61,8	
Humaitá	2,8	3,5	36,6	3,3	0,7717	0,7380	75,2	55,6	74,2	27580,6	99,5	0,7	5,0	5,4	19,4	2,0	100,0	100,0	62,8	84,3	
Inhacorá	2,4	1,6	19,9	1,5	0,6683	0,6730	73,4	37,0	50,0	25308,6	95,6	0,2	1,7	0,9	12,9	2,1	100,0	100,0	76,0	90,3	
Miraguaí	2,8	3,6	37,2	4,6	0,7674	0,7250	75,2	29,9	39,8	23859,6	99,9	2,7	2,8	4,7	27,2	1,8	100,0	100,0	50,6	72,9	
Redentora	6,4	8,5	33,8	12,0	0,6139	0,6310	72,5	5,5	22,9	14010,2	98,4	2,7	0,8	0,1	5,9	2,1	100,0	100,0	57,8	80,6	
Santo Augusto	9,9	10,1	29,8	4,3	0,7643	0,7390	75,4	10,9	71,0	39951,2	94,3	0,2	19,0	25,3	21,0	2,2	100,0	100,0	78,8	94,7	
São Martinho	3,6	3,9	33,6	3,9	0,7842	0,7260	74,8	16,1	65,6	42530,3	99,5	3,2	4,2	1,8	25,0	2,0	100,0	100,0	66,8	85,4	
São Valério do Sul	2,3	2,0	24,5	3,6	0,6493	0,6420	74,0	31,3	80,0	19649,4	99,2	0,4	1,2	1,1	9,4	2,3	100,0	100,0	72,6	91,4	
Sede Nova	2,5	2,1	25,2	2,4	0,7374	0,7120	78,1	0,0	71,0	28832,5	98,6	0,8	3,3	0,3	15,2	2,2	100,0	100,0	69,7	87,5	
Tenente Portela	7,1	9,8	40,6	8,1	0,7235	0,7080	74,8	9,1	58,5	28174,7	99,8	3,3	7,4	5,8	23,4	2,1	100,0	100,0	46,7	67,5	
Tiradentes do Sul	5,0	4,1	27,6	7,3	0,6985	0,6890	73,9	17,2	52,6	19616,1	99,9	2,1	6,5	12,7	9,4	2,2	93,9	93,9	45,1	67,7	
Três Passos	5,7	17,4	89,3	8,2	0,7657	0,7680	76,5	3,1	47,5	31662,3	100,0	3,0	10,3	7,2	29,0	2,2	100,0	100,0	48,0	68,1	
Vista Gaúcha	1,9	2,1	31,1	3,0	0,7825	0,7570	75,3	0,0	94,4	23136,1	100,0	1,8	2,5	5,4	23,3	1,9	100,0	100,0	40,4	59,2	
Média	4,8	4,8	31,1	4,8	0,7	0,7	74,8	19,2	58,0	27205,5	98,1	1,5	4,8	4,8	17,3	2,1	99,6	99,6	59,3	78,1	
Desvio padrão	2,8	4,1	16,5	3,2	0,0	0,0	1,4	17,0	17,2	9120,9	3,0	1,1	4,3	5,9	7,1	0,2	1,4	1,4	15,1	13,5	

Variáveis do Aspecto Social

1) Território - % [2019]

• Considera a área de cada município proporcional a área total de estudo, o que permitirá entender o espaço em termos de extensão de terra e domínio intermunicipal.

2) População estimada - % [2020]

• Considera a população estimada de cada município proporcional a população total estimada da área de estudo. Este dado permite entender a dinâmica da região, em termos de disponibilidade de mão de obra, mercado de consumo de produtos silviculturais além de, ser subsídio para planejar o desenvolvimento econômico, social, político e ambiental do município.

3) Densidade demográfica - hab./km² [2010]

• Considera a distribuição da população residente pelo território de cada município, permitindo a verificação das áreas mais e menos povoadas dentro do Corede Celeiro. Este dado implica na dinâmica populacional, sendo possível analisar impactos provocados pela maior ou menor presença de indivíduos em uma determinada área e propor alternativas viáveis para reduzir os possíveis problemas relacionados à concentração populacional, seja no meio social, econômico ou ambiental.

4) População rural - % [2010]

• Considera o número de habitantes residentes em zona rural proporcional a população total do município. Este dado é importante no entendimento das atividades desenvolvidas no meio rural, como a agropecuária, o extrativismo, a silvicultura e a conservação ambiental. Quando alto, este valor torna-se indicativo de permanência do homem no campo e diminuição de problemas sociais, como o êxodo rural nos municípios, por exemplo.

5) Índice de Desenvolvimento Socioeconômico [2015]

• Considera o valor obtido do cálculo anual realizado pelo núcleo de indicadores sociais e ambientais da FEE, em que o objetivo é comparar e classificar os municípios do Rio Grande do Sul pelo seu grau de desenvolvimento socioeconômico. O valor é resultado da agregação de três blocos de indicadores: educação, renda e saúde, refletindo no diagnóstico de cada local.

6) Índice de Desenvolvimento Humano Municipal [2010]

• Considera o valor resultante de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano. Esta variável, reflete as especificidades e desafios regionais no alcance do desenvolvimento humano.

7) Expectativa de vida ao nascer - anos [2010]

• Considera o valor em anos em que os habitantes nascidos em cada município irão viver, se mantidas as mesmas condições daquele ano, o que permitirá entender a qualidade de vida dessa população.

8) Coeficiente de mortalidade infantil - % [2018]

• Considera a porcentagem de óbitos por mil nascidos vivos do município. Esta estimativa do risco de morte a que está exposta uma população de nascidos vivos em determinada área e período, antes de completar o primeiro ano de vida é um indicador de qualidade de vida e desenvolvimento por expressar a situação de saúde de uma comunidade e as desigualdades de saúde entre grupos sociais e regiões.

9) Assistência técnica - % [2017]

• Considera a porcentagem de estabelecimentos agropecuários no município com apoio técnico. Pois o acompanhamento técnico nas propriedades contribui para permanência do homem do campo, induz a uma maior produtividade, diversidade de culturas e conseqüentemente melhor qualidade de vida.

Variáveis do Aspecto Econômico

1) PIB per capita - R\$ [2017]

- Considera o valor obtido da soma das riquezas geradas no município dividida pela população do mesmo. Valores altos induzem a ascensão da economia, e maior é a renda de um determinado lugar. Então, podemos dizer que este crescimento está diretamente relacionado com a geração de empregos, visto a demanda por serviços e produtos, assim como o aumento do número de empresas e possíveis investimentos.

2) Estrutura Fundiária - % [2020]

- Considera a porcentagem de pequenas propriedades no município consideradas de agricultura familiar (≤ 4 MF). Para o cálculo desta variável, foi considerado o Módulo Fiscal (MF) em que cada município se enquadra, obtido no relatório de índices básico do Sistema Nacional de Cadastro Rural do ano de 2013 e as matrículas por município junto ao do Sistema Nacional de Cadastro Rural para o ano de 2020.

3) Silvicultura (eucalipto) - % [2019]

- Considera a área de plantios com a espécie eucalipto proporcional a área total do município, o que permitirá entender o espaço em termos de potencial para novos plantios.

4) Produção Florestal (lenha) - % [2019]

- Considera o valor de produção (m^3) proporcional ao total produzido no Corede Celeiro, visto que valores altos manifestam a demanda por produto no município ou região.

5) Produção Florestal (madeira em tora) - % [2019]

- Considera o valor de produção (m^3) proporcional ao total produzido no Corede Celeiro, visto que valores altos manifestam a demanda por produto no município ou região.

6) População ocupada - % [2018]

- Considera a porcentagem da população que trabalha para um empregador ou mais, cumprindo uma jornada de trabalho, recebendo em contrapartida uma remuneração em dinheiro ou outra forma de pagamento no período. Quanto mais alta for a porcentagem desta variável em um município, menos mão de obra disponível no mercado há.

7) Salário de Trabalhadores Formais [2018]

- Considera o número de salários dos trabalhadores em média ao mês em cada município. Quanto maior for a remuneração, a tendência por demanda de produtos aumenta e por consequência investimentos no setor florestal.

Variáveis do Aspecto Físico

1) Profundidade de Solo - % [2008]

- Considera a percentagem de área do município com solos cuja profundidade é > 100 cm. Este critério teve pro base a classificação de Flores et al. (2009), em que categoriza solos profundos a muito profundos a partir de 100 cm de profundidade, o que seria o ideal para espécies florestais, pois estes são os solos com maior capacidade de produção.

