



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
Unidade Universitária Alto da Serra do Botucaraí/Soledade
Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental

LUIZ FERNANDO DOS SANTOS

**ANÁLISE DA MODIFICAÇÃO DO USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE BARROS
CASSAL / RS ENTRE 2011 E 2021, COM AUXÍLIO DO SENSORIAMENTO
REMOTO.**

Soledade, dezembro de 2022

LUIZ FERNANDO DOS SANTOS

**ANÁLISE DA MODIFICAÇÃO DO USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE BARROS
CASSAL / RS ENTRE 2011 E 2021, COM AUXÍLIO DO SENSORIAMENTO
REMOTO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no formato de Artigo Científico como requisito parcial para a aprovação no Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Professora Orientadora: Marta Martins
Barbosa Prestes

Soledade, dezembro de 2022

Catálogo de Publicação na Fonte

S237a Santos, Luiz Fernando dos.

Análise da modificação do uso do solo no município de Barros Cassal/RS entre 2011 e 2021, com auxílio do sensoriamento remoto. / Luiz Fernando dos Santos. – Soledade, 2022.

28 f., il.

Orientadora: Marta Martins Barbosa Prestes.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental, Unidade de Botucarái -Soledade, 2022.

1. Agricultura convencional. 2. Uso do solo. 3. Paisagem natural. 4. Soja.
I. Prestes, Marta Martins Barbosa. II. Título.

LUIZ FERNANDO DOS SANTOS

**ANÁLISE DA MODIFICAÇÃO DO USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE BARROS
CASSAL / RS ENTRE 2011 E 2021, COM AUXÍLIO DO SENSORIAMENTO
REMOTO.**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Gestão Ambiental na Universidade
Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marta Martins
Barbosa Prestes

Aprovado em: 01/12/2022

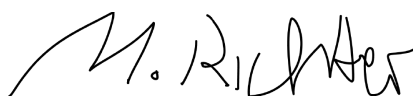
BANCA EXAMINADORA



Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Marta Martins Barbosa Prestes
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul



Prof^a. Dr^a. Daniela Mueller de Lara
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul



Prof. Dr. Marc François Richter
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Dedico a minha família, pelo carinho, pelo apoio que nunca me deixaram faltar para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

A todos os professores do curso, que foram, e são tão importantes, não somente na minha vida acadêmica, mas também na minha vida pessoal.

A Orientadora, professora Marta Martins Barbosa Prestes, por toda a ajuda e apoio que me deu ao longo do curso, e especialmente na elaboração do Trabalho de conclusão de curso.

Aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constantes, especialmente a Michele Fatima de Quadros, Luan Batista da Silva e Juliano Pinheiro dos Santos.

Também aos agricultores que se dispuseram a responder ao questionário. Também a Emater/RS-Ascar de Barros Cassal, na pessoa da extensionista Graziela Corneli, pela colaboração e apoio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização de Barros Cassal.....	14
Figura 2 – Tamanho das propriedades rurais de Barros Cassal.....	18
Figura 3 – Principais atividades desenvolvidas nas propriedades rurais de Barros Cassal.....	19
Figura 4 – Porcentagem da área ocupada com as principais culturas de verão conduzidas em Barros Cassal em 2011.....	21
Figura 5 – Porcentagem da área ocupada com as principais culturas de verão conduzidas em Barros Cassal em 2015.....	21
Figura 6 – Porcentagem da área ocupada com as principais culturas agrícolas conduzidas em Barros Cassal em 2021.....	22
Figura 7 – Mapa georreferenciado de uso do solo no município de Barros Cassal em 2011.....	24
Figura 8 – Mapa georreferenciado de uso do solo no município de Barros Cassal em 2021.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre a área plantada (em ha) entre as principais culturas agrícolas temporárias de verão conduzidas em Barros Cassal / RS entre 2011 e 2021	20
Tabela 2 - Área plantada, produtividade média e produção de soja no município de Barros Cassal / RS entre 2011 e 2021	23
Tabela 3 - Mudanças no uso do solo na região do Alto da Serra do Botucaraí, entre os anos de 2011 e 2021.....	23

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
2 METODOLOGIA	14
2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES RURAIS	14
2.2 LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE A ÁREA PLANTADA DE SOJA	15
2.3 MAPAS DE USO DO SOLO	15
2.3.1 Coleta de imagens	15
2.3.2 Elaboração dos Mapas	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES RURAIS	17
3.3 LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE A ÁREA PLANTADA EM BARROS CASSAL	19
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

ANÁLISE DA MODIFICAÇÃO DO USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE BARROS CASSAL / RS ENTRE 2011 E 2021, COM AUXÍLIO DE SENSORIAMENTO REMOTO