2) Drenagem de Solo - % [2008]

- Considera a percentagem de área do município com drenagens naturais aceitáveis em função do tipo de solo. Este critério teve pro base a classificação de Dos Santos et al. (2015), em que descreve a drenagem do perfil de solo desde muito mal drenado até excessivamente drenado. Para a espécie aqui considerada (eucalipto) optou-se por perfis moderadamente, bem e acentuadamente drenados.

3) Suscetibilidade à erosão - % [2020]

- Considera a percentagem de área do município com declividades $\leq 13\%$. Adotou-se estas percentagens de declividade baseado no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras de Ramalho Filho e Beek (1994), com vistas à silvicultura, e o MDE de resolução 12,5m foi obtido do sensor Alos Palsar (2020).

4) Impedimento à mecanização - % [2020]

- Considera a percentagem de área do município com declividades $\leq 20\%$. Adotou-se estas percentagens de declividade baseado no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras de Ramalho Filho e Beek (1994), com vistas à silvicultura, e o MDE de resolução 12,5m foi obtido do sensor Alos Palsar (2020).

2.3 PESOS DE VARIÁVEIS

Neste item, o objetivo foi obter pesos que traduzam a importância das variáveis. Os pesos relacionados as variáveis são construídos de acordo com o escore de cada variável submetido à análise de variância na estatística multivariada pela ACP. Assim, o peso de cada variável é igual a divisão do Autovetor desta variável pela raiz quadrada do autovalor (total de variáveis) (Tabela 2).

Tabela 2 - Representação da construção dos pesos das variáveis na análise multivariada.

Autovalor	Variáveis	F1	F2	F3	Pesos
	x1	Auto vetor 1	-	-	$P(x1) = (\text{Autovetor } 1/\sqrt{\text{Autovalor}})$
	x2	-	-	Auto vetor 2	$P(x2) = (\text{Autovetor } 2/\sqrt{\text{Autovalor}})$
Número de variáveis	x3	Auto vetor 3	-	-	$P(x3) = (\text{Autovetor } 3/\sqrt{\text{Autovalor}})$
	x4	-	Auto vetor 4	-	$P(x4) = (\text{Autovetor } 4/\sqrt{\text{Autovalor}})$
	x5	Auto vetor 5		-	$P(x5) = (\text{Autovetor } 5/\sqrt{\text{Autovalor}})$
		-	$P(x...) = (\text{Autovetor } .../\sqrt{\text{Autovalor}})$
	xn	-	Auto vetor n	-	$P(xn) = (\text{Autovetor } n/\sqrt{\text{Autovalor}})$
	Variância (%)	x	x	x	
	Variância acumulada (%)	x	x	x	-

2.4 METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DO ISNIAPS

A elaboração do Índice Silvicultural Normalizado baseou-se na contribuição das variáveis (% de variância) para cada fator da ACP e nos pesos (cargas fatoriais) de cada variável. Assim, para cada município associamos um valor de ISN de cada variável (Equação 1).

$$ISN_j = \sum a_i \cdot x_{ij} \quad (1)$$

Em que:

ISN_j = é valor normalizado para i-ésima variável para o j-ésimo município;

x_{ij} = é o valor da variável normalizada da i-ésima variável observada para o j-ésimo município;

a_i = é o peso da i-ésima variável (importância da variável na construção do índice).

Para obter um valor normalizado, as variáveis foram ponderadas pela média e desvio padrão e categorizadas numa escala de favorabilidade com valores de 0,25; 0,5; 0,75; e 1, distribuídos de acordo com os critérios conexos à silvicultura, ou seja, quanto mais perto de 1 o valor, mais favorável é a variável analisada para o potencial de plantio no índice (Tabela 3).

Por fim, o conjunto de variáveis de determinado fator, foram multiplicadas pelo percentual representativo da variância dos dados deste fator, obtendo-se então o ISNIAPS (Equação 2).

$$ISNIAPS = ((\sum ISNF_1 * VPF_1) + (\sum ISNF_2 * VPF_2) + \dots + (\sum ISNF_n * VPF_n)) / 100 \quad (2)$$

Em que:

ISNIAPS = Índice Silvicultural Normalizado para Identificação de Áreas Potenciais à Silvicultura para o j-ésimo município;

$\sum ISNF_n$ = somatório do valor normalizado das variáveis representativas de cada fator para o j-ésimo município;

VPF_n = valor percentual ajustado representativo da variância de cada fator para o j-ésimo município.

Tabela 3 - Descrição dos critérios adotados para cada variável utilizada na construção do Índice Silvicultura Normalizado para Identificação de Áreas Potenciais a Silvicultura.

(continua)

Variável	Abreviação	Critério de Favorabilidade de Áreas
Território - % [2019]	T	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois indica que há mais áreas para plantio
População estimada - % [2020]	PE	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois implicará num maior consumo de produtos florestais, maior disponibilidade de mão de obra, entre outros
Densidade demográfica - hab./km ² [2010]	DD	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois indica mais áreas para plantios
População rural - % [2010]	PR	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois indica permanência do homem no campo e suas atividades
Índice de Desenvolvimento Socioeconômico [2015]	IDESE	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois indica maior desenvolvimento Socioeconômico e com isso a atratividade por investimentos
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal [2010]	IDHM	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois indica maior desenvolvimento e com isso a atratividade por investimentos
Expectativa de vida ao nascer - anos [2010]	EVN	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois indica a qualidade de vida no município e com isso a atratividade por investimentos
Coefficiente de mortalidade infantil - % [2018]	CMI	Quanto mais próximo de 1 menos favorável, pois indica situação de vulnerabilidade e ambiente hostil
Assistência técnica - % [2017]	AT	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois o acompanhamento técnico nas propriedades contribui para permanência do homem do campo, no campo com qualidade
PIB per capita - R\$ [2017]	PIBC	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois implicará na disponibilidade de capital a ser investido
Estrutura Fundiária - % [2020]	EF	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois poderá fomentar o setor silvicultural pela diversidade de atividades na propriedade
Silvicultura (eucalipto) - % [2019]	S	Quanto mais próximo de 1 menos favorável, pois menor a quantidade de área disponível
Produção Florestal (lenha) - % [2019]	PFL	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois há um indicativo de oferta/demanda
Produção Florestal (madeira em tora) - % [2019]	PFMT	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois há um indicativo de oferta/demanda
População ocupada - % [2018]	PO	Quanto mais próximo de 1 menos favorável, pois menos mão de obra estará disponível
Salário de Trabalhadores Formais [2018]	STF	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois potencializa investimentos e/ou consumo de produtos florestais
Profundidade de Solo - % [2008]	PS	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois indica maiores condições para plantios em relação a profundidade do solo

Tabela 3 – Descrição dos critérios adotados para cada variável utilizada na construção do Índice Silvicultura Normalizado para Identificação de Áreas Potenciais a Silvicultura.

		(conclusão)
Drenagem de Solo - % [2008]	D S	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois indica maiores condições para plantios em relação as drenagens naturais
Suscetibilidade à erosão - % [2020]	SE	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois há mais áreas com condições para plantios em declividades menores
Impedimento à mecanização - % [2020]	I M	Quanto mais próximo de 1 mais favorável, pois há mais áreas com condições para plantios em declividades menores

Categorizamos o potencial de áreas para silvicultura na escala de 0 a 1 (Tabela 4). Quanto mais próximo o ISNIAPS de 1, mais adepto a introdução de plantios florestais no município.

Tabela 4 - Categorias representativas do potencial de áreas para o Índice Silvicultural Normalizado.

ISNIAPS	Potencial de Áreas
0,75 – 1	Excelente
0,5 – 0,75	Muito Bom
0,25 – 0,5	Bom
0,01 – 0,25	Baixo
0	Inapta

Em função dos critérios adotados na formação desse índice, a categorização do potencial de áreas leva em consideração a análise em escala municipal, o que não significa que todo território contemplará esta classe. Contudo, dessa forma será possível entender o grau de similaridade entre municípios e a particularização de investimentos dependerá das características de cada ambiente e de fatores restritivos, aqui não levados em consideração, como áreas de preservação, por exemplo. As classes foram definidas:

- Potencial de áreas categorizadas como ‘Excelentes’ - são aquelas áreas que apresentam alto potencial para plantios florestais, face ao bom desempenho em todas as variáveis analisadas;
- Potencial de áreas categorizadas como ‘Muito bom’ - são aquelas áreas que apresentam elevado potencial para plantios florestais, mas há algum fator limitante entre as variáveis;
- Potencial de áreas categorizadas como ‘Bom’ - são aquelas que apresentam um potencial bom para introdução de plantios florestais; no entanto, apresentam índices moderados no aspecto social, econômico e físico;
- Potencial de áreas categorizadas como ‘Baixo’ - são aquelas áreas que apresentam limitações para a introdução de plantios florestais. Essas limitações estão associadas aos recursos do ambiente (físicos) e ao reflexo das condições sociais e econômicas pouco estruturadas, com baixo retorno ou benefício para o município;
- Potencial de áreas categorizadas como ‘Inapto’ - são aquelas que apresentam condições que excluem a utilização de áreas para plantios florestais. Essas áreas

classificadas como inaptas para silvicultura e têm como alternativa serem indicadas para a preservação da flora e da fauna, recreação ou algum outro tipo de uso do solo.

O enquadramento das áreas em classes de aptidão resulta da interação de variáveis que explicam as condições socioeconômicas e físicas de cada município, ou seja, os municípios que se enquadram numa determinada classe de aptidão são similares quanto ao grau de significância da estatística.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

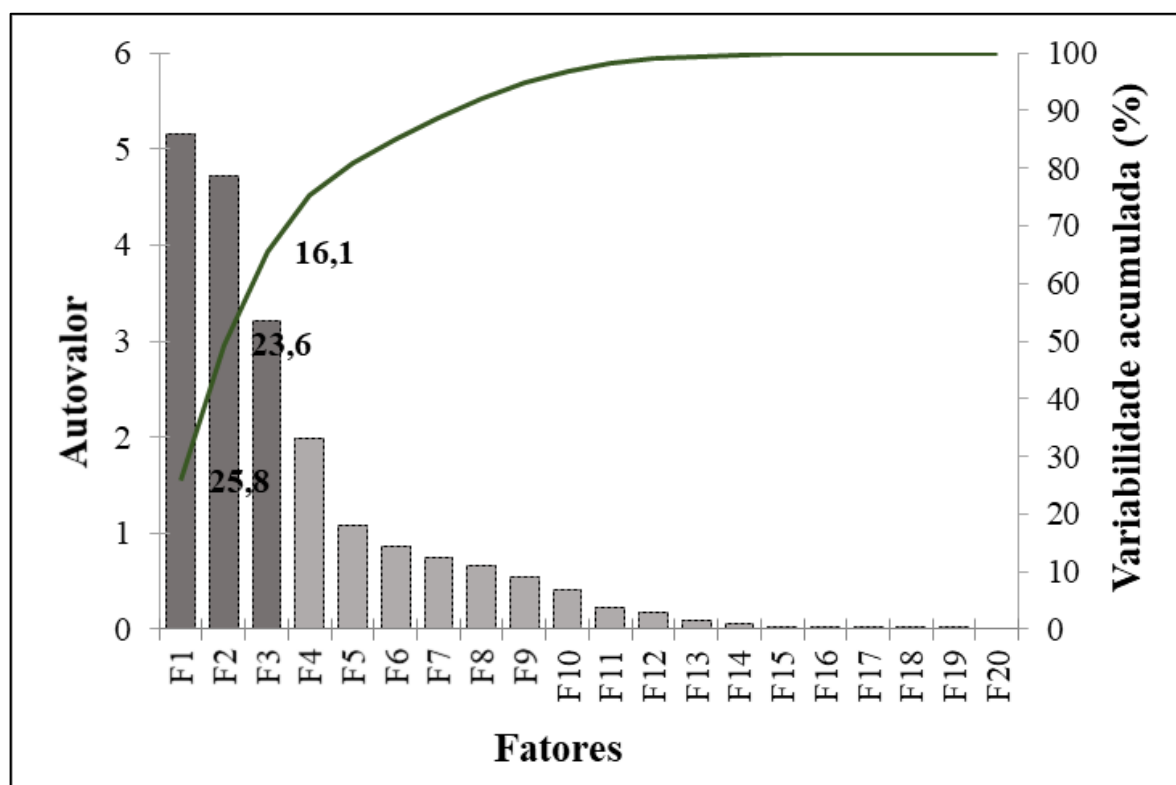
Com base nos resultados obtidos pela técnica dos componentes principais, o critério de esfericidade de Bartlett está adequado, apontando um nível de significância de 0,0001 (valor <0,05). Constatou-se que existem 20 variâncias individuais, onde o somatório da variância acumulada é 100. Os respectivos autovalores e porcentagens da variância explicada por cada um estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Autovalores e porcentagens da variância explicada e acumulada pelos componentes da análise multivariada.

Fator	Autovalor	Variabilidade (%)	Variabilidade cumulada (%)
F1	5,16	25,78	25,78
F2	4,73	23,63	49,42
F3	3,21	16,06	65,47
F4	1,99	9,95	75,42
F5	1,09	5,44	80,86
F6	0,86	4,28	85,15
F7	0,74	3,70	88,84
F8	0,66	3,32	92,17
F9	0,54	2,68	94,85
F10	0,41	2,07	96,92
F11	0,23	1,17	98,09
F12	0,17	0,85	98,94
F13	0,09	0,47	99,41
F14	0,06	0,32	99,73
F15	0,03	0,16	99,89
F16	0,01	0,07	99,96
F17	0,00	0,02	99,99
F18	0,00	0,01	100,00
F19	0,00	0,00	100,00
F20	0,00	0,00	100,00

A variância está representada pelos autovalores em cada um dos fatores determinados pela ACP. Destes, o Fator 1, 2 e 3 foram responsáveis por 65,5% da variabilidade dos dados (Figura 1).

Figura 1 - Gráfico de explicação da proporção de variação de cada componente principal.



Os três primeiros fatores apresentam variabilidade que correspondem a 25,8%, 23,6%, e 16,1% respectivamente, da variância total, explicada pelos autovalores do modelo, ou seja, explicam juntos os 65,5% das variações das medidas originais sobre os aspectos socioeconômicos e físicos do Corede Celeiro. Em seguida, ocorre estabilização do gráfico, e as demais componentes (fatores) apresentam menor importância relativa e explicam pouco da variabilidade dos dados (<10%), não sendo aconselhável incluí-las na análise. A baixa variabilidade de algumas características indica que elas contribuem pouco para a discriminação entre os indivíduos. Também, para a determinação do número de fatores, verificou-se que os três primeiros gerados a partir desta análise possuem autovalores maiores que 1 ($\lambda_i > 1$) (KAISER, 1958; FRAGA et al., 2015). Portanto, os três primeiros fatores resumem efetivamente a variância amostral total e podem ser utilizados para o estudo do conjunto de dados.

Ao utilizar componente principais como parâmetros em modelos logísticos para a predição de classes de solos em áreas não mapeadas, Caten et al. (2009) identificaram que as três primeiras componentes foram responsáveis por cerca de 65,57% da variabilidade de um conjunto de nove atributos do terreno. Este resultado é muito semelhante ao reportado pela Figura 1, onde as três primeiras componentes acumulam cerca de 65,5% da variância. Outro trabalho que traz valores semelhante é o de Assis Silva et al. (2010), em que 65,55% da variância dos dados é explicada nas três primeiras componentes ao analisar variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo húmico cultivado com café.

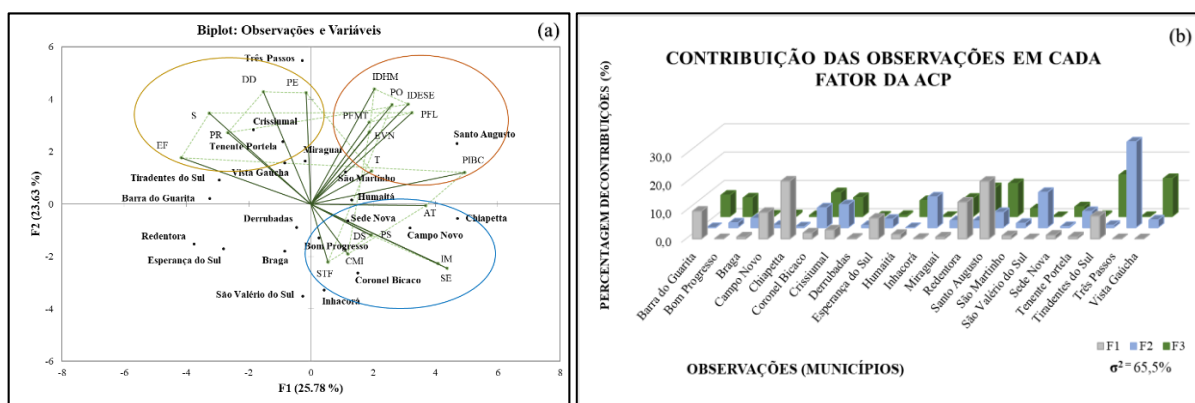
Ao analisar a dinâmica do desenvolvimento socioeconômico nos municípios do estado do Pará nos anos de 2000 e 2010, ao aplicar ACP, Pereira et al. (2016) obtiveram 75,38% da variabilidade dos dados explicadas nas duas primeiras componentes. Duas combinações lineares explicaram 99,7% de toda a variabilidade dos dados submetidos a ACP para quantificar a diferença existente entre os municípios do estado de São Paulo quanto ao perfil sociodemográfico e econômico (DE MARIA et al., 2017).