RESUMO

Nas últimas duas décadas observa-se no país um aumento expressivo na área ocupada com lavouras, especialmente para o cultivo de soja (*Glicine max* L.). Acredita-se que a acentuada expansão de área plantada, assim como o uso de insumos e agroquímicos causam impactos ao meio ambiente, por meio da diminuição de área de mata e de vegetação, além de contaminação dos solos e rios, inerentes ao cultivo em sistema de produção convencional. O objetivo do trabalho foi analisar o uso do solo no município de Barros Cassal / RS a partir da expansão das lavouras de soja sobre a área de mata e vegetação, entre 2011 e 2021. Para isso, foram utilizadas três abordagens de estudo: 1) Levantamento de área de lavoura no município, através de dados fornecidos pela Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural/RS-Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural (Emater/RS-Ascar); 2) caracterização das propriedades rurais, através da aplicação de questionários aos agricultores e 3) análise de mapas georreferenciados do município de Barros Cassal, através da utilização do Software ArcGis. A expansão da área cultivada de soja foi de 5.700 ha no período, sendo que o maior avanço foi sobre as áreas de vegetação, com perda de 3.320 ha, representando 7% da área de vegetação inicial. Houve expansão também, com menor intensidade, sobre as áreas de mata, com perda de 180 ha (5,42%). A expansão da área plantada de soja sobre as demais culturas de verão foi de 126%.

Palavras-chave: Agricultura convencional, Uso do solo, Paisagem natural, Soja

ABSTRACT

In the last two decades there has been a significant increase in the area occupied with crops in the country, especially for the cultivation of soybean (*Glicine max* L.). It is believed that the marked expansion of the planted area, as well as the use of inputs and agrochemicals, cause impacts to the environment, through the reduction of forest and vegetation areas, in addition to contamination of soils and rivers, inherent to cultivation in a of conventional production. The objective of this work was to analyze the use of land in the municipality of Barros Cassal / RS from the expansion of soybean crops over the area of forest and vegetation, between 2011 and 2021. For this, three study approaches were used: 1) Survey of agricultural area in the municipality, through data provided by the Riograndense Association of Technical Assistance and Rural Extension Enterprises/RS-Southern Association of Credit and Rural Assistance (Emater/RS-Ascar); 2) characterization of rural properties, through the application of questionnaires to farmers and 3) analysis of georeferenced maps of the municipality of Barros Cassal, through the use of ArcGis Software. The expansion of the soybean cultivated area was 5,700 ha in the period, and the greatest advance was on the vegetation areas, with a loss of 3,320 ha, representing 7% of the initial area. There

was also expansion, to a lesser extent, over forest areas, with a loss of 180 ha (5,42%). Among summer crops, soybeans expanded by 126%.

Key-words: Conventional agriculture, Land use, Natural landscape, soy.

INTRODUÇÃO

O cenário mundial atual envolve constantes transformações do planeta, em grande parte advindas de ações antrópicas que têm causado grandes impactos no ecossistema global. Estas transformações precisam ser melhor compreendidas a fim de evitar maior ocorrência de efeitos catastróficos (MACHADO; GARRAFA, 2020).

As questões ambientais vêm ganhando relevância nas discussões sobre o desenvolvimento socioeconômico sustentável das nações. Assim, as práticas utilizadas no setor agrícola suscitam discussões sobre os impactos negativos que causam ao meio ambiente (PASQUALOTTO *et al.*, 2019).

Diante dos desafios que a relação entre o ser humano e o seu ambiente propõe, a prática de atividades agrícolas extensivas e a necessidade de preservação ambiental resultam em constantes conflitos de ocupação do espaço nos municípios brasileiros (SALDANHA, 2016). Segundo Pereira *et al.* (2022), a atual configuração da agricultura convencional requer estudos, pesquisas e tomada de decisões quanto às práticas utilizadas, pois a mesma vem sendo apontada como uma das principais causas de desmatamento, queimadas da vegetação nativa e contaminação do solo e da água pelo uso excessivo de produtos agroquímicos.

A agricultura convencional requer uso intensivo de fertilizantes, pesticidas e herbicidas, sendo que essa prática em larga escala é uma das principais ameaças contra o meio ambiente e o equilíbrio da biodiversidade (DEMAMBRO *et al.*, 2021).

Dentre as plantas de lavoura mais estudadas atualmente em relação aos impactos ambientais, se destaca a cultura da soja. A sua expansão no Brasil apresentou crescimento elevado a partir do ano de 1995, com o aumento da demanda pelo grão no mercado nacional e internacional, levando a cultura a ocupar maior espaço no cenário agrícola brasileiro (ROSA; BARROZO, 2018).