Pela matriz de correlação de Pearson foi possível verificar que 19,04% das variáveis apresentaram correlação muito forte (0.9-1), 57.1% forte (0.7-0.9), 71.4% correlação moderada (0.5-0.7), e 100% fraca (0.3-0.5) (Tabela 6). Entre as que apresentaram maior correlação, destaca-se Profundidade de Solo, Drenagem de Solo, Suscetibilidade à erosão e Impedimento à mecanização. Dentre as de correlação forte, o IDESE seguido de População Estimada, IDHM e Estrutura Fundiária. Para a classe moderada, PIB per capita.

Entre as utilizações do círculo unitário, uma seria a sobreposição deste sobre o primeiro plano fatorial, permitindo identificar visualmente a relação das variáveis com os municípios em estudo (Figura 2a).

Por meio do gráfico na Figura 2a, é possível verificar uma projeção das variáveis no espaço de fatores. Nessa espacialização (Fator 1 x Fator 2), observam-se três agrupamentos de variáveis e quais os municípios que apresentam maior proximidade com cada um deles. Em alguns casos houve sobreposição de variáveis (PS/DS e SE/IM). Isso mostra que essas possuem a mesma representatividade no gráfico, estão presentes no mesmo quadrante e causam maior influência nos municípios de Humaitá, Sede Nova, Chiapetta, Campo Novo, Bom Progresso e Coronel Bicaco.

Figura 2 - Implicações da análise multivariada: (a) Diagrama de dispersão circular indicando as correlações entre observações e variáveis para dois componentes principais (Fator 1 x Fator 2); (b) Distribuição do percentual de contribuição dos municípios nos três primeiros fatores, considerados para esta análise.



O fator em comum entre as variáveis SE e IM é o relevo, base para sua determinação. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação da Aptidão Agrícola (Ramalho Filho e Beek, 1994), relevos acentuados potencializam a suscetibilidade erosiva e o impedimento da mecanização, o que limita a aptidão agrícola para Silvicultura nestas áreas. Corroborando, Flores et al. (2009), explica que quanto mais íngreme for o terreno, menor a possibilidade de infiltração da água no solo e, conseqüentemente, maior a quantidade de água que escoar na superfície do solo e maior a energia cinética produzida, potencializando o processo erosivo. Ao estimar perdas potenciais de solo, foi verificado por Weiler et al. (2019) que os maiores valores estão em áreas localizadas nas regiões de maior declive e nas encostas.

Setas próximas ao círculo representam variáveis de grande importância para o conjunto amostral, com maior contribuição em relação às variáveis que estão mais afastadas. Contudo, algumas informações são transportadas em outros eixos, e qualquer interpretação pode ser arriscada. Por exemplo, podemos ser tentados a interpretar uma correlação entre as variáveis PS, DS, STF, CMI embora, de fato, não haja nenhuma. Isso pode ser confirmado olhando para a matriz de correlação.

Tabela 6 – Matriz de Correlação de Pearson (n) para as variáveis empregadas na análise fatorial e categorização da correlação entre variáveis.

(continua)

Variáveis	T	PE	DD	PR	IDESE	IDHM	EVN	CMI	AT	PIBC	EF	S	PFL	PFMT	PO	STF	PS	DS	SE	IM
T	1																			
PE	0,524	1																		
DD	-0,134	0,737	1																	
PR	0,441	0,705	0,410	1																
IDESE	0,106	0,153	0,199	-0,170	1															
IDHM	-0,032	0,258	0,458	-0,147	0,891	1														
EVN	-0,083	0,103	0,272	-0,196	0,650	0,731	1													
CMI	-0,212	-0,396	-0,243	-0,386	0,060	0,066	-0,014	1												
AT	-0,067	-0,267	-0,257	-0,506	0,503	0,357	0,382	0,134	1											
PIBC	0,479	0,154	-0,142	-0,248	0,641	0,399	0,268	0,015	0,467	1										
EF	-0,534	0,059	0,440	0,278	-0,073	0,075	0,104	-0,091	-0,232	-0,678	1									
S	-0,048	0,448	0,595	0,573	0,090	0,186	-0,050	-0,352	-0,483	-0,220	0,550	1								
PFL	0,578	0,579	0,227	0,150	0,511	0,488	0,288	-0,170	0,249	0,618	-0,365	-0,078	1							
PFMT	0,445	0,441	0,142	0,199	0,366	0,368	0,124	-0,103	0,216	0,280	-0,113	-0,089	0,857	1						
PO	0,039	0,364	0,422	-0,034	0,766	0,687	0,345	-0,023	0,326	0,566	-0,063	0,247	0,479	0,338	1					
STF	0,283	-0,036	-0,273	-0,143	-0,412	-0,409	-0,248	-0,046	0,001	0,068	-0,253	-0,352	0,097	0,057	-0,300	1				
PS	-0,111	-0,077	0,002	-0,409	0,071	0,082	0,124	0,090	0,142	0,218	-0,194	-0,165	-0,118	-0,352	0,214	0,005	1			
DS	-0,109	-0,074	0,004	-0,404	0,073	0,082	0,125	0,089	0,140	0,218	-0,193	-0,165	-0,117	-0,352	0,216	0,003	1,000	1		
SE	0,258	-0,121	-0,396	-0,352	0,023	-0,196	-0,045	0,235	0,376	0,635	-0,790	-0,659	0,250	0,045	0,078	0,176	0,268	0,267	1	
IM	0,275	-0,068	-0,366	-0,248	0,003	-0,244	-0,078	0,223	0,343	0,596	-0,727	-0,614	0,244	0,067	0,078	0,141	0,211	0,211	0,987	1

Os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância $\alpha=0.05$

Tabela 6 – Matriz de Correlação de Pearson (n) para as variáveis empregadas na análise fatorial e categorização da correlação entre variáveis.

		(conclusão)
Correlação	Variáveis	
Muito forte	PS/DS; SE/IM	
Forte	IDHM/IDESE; PFL/PFMT; SE/EF; IDESE/PO; DD/PE; IDHM/EVN; EF/IM; PE/PR	
Moderada	IDHM/PO; PIBC/EF; SE/S; IDESE/EVN; PIBC/IDESE; PIBC/SE; PIBC/PFL; IM/S; PIBC/IM; PE/PFL; PFL/T; S/PR; PIBC/PO; EF/S; EF/T; PE/T; IDESE/PFL; AT/PR; AT/IDESE	
Fraca	IDHM/PFL; AT/S; PIBC/T; PO/PFL; PIBC/AT; IDHM/DD; PE/S; T/PFMT; PE/PFMT; T/PR; EF/DD; IDESE/STF; DD/PR; IDHM/STF; PR/PS; PR/DS; PIBC/IDHM; SE/DD; PE/CMI; PR/CMI; AT/EVN; SE/AT; IDHM/PFMT; IDESE/PFMT; IM/DD; EF/PFL; PE/PO; AT/IDHM; PS/PFMT; DS/PFMT; SE/PR; S/CMI; S/STF; PO/EVN; IM/AT; PO/PFMT; AT/PO	

Quando duas variáveis estão longe do centro, então: se elas estão próximas uma da outra, elas são significativamente positivas e correlacionadas (n próximo de 1), como exemplo temos IDESE/PO (0,76602), IDESE/IDHM (0,89088) e PO/IDHM (0,68667); se forem ortogonais, não são correlacionados (n próximo de 0), por exemplo, AT/T (-0,06732) e AT/STF (0,00085); e se estiverem no lado oposto do centro, então eles estão significativamente correlacionadas negativamente (n próximo a -1), como exemplo EF/IM (-0,72697), EF/SE (-0,78956), EF/PIBC (-0,0677) e EF/T (-0,05).

População Rural e Silvicultura (PR/S) apresentam relação linear positiva moderada. Quando uma aumenta a outra tende a aumentar também, mesmo que de forma não acentuada. Pela distribuição no gráfico os municípios próximos a essas variáveis são Tenente Portela, Crissiumal, Três Passos e Vista Gaúcha. Para Pinto Junior e Ahrens (2014), atividades da cadeia produtiva das plantações florestais promove a geração de empregos e renda na área rural, auxiliando na redução do êxodo rural. O uso da eucaliptocultura em zonas rurais do Planalto Norte Catarinense, por exemplo, se mostra como potencial alternativo para o uso diversificado do solo, promovendo o desenvolvimento regional mais sustentável (Andrejow et al., 2018).

Para as variáveis em direções opostas, ocorre proporcionalidade, onde à medida que um fator aumenta o outro diminui, como é o caso do PIBC/EF. Quanto mais baixos os valores da estrutura fundiária em cada município, maiores serão os valores monetários percapita. Dentre os municípios do Corede, Chiapetta é exemplo, pois apresenta o maior valor de PIBC da região ao mesmo tempo que a menor porcentagem de pequenas propriedades consideradas de agricultura familiar.

Comumente, regiões com maior concentração de pequenas propriedades quando comparadas aos latifúndios, apresentam escassa tecnologia associada às áreas de produção alinhada à utilização da mão de obra familiar e, por consequência, menor rentabilidade dessas áreas. Ao avaliar fatores que são determinantes na formação da renda bruta de propriedades rurais, Da Silva et al. (2008) concluíram que o tamanho das propriedades é importante para a formação da renda.

Em relação ao gráfico da Figura 2b, os municípios estão dispostos de acordo com a influência que exercem em cada fator, ou seja, cada observação possui uma porcentagem de contribuição por fator. Alguns municípios como Barra do Guarita, Coronel Bicaco, Crissiumal e Redentora apresentam distribuição do percentual de contribuição entre os fatores equilibrado, pelos menos em dois deles, o que leva a pensar na proximidade com variáveis de diferentes eixos. O máximo de contribuição para o nível de variância aqui representado foi de 30% com o município de Três Passos para o Fator 2.

Com base na análise anterior e para dar início à elaboração do índice silvicultural normalizado para identificação de áreas potenciais à silvicultura, por meio da análise de componentes principais, foi proposto calcular os pesos correspondentes de acordo com as cargas fatoriais a que cada variável está associada (Tabela 7).

Os valores em negrito identificam as variáveis com os maiores carregamentos dentro e entre os fatores. Isto é, aquelas que mais influência exercem sobre o fator e sobre a variância amostral total, respectivamente. As maiores cargas fatoriais estão relacionadas às variáveis econômicas e físicas para o Fator 1: PIB per capita (0,87826), Estrutura Fundiária (-0,74190), Suscetibilidade à Erosão (0,77819) e Impedimento à Mecanização (0,727705). Para o Fator 2, aspectos social e econômico: IDHM (0,74804), Densidade Demográfica (0,73200), População Estimada (0,72567) e População Ocupada (0,64787). Para o Fator 3, o aspecto social apresentou as maiores cargas fatoriais: Território (0,74885) e População rural (0,57146).

Cada variável foi normalizada e categorizada na escala de favorabilidade levando em consideração seu conjunto amostral (Tabela 8). Para entendimento do cálculo, por exemplo, o PIBC apresentou média de 27.205,5 e desvio padrão de 9.120,9. Para normalizar os dados dos municípios, foram criadas faixas em que valores de PIBC menores do que 18.084,6 foram categorizados em 0,25; 18.084,6 – 27.205,4 na categoria 0,5 (média - desvio padrão); 27.205,4 – 36.326,4 em 0,75 (média + desvio padrão) e valores maiores que 36.326,4 em 1. O critério adotado para esta variável, neste caso, foi quanto mais perto de 1 o valor, maior a contribuição/favorabilidade da variável analisada para o índice.

Ao considerar as restrições físicas nos municípios, as áreas consideradas adequadas aos plantios são reduzidas. Isso não significa que elas não possam ser ocupadas, mas os riscos fora dessas são sempre maiores. Outrossim, também não quer dizer que nas regiões onde são recomendadas não existam riscos. Cada município apresentou limitações em função das variáveis testadas; contudo, a classificação geral mostrou altos níveis de potencial silvicultural para seus territórios (Tabela 9 e Figura 3). De acordo com ISNIAPS, a porcentagem de municípios classificados com potencial de áreas Muito Bom, ultrapassa os 80%. Cabe ressaltar que todos foram categorizados com elevado potencial, seja na classe de bom, muito bom ou excelente, não havendo assim restrições significativas. Não houve municípios categorizados com potencial de áreas ‘Baixo’ ou ‘Inapto’, considerando as condições impostas para este estudo.

Tabela 7 - Valores das cargas fatoriais e percentual da contribuição das variáveis para os três primeiros fatores da análise multivariada, bem como os pesos associados as variáveis.

Autovalor	Variáveis	Cargas Fatoriais			Contribuições das Variáveis (%)			Pesos
		F1	F2	F3	F1	F2	F3	
20	T	0,34681	0,21510	0,74885	2,33	0,98	17,46	0,16745
	PE	-0,02796	0,72567	0,45743	0,02	11,14	6,52	0,16226
	DD	-0,27320	0,73200	-0,11877	1,45	11,34	0,44	0,16368
	PR	-0,47511	0,46537	0,57146	4,38	4,58	10,17	0,12778
	IDESE	0,55649	0,64977	-0,36744	6,01	8,93	4,20	0,14529
	IDHM	0,36398	0,74804	-0,45537	2,57	11,84	6,46	0,16727
	EVN	0,33430	0,46828	-0,46066	2,17	4,64	6,61	0,10471
	CMI	0,21005	-0,32650	-0,30020	0,86	2,26	2,81	-0,07301
	AT	0,65718	-0,00978	-0,30122	8,38	0,00	2,83	0,14695
	PIBC	0,87826	0,20498	0,11579	14,96	0,89	0,42	0,19638
	EF	-0,74190	0,30142	-0,37493	10,67	1,92	4,38	-0,16589
	S	-0,58285	0,59310	-0,04865	6,59	7,44	0,07	0,13262
	PFL	0,57873	0,59461	0,42214	6,50	7,48	5,55	0,13296
	PFMT	0,33435	0,53413	0,44195	2,17	6,04	6,08	0,11943
	PO	0,46470	0,64787	-0,26335	4,19	8,88	2,16	0,14487
	STF	0,09635	-0,37909	0,43124	0,18	3,04	5,79	0,09643
	PS	0,34480	-0,20461	-0,47374	2,31	0,89	6,99	-0,10593
	DS	0,34413	-0,20223	-0,47266	2,30	0,87	6,96	-0,10569
	SE	0,77819	-0,41683	0,22992	11,74	3,68	1,65	0,17401
	IM	0,72705	-0,38794	0,28196	10,25	3,18	2,48	0,16257
Variância (%)		25,78	23,63	16,06	-	-	-	-
Variância acumulada (%)		25,78	49,42	65,47	-	-	-	-
Valores Proporcionais - VPF (%)		39,39	36,03	24,58	-	-	-	-

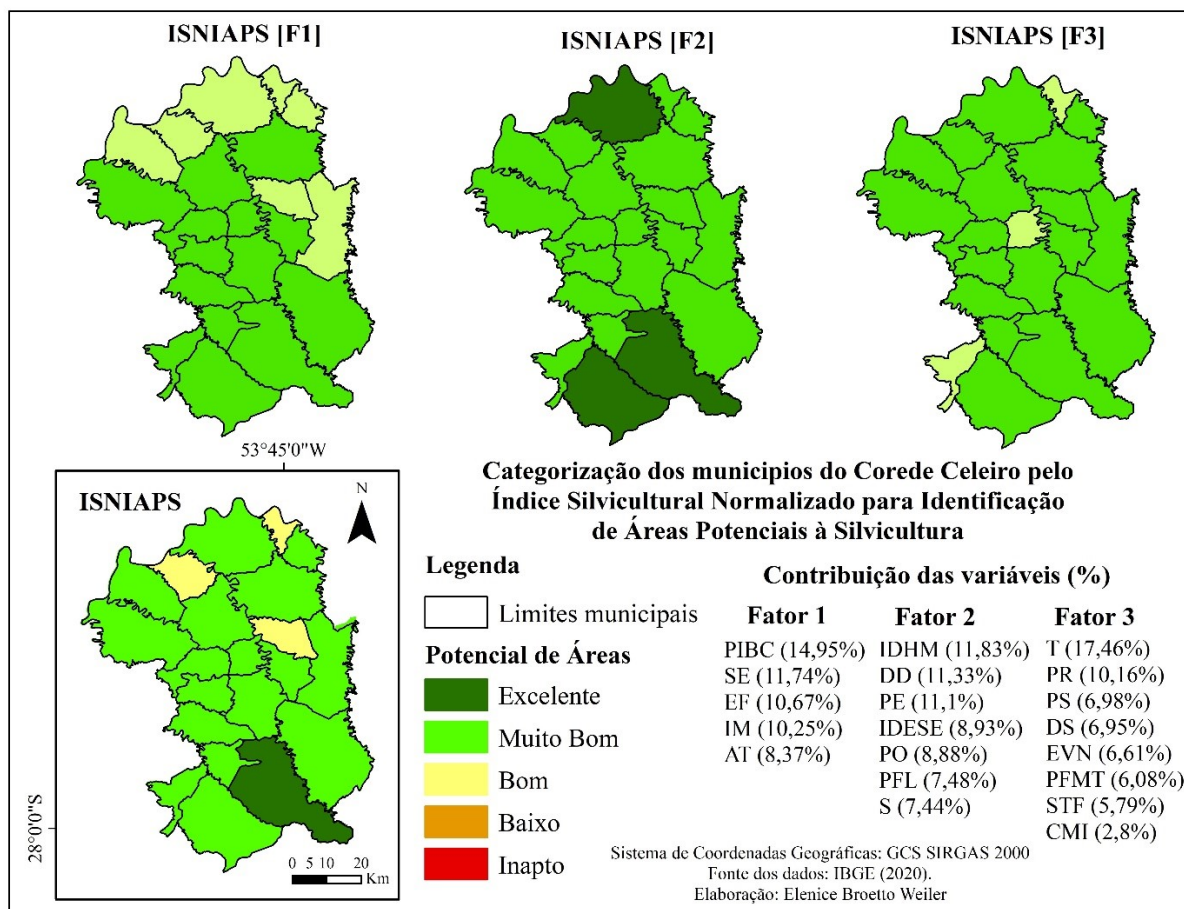
Tabela 8 - Variáveis normalizadas com valores de acordo com os critérios estabelecidos pela média e desvio padrão, na escala de favorabilidade de 0 a 1.