A soja (*Glicine max* L. Merrill) é uma planta anual, oleaginosa, pertencente à família *fabaceae*, de importância mundial, originária da Ásia, sendo introduzida no Brasil em 1901. O país, como segundo maior produtor mundial, atrás somente dos

EUA, produziu 135.911,70 milhões de toneladas de grãos na safra 2020/21, com área cultivada nesse período de 38,5 milhões de hectares, sendo que o maior produtor é o estado do Mato Grosso. O estado do Rio Grande do Sul (RS) ocupa o 3º lugar na produção nacional, com produtividade média de 3,3 toneladas por hectare. A soja é considerada uma *commodity* agrícola, sendo industrializada para fins alimentícios, produção de óleo, biocombustível entre outros (MOURA, 2022). Em nível do Brasil, no período de 1997 a 2016, a área cultivada aumentou 9,2%, e a produção cresceu entre 13 e 14% (CONAB, 2018), devido ao melhoramento genético, manejos culturais, e, ainda, a correção da fertilidade do solo.

Os impactos causados pela expansão da área cultivada com soja, reforçam a necessidade de criação de políticas públicas e de regramentos específicos, que estabeleçam limites, especialmente, para o uso de agrotóxico (SILVA; ANJOS, 2020). Tais impactos têm sido estudados principalmente no âmbito científico, com trabalhos relacionados aos tipos de impactos, sua magnitude e os efeitos sobre os ecossistemas onde estão inseridos (LAGE *et al.*, 2021).

No Rio Grande do Sul, as áreas com cultivo da soja vêm expandindo-se nas últimas safras, principalmente em regiões não tradicionais de cultivo, anteriormente ocupadas por outras culturas, reforçando a necessidade de levantamento de estatísticas agrícolas e monitoramento dessas áreas, uma vez que na sua maioria são arrendadas, o que leva o produtor a uma preocupação menor com a manutenção a longo prazo (SANTOS *et al.*, 2014).

Estudos da paisagem tem se tornado mais relevantes quando tratam de avaliação dos impactos ambientais, tornando-se uma avaliação obrigatória para a conservação do meio ambiente, da biodiversidade, recursos hídricos e minerais (SANCHES, 2020).

No RS, em função da diversidade de clima, solos e relevo há formação de distintos ecossistemas derivados de dois grandes biomas: Mata Atlântica e Pampa. A Mata Atlântica, que ocupa a metade norte do estado, apresenta predomínio de vegetação florestal, em cerca de 37% do território, embora atualmente restem somente 7,5% de áreas remanescentes em relação a cobertura vegetal original. Esse bioma, que inicialmente percorria de forma contínua desde do estado do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, ocupando cerca de 1.200.000 km², atualmente possui 99.966 km² (cerca de 8,1%) da formação original intacta. O bioma pampa

ocupa 63% do estado Gaúcho, apresenta predomínio de vegetação de campo compostas por ervas e arbustos, contendo grande diversidade de flora e fauna pouca conhecida. Esse bioma, que inicialmente é predominante nas áreas geográficas conhecidas como Planalto da Campanha, Depressão Central, Planalto Sul-Rio-Grandense e Planície Costeira do estado do Rio Grande do Sul, ocupando cerca de 176.496 km² (IBGE, 2019).

A área de mata original do RS foi reduzida, ocasionando mudanças nos padrões de composição e abundância de espécies. A publicação da Reavaliação da Lista da Flora ameaçada de Extinção no RS, coordenado pela Fundação Zoobotânica (FZB), com o apoio da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (Sema), apresenta 804 espécies ameaçadas de extinção (FZB, 2014).

O desenvolvimento de tecnologias ligadas aos meios de comunicação possibilitou elevar a sensibilidade dos sensores fotográficos embarcados em satélites, os quais são capazes de produzir imagens da superfície terrestre com maior detalhamento da paisagem e alta capacidade de armazenamento e transmissão dessas informações, contribuindo assim para o desenvolvimento de ferramentas de cartografia, sensoriamento remoto e geoprocessamento (FILHO *et al.*, 2020).