Município	Escala de Favorabilidade																			
	PIBC	SE	IM	AT	EF	IDHM	DD	PE	IDESE	PO	PFL	S	PFMT	EVN	CMI	T	PR	PS	DS	STF
Barra do Guarita	0,25	0,25	0,25	0,25	1	0,75	0,25	0,5	0,5	1	0,5	0,50	0,5	0,75	0,5	0,25	0,5	0,75	0,75	0,5
Bom Progresso	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	0,5	0,5	0,75	0,5	0,75	0,25	0,25	0,5	0,75	0,75	0,5
Braga	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5	0,5	0,75	0,5	1,00	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,75	0,75	0,5
Campo Novo	1	1	1	0,75	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	0,25	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	1
Chiapetta	1	1	1	0,75	0,25	0,75	1	0,5	1	0,5	1	0,75	0,5	0,75	0,5	1	0,5	0,75	0,75	0,5
Coronel Bicaco	0,75	1	1	0,5	0,25	0,25	0,75	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5	0,25	0,75	1	0,5	0,75	0,75	0,75
Crissiumal	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,75	0,5	1	0,75	0,5	0,75	0,50	0,75	0,75	0,75	1	1	0,25	0,25	0,5
Derrubadas	0,5	0,25	0,25	0,75	1	0,75	1	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75	0,75	1
Esperança do Sul	0,5	0,25	0,25	0,25	1	0,25	0,75	0,5	0,25	0,75	0,5	0,50	0,5	0,25	1	0,5	0,5	0,75	0,75	1
Humaitá	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	1	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,25	0,5	0,5	0,75	0,75	0,5
Inhacorá	0,5	1	0,75	0,5	0,5	0,5	0,75	0,5	0,25	0,75	0,5	1,00	0,5	0,25	0,25	0,5	0,5	0,75	0,75	0,5
Miraguai	0,5	0,5	0,5	0,25	0,75	0,75	0,5	0,5	0,75	0,25	0,5	0,25	0,5	0,75	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,25
Redentora	0,25	0,5	0,75	0,25	0,75	0,25	0,5	0,75	0,25	1	0,5	0,25	0,5	0,25	0,75	0,75	1	0,75	0,75	0,5
Santo Augusto	1	1	1	0,75	0,25	0,75	0,75	1	0,75	0,5	1	1,00	1	0,75	0,75	1	0,5	0,75	0,75	0,75
São Martinho	1	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	1	0,25	0,5	0,25	0,5	0,5	0,75	0,5	0,5	0,75	0,75	0,5
São Valério do Sul	0,5	0,75	0,75	1	0,75	0,25	0,75	0,5	0,25	1	0,5	1,00	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75
Sede Nova	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	0,5	1	1	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75
Tenente Portela	0,75	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,5	1	0,75	0,5	0,75	0,25	0,75	0,5	0,75	0,75	1	0,75	0,75	0,5
Tiradentes do Sul	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5	0,5	1	0,75	0,50	1	0,5	0,75	0,75	0,75	0,25	0,25	0,75
Três Passos	0,75	0,5	0,5	0,5	1	1	0,25	1	0,75	0,25	1	0,25	0,75	1	0,75	0,75	1	0,75	0,75	0,75
Vista Gaúcha	0,5	0,25	0,25	1	1	1	0,75	0,5	1	0,5	0,5	0,50	0,75	0,75	1	0,25	0,5	0,75	0,75	0,25

Tabela 9 - Índice Silvicultural Normalizado para Identificação das Áreas Potenciais à Silvicultura (ISNIAPS) para os municípios do Corede Celeiro.

Município	Índice Silvicultural Normalizado			ISNIAPS	Potencial de Áreas
	Σ ISNF1	Σ ISNF2	Σ ISNF3		
Barra do Guarita	0,33587	0,59781	0,48744	0,46750	Bom
Bom Progresso	0,54853	0,67669	0,46919	0,57520	Muito Bom
Braga	0,54853	0,66792	0,53963	0,58936	Muito Bom
Campo Novo	0,68465	0,63190	0,58120	0,64021	Muito Bom
Chiapetta	0,68465	0,82041	0,61302	0,67255	Muito Bom
Coronel Bicaco	0,59882	0,63352	0,60303	0,61236	Muito Bom
Crissiumal	0,50585	0,71699	0,61921	0,60979	Muito Bom
Derrubadas	0,45845	0,75383	0,64924	0,61177	Muito Bom
Esperança do Sul	0,38497	0,52347	0,56166	0,47831	Bom
Humaitá	0,63436	0,70533	0,54091	0,63696	Muito Bom
Inhacorá	0,55055	0,63160	0,45869	0,55718	Muito Bom
Miraguaí	0,42764	0,53324	0,50519	0,48475	Bom
Redentora	0,41919	0,52618	0,60095	0,50242	Muito Bom
Santo Augusto	0,68465	0,85746	0,71510	0,75440	Excelente
São Martinho	0,68345	0,56957	0,52137	0,60258	Muito Bom
São Valério do Sul	0,62200	0,62600	0,52723	0,60015	Muito Bom
Sede Nova	0,63436	0,71291	0,61609	0,65817	Muito Bom
Tenente Portela	0,51348	0,68383	0,65699	0,61013	Muito Bom
Tiradentes do Sul	0,46438	0,67107	0,57320	0,56560	Muito Bom
Três Passos	0,55495	0,68175	0,73345	0,64451	Muito Bom
Vista Gaúcha	0,49518	0,72168	0,52969	0,58527	Muito Bom

Figura 3 - Mapa com representação do potencial de áreas para plantios florestais estabelecido pelo índice silvicultural normalizado para os municípios do Corede Celeiro, RS.



O mapa temático da categorização permite identificar quais os aspectos que precisam ser trabalhados e/ou melhorados para que se tenham resultados positivos no índice. Utilizaremos o município de Derrubadas como exemplo. Na classificação geral foi categorizado com potencial Muito Bom, apesar de ter no Fator 2 uma Excelente colocação, o que nos permite inferir a respeito de quais variáveis e em qual fator se encontram àquelas que o caracterizaram em menor nível. Percebe-se, então, que no Fator 1 está a pior classificação e, portanto, as variáveis desse fator merecem atenção.

4 CONCLUSÃO

A ideia de uma estratégia metodológica baseada em critérios estatísticos de análise multivariada, para verificação do potencial espacial para plantios florestais, permitiu a categorização de municípios pertencentes ao Corede Celeiro na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Com vistas à metodologia aplicada e de base no grau de similaridade à luz de aspectos socioeconômicos e físicos, os municípios foram categorizados em três grupos, da seguinte maneira:

- I. Potencial de áreas para silvicultura “Excelente”: Santo Augusto;
- II. Potencial de áreas para silvicultura “Muito Bom”: Bom Progresso, Braga, Campo Novo, Chiapetta, Coronel Bicaco, Crissiumal, Derrubadas, Humaitá, Inhacorá, Redentora, São Martinho, São Valério do Sul, Sede Nova, Tenente Portela, Tiradentes do Sul, Três Passos e Vista Gaúcha;
- III. Potencial de áreas para silvicultura “Bom”: Barra do Guarita, Esperança do Sul e Miraguaí.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALASKA SATELLITE FACILITY (ASF). **EarthDATA/ NASA**: Imagens ALOS/PALSAR 2020. Disponível em: <<https://search.asf.alaska.edu>>. Acesso em: 20 Set. 2020.

ALBA, J. M. F.; WREGE, M. S.; FLORES, C. A.; GARRASTAZÚ, M. C. MATTEI, V. L. O zoneamento como instrumento para as políticas públicas na busca da sustentabilidade. In: FLORES, C. A.; ALBA, J. M. F.; WREGE, M. S. **Zoneamento edáfico para o eucalipto na região do Corede Sul**. 1. ed. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2009. cap. 10. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/859587/zoneamento-agroclimatico-do-eucalipto-para-o-estado-do-rio-grande-do-sul-e-edafoclimatico-na-regiao-do-corede-sul---rs>>. Acesso em: 29 maio 2020.

ALENCAR, B. J. **A análise multivariada aplicada ao tratamento da informação espacial: uma abordagem matemático-computacional em análise de agrupamentos e análise de componentes principais**. 2009. 200 f. Tese (Doutorado em Geografia)–Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2009.

ANDREJOW, G. M. P.; PEDRASSANI, D.; TUSSULINI, F.; ANGELO, A. C.; TAMBARUSSI, E. V.; AUER, C. Planalto Norte Catarinense: considerações sobre o setor florestal e a eucaliptocultura. **Desenvolvimento Regional em debate**. v. 8, n. 2, p. 143-168, 2018. Disponível em: <<http://www.periodicos.unc.br/index.php/drd/article/view/1592>>. Acesso em: 12 Abr. 2020.

ASSIS SILVA, S.; LIMA, J. S. S.; XAVIER, A. C.; TEIXEIRA, M. M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo húmico cultivado com café. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, p. 15-22, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000100002>>. Acesso em: 22 Abr. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012 / ABRAF**. – Brasília: 2013. 148 p. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/3910>>. Acesso em: 12 dez. 2020.

CATEN, A.; DALMOLIN, R. S. D.; RUIZ, L. F. C.; SEBEM, E.; PEREIRA, R. S. Mapeamento digital de solos através da aplicação de componentes principais em modelos logísticos. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 2009. Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2009/03.02.18.19/doc/@sumario.htm?languagebutton=en>>. Acesso em: 20 de Abr. 2020.

DA SILVA, C.; SIMIONI, F. J.; DE PRETTO, F. J.; TALAMINI, E. Análise da rentabilidade de pequenas propriedades rurais. In: XXXII Encontro da ANPAD, 2008. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/>>. Acesso em: 02 de fev. 2020.

DE MARIA, P. F.; DUARTE, L. T.; TOREZZAN, C.; D'ANTONA, A. O. Seleção de atributos no estudo dos fluxos migratórios intermunicipais utilizando técnicas de análise multivariada. In: IV Seminário Nacional sobre População, Espaço e Ambiente, 2017. Limeira.

Anais... Limeira: FCA/UNICAMP, 2017. Disponível em: <<http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/issue/view/45/showToc>>. Acesso em 15 de Jun. 2020.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (DEE). **Demografia/Expectativa de vida ao nascer**. Rio Grande do Sul: DEEDADOS, 2010. Disponível em: <<http://deedados.planejamento.rs.gov.br/feedados/#!/pesquisa=0>>. Acesso em: 20 de Abr. 2020.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (DEE). **Demografia/Mortalidade Infantil/Coefficiente de mortalidade infantil**. Rio Grande do Sul: DEEDADOS, 2018. Disponível em: <<http://deedados.planejamento.rs.gov.br/feedados/#!/pesquisa=0>>. Acesso em: 20 de Abr. 2020.

DOS SANTOS, R. D.; DOS SANTOS, H. G.; KER, J. C.; DOS ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7 ed. rev. Ampl - Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 101, 2015.

DUARTE, J. B. **Princípios e utilização de técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1997. 69 f. Monografia (Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas)- Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1997.

FLORES, C. A.; GARRASTAZÚ, M. C. MATTEI, V. L. Critérios para o zoneamento edáfico do eucalipto. In: FLORES, C. A.; ALBA, J. M. F.; WREGE, M. S. **Zoneamento edáfico para o eucalipto na região do Corede Sul**. 1. ed. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2009. Cap. 6. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/859587/zoneamento-agroclimatico-do-eucalipto-para-o-estado-do-rio-grande-do-sul-e-edafoclimatico-na-regiao-do-corede-sul---rs>>. Acesso em: 29 maio 2020.

FRAGA, A. B.; SILVA, F. L.; HONGYU, K.; SANTOS, D. D. S.; MURPHY, T. W.; LOPES, F. B. Multivariate analysis to evaluate genetic groups and production traits of crossbred Holstein x Zebu cows. **Tropical Animal Health and Production**. p. 1- 6. 2015.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA SIEGFRIED EMANUEL HEUSER (FEE). **Idese**. Porto Alegre: Centro de Informações Estatísticas, 2015. Disponível em: <<https://arquivofee.rs.gov.br/indicadores/indice-de-desenvolvimento-socioeconomico/serie-historica-nova-metodologia/?ano=2015&letra=A&ordem=idese>>. Acesso em: 21 maio. 2019.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre, Brasil, 2005. 593 p.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório 2019**. Florestas plantadas, Cap. IV, 80 p. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário: características dos estabelecimentos/número de estabelecimentos agropecuários/assistência técnica [2017]**. Brasil, 2017. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/tenente-portela/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico: sinopse/população residente/situação domiciliar [2010]**. Brasil, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/tenente-portela/panorama>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Economia: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) [2010]**. Brasil, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/tenente-portela/panorama>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Extração vegetal e Silvicultura: silvicultura/área de eucalipto [2019]**. Brasil, 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/tenente-portela/pesquisa/16/12705>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Extração vegetal e Silvicultura: silvicultura/lenha [2019]**. Brasil, 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/tenente-portela/pesquisa/16/12705>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Extração vegetal e Silvicultura: silvicultura/madeira em tora [2019]**. Brasil, 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/tenente-portela/pesquisa/16/12705>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Geociências**. Brasil, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População: população estimada [2020]**. Brasil, 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/tenente-portela/panorama>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População: densidade demográfica [2010]**. Brasil, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/tenente-portela/panorama>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produto Interno Bruto dos Municípios: PIB per capita [2017]**. Brasil, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/tenente-portela/pesquisa/38/46996?ano=2017>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Trabalho e Rendimento: população ocupada [2018]**. Brasil, 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/tenente-portela/panorama>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Trabalho e Rendimento: salário médio mensal dos trabalhadores formais [2018]**. Brasil, 2018.

Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/tenente-portela/panorama>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 6th. ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Intern., 2007. 642 p.

KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**. v. 23, p. 187-200, 1958. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF02289233>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

KÄMPF, N.; GIASSON, E.; INDA JUNIOR, A. V.; NASCIMENTO, P. C.; RODRIGUES, A. L. M.; ANGHINONI, A. C. M.; FERRARO, L. W.; BINOTTO, R. B.; SANBERG, J. R. D. Metodologia para classificação de solos quanto à resistência a impactos ambientais decorrentes da disposição final de resíduos. **Fepam em Revista**. v. 2, n.1, p.11-17, 2008. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/fepamemrevista/>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

KUBRUSLY, L. S. Um procedimento para calcular índices a partir de uma base de dados multivariados. **Revista Brasileira de Pesquisa Operacional**. v. 21, n. 1, p. 107-117, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-74382001000100007>>. Acesso em: 05 maio 2020.

MELO, C. O; PARRÉ, J. L. Índice de desenvolvimento rural dos municípios paranaenses: determinantes e hierarquização. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v. 45, n. 2. p. 329-365, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-20032007000200005>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas – PlantarFlorestas**. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/0/Plano+Nacional+de+Desenvolvimento+de+Florestas+Plantadas/90e38846-d556-da1d-0213-dda16a75088e>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

PEREIRA, R. H.; DA SILVA, R. G.; AMARAL, J. A. S.; FARIAS, N. O. Análise da dinâmica do desenvolvimento socioeconômico na Amazônia nos anos de 2000 e 2010. **Revista de Desenvolvimento Econômico**. v. 1, n. 33, p. 251 – 270, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21452/rde.v1i33.4203>>. Acesso em: 20 dez. 2020.

PINTO JÚNIOR, J. E.; AHRENS, S. **Aspectos socioeconômicos, ambientais e legais da eucaliptocultura**. EMBRAPA FLORESTAS: Sistemas de Produção, 4 (ISSN 1678-8281 - Versão Eletrônica). Brasília, 2014.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro: EMBRAPA. CNPS, 1994.

REINER, D. A.; SILVEIRA, E. R.; SZABO, M. S. O uso do eucalipto em diferentes espaçamentos como alternativa de renda e suprimento da pequena propriedade na região sudoeste do paraná. **Synergismuss científica**. v. 6, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/1303/798>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

SANDANIELO, V. L. M. **Emprego de técnicas estatísticas na construção de índices de desenvolvimento sustentável aplicados a assentamentos rurais**. 2008. xv, 159 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2008.

SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO RURAL (SNCR). **Consulta pública de imóveis 2020**. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária-INCRA/BRASIL, 2014. Disponível em: <<https://sn-cr.serpro.gov.br/sn-cr-web/consultapublica.jsf?windowid=a25>>. Acesso em: 20 set. 2020.

SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO RURAL (SNCR). **Relatório de Índices Básico de 2013**. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária-INCRA/BRASIL, 2020. Disponível em: <<http://antigo.incra.gov.br/pt/modulo-fiscal.html>>. Acesso em: 22 set. 2020.

WEILER, E. B.; CRUZ, J. C.; REICHERT, J. M.; SANTOS, F. D.; MANTOVANELLI, B. C.; FANTINEL, R. A.; TAMIOSSO, M. F.; BAUMHARDT, E. USLE como ferramenta para planejamento de uso do solo: estudo de caso Bacia Cachoeira Cinco Veados, RS. In: AGUILERA, J. G.; ZUFFO, A. M. **A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável**. v. 1. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Cap. 24. Disponível em: <<https://www.atenaeditora.com.br/arquivos/ebooks/a-preservacao-do-meio-ambiente-e-o-desenvolvimento-sustentavel>>. Acesso em: 20 Abr. 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao criar o ISNIAPS, para verificação do potencial silvícola em termos de distribuição espacial, com estudo de caso no Corede Celeiro, foi possível cumprir o objetivo central desta tese. Como principal resultado, este Índice Silvicultural Normalizado gerou um mapa temático, com a representação do potencial de áreas para plantios florestais de cada município do Corede Celeiro. Este mapa permite identificar quais os aspectos que precisam ser melhorados para que se tenham resultados positivos no índice em escala municipal.

Diante das condições metodológicas neste estudo aplicadas, os municípios foram categorizados com elevado potencial, seja na classe de bom, muito bom ou excelente, não havendo restrições significativas. Não houve municípios categorizados com potencial de áreas ‘Baixo’ ou ‘Inapto’. Contudo, a escala de avaliação é de ordem municipal, e se considerarmos restrições aos municípios, as áreas apontadas adequadas aos plantios serão reduzidas. Por exemplo, sobre aspecto legal, se considerarmos áreas de preservação de que trata o Código Florestal, limitamos o espaço de plantio. Este nível de detalhamento não foi contemplado na definição de critérios para este estudo de caso, mas novas ponderações, poderão ser ajustadas ao índice de acordo com o objetivo e a demanda de cada planejamento.

Contribuições desta pesquisa para o desenvolvimento da dinâmica florestal no Rio Grande do Sul

A principal contribuição desta tese para a ciência florestal em termos gerais foi o mapeamento de pequenos plantios florestais, espacialização e integração de informações, promovendo o reconhecimento do território em uma região onde predomina pequenas propriedades, consideradas em sua maioria unidades familiares de produção, com entendimento de quais fatores (físicos, sociais, econômicos), e que peso cada um possui em escala municipal, refletindo na categorização de um potencial silvicultural.

Cita-se como contribuição ao ensino, o fato de a pesquisa criar a proposta de um modelo linear normalizado com base em informações multivariadas, provindas da caracterização geomorfológica e socioeconômica de municípios, e da verificação de áreas cultivadas, por meio da quantificação e mapeamento de plantios florestais com imagens de satélite de alta resolução.

Em termos de pesquisas na área florestal, entende-se que o legado de informações deixado por este estudo, em diferentes *layouts* (gráficos, tabelas e mapas), oferecerá suporte à realização de futuras análises. A proposta aqui elaborada, está alinhada a novas possibilidades

metodológicas que venham a contribuir para adaptação às mudanças no planejamento territorial, licenciamentos e projetos de fomento para atividades silviculturais. Não obstante, avanços em termos metodológicos sempre são bem-vindos e necessários na busca pela eficácia de índices e métodos relacionados a dinâmica florestal.

A busca por alternativas viáveis para obtenção de renda, geração de emprego e melhores condições de vida para as populações rurais e urbanas, ao mesmo tempo preservando a natureza, de modo a manter os recursos naturais disponíveis para as próximas gerações é um desafio cotidiano. De tal modo, vislumbra-se nas florestas plantadas imensas oportunidades de ascensão ao desenvolvimento sustentável e regional para o Rio Grande do Sul. Neste contexto, a tese fornece embasamento teórico, que poderá servir como ferramental para autoridades públicas incluírem florestas plantadas nos planos de desenvolvimento sustentável, bem como no planejamento, pelo setor privado, das atividades silviculturais em consonância com as especificidades do ambiente.

De acordo com os resultados deste estudo, há potencial para introdução de atividade florestal na região do Corede Celeiro. Contudo, a escolha das áreas a serem ocupadas em cada município e do manejo associado aos plantios, dependerá também de estudos de mercado (oferta/demanda), do objetivo das plantações, da legislação ambiental vigente e de fatores climáticos. Estudos complementares são essenciais visto que, o aumento exagerado das áreas destinadas ao reflorestamento, pode fazer com que a atividade deixe de ser alternativa complementar, e por consequência torne regiões reféns das oscilações de um único mercado resultante de produtos florestais.

Exemplo de áreas para produção silvícola associam-se muitas vezes ao abandono de lavouras, antes manejadas com culturas temporárias. Estas se não utilizadas, com o tempo, transformam-se em áreas de proteção legal, por meio do crescimento de vegetação nativa. Com isso, são impossibilitadas de ocupação por força de lei, que do ponto de vista socioeconômico é visto como impacto negativo. Provocado pelo êxodo rural, esse abandono de áreas induz a perda na produção de alimentos e renda em regiões com potencial. Então como alternativa de fonte de renda para o setor rural, o plantio de florestas nestas áreas menos apropriadas à agricultura ou mesmo em consórcio com outra atividade como a pecuária, seria uma alternativa.

A criação do ISNIAPS, construído com base na análise fatorial e integração de variáveis, associadas à região celeiro onde predomina pequenas propriedades, e ao potencial de desenvolvimento regional, contempla a busca por metodologias na delimitação apropriada das áreas potenciais à implantação de novas florestas, afim de estabelecer equilíbrio entre diferenças regionais existentes no território gaúcho.

Implicações para estudos futuros no aprimoramento do ISNIAPS

Tendo em vista os resultados da presente pesquisa, sugere-se para trabalhos futuros:

- ❖ Estudos que contemplam a ampliação da base de dados e informações sobre florestas plantadas, por meio de mapeamento georreferenciado por satélite, com imagens de alta resolução das áreas com pequenos plantios florestais, com intuito de contribuir no entendimento da dinâmica em pequenas propriedades rurais, o impacto em termos socioeconômicos e ambientais desses sistemas.
- ❖ Estudos de dinâmica da paisagem, com simulação de cenários referentes aos padrões de usos e mudanças da terra vinculados à plantios florestais projetando mapas futuros as áreas que potencialmente apresentarão mudanças de acréscimo e/ou diminuição deste uso.
- ❖ Estudos que contemplam predição de mudanças no uso do solo e cobertura florestal, com base em parâmetros espaço-temporais por meio de modelagem. A identificação de tendências e o estabelecimento de cenários futuros de ocupação em função de características do solo, dos recursos hídricos, por exemplo, devem ser contemplados por tratarem-se de fatores essenciais na formulação de políticas que atuem de forma preventiva, seja incentivando ou evitando tais tendências.
- ❖ Estudos que associem fatores climáticos ao potencial de ocupação do território com a atividade florestal. Variáveis como, deficiência hídrica (mm), precipitação anual (mm), umidade relativa do ar (%), temperatura média do ar (°C), risco de ocorrência de geadas (%) agregariam ao índice já elaborado. Este aspecto seria abordado de forma regionalizada, em função da distribuição e disponibilidade dos dados, o que não alteraria os resultados desta pesquisa. Contudo, sabe-se que as regiões do Estado apresentam condições diferenciadas de clima, e este trata-se de um aspecto primordial ao desenvolvimento do setor florestal.
- ❖ Estudo de mercado, para entender a relação entre oferta/demanda de produtos oriundos de plantios florestais para a região. O impacto em números para o Estado, dependerá de um planejamento com base nestas informações. Atualmente, se levar em consideração o gênero mais plantado na região do Corede Celeiro – eucalipto, este está associado a sua versatilidade, ao permitir a obtenção de lenha, tábuas e outros, mas nada impede a comercialização de mais produtos, bem como outras espécies na região.