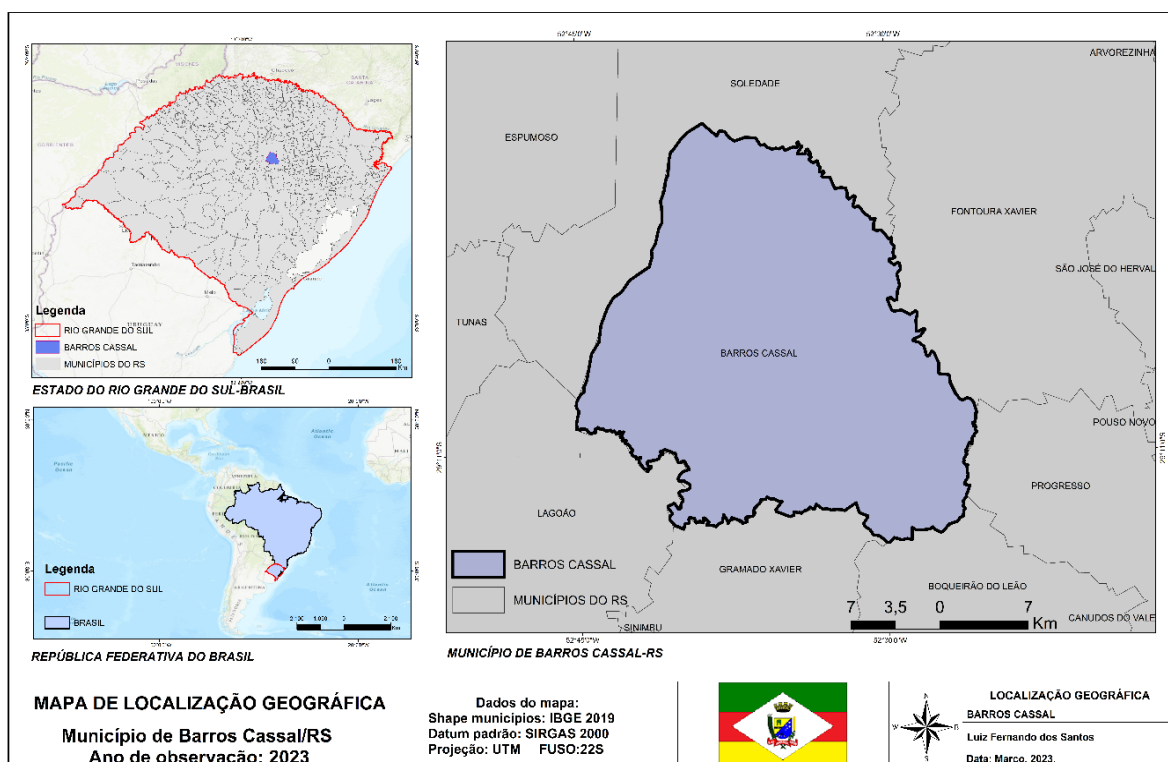
De acordo com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Barros Cassal, atualmente o cultivo da soja vem expandindo no município, resultando em mudanças na paisagem e nas características agrícolas locais, levando a necessidade de estudos que caracterizem esse processo.

Neste sentido o artigo discute questões relativas as mudanças na paisagem natural no município de Barros Cassal /RS, baseado em imagens de satélite da última década (2011-2021), relacionadas principalmente a gradação da área plantada no município, e em foco na cultura da soja. Sendo assim o objetivo do artigo foi analisar a alteração do uso do solo no município de Barros Cassal / RS entre os anos de 2011 e 2021, através da análise de imagens de satélite através do Remote Pixel Viewer, utilizando técnicas de sensoriamento remoto; aplicação de questionários aos agricultores para obter a aspectos das propriedades rurais e o levantamento do território de lavoura no município, através de materiais fornecidos pela Emater/RS-Ascar.

2 METODOLOGIA

O município de Barros Cassal / RS situa-se na região do Alto da Serra do Botucaraí, no Planalto Meridional, distante 240 km da capital Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul, com coordenadas 29°04'58.6"S 52°35'07.3"W.

Figura 1 – Localização de Barros Cassal/RS.



Fonte: Autores, (2021)

O trabalho foi desenvolvido a partir de quatro abordagens: 1) Revisão de literatura; 2) Aplicação de questionário aos produtores rurais de Barros Cassal/RS; 3) Levantamento de área plantada com soja, através de dados fornecidos pela Emater/RS-Ascar; 4) Análise de mapas georreferenciados de uso do solo entre 2001 e 2021.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES RURAIS

Para caracterização das propriedades rurais foram aplicados questionários aos agricultores de Barros Cassal /RS, com perguntas abertas e fechadas, de múltipla escolha. O questionário foi aplicado à 100 (cem) produtores, com auxílio dos

extensionistas da EMATER-RS, abrangendo 42 localidades na área rural do município de Barros Cassal/RS, no período entre 25 de abril e 27 de maio de 2022.

2.2 LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE A ÁREA PLANTADA DE SOJA

Os dados para o levantamento sobre a área de soja plantada no município entre os anos de 2011 e 2021, foram obtidos através da Sucursal da Emater/RS-Ascar em Barros Cassal /RS. Os mesmos foram fornecidos em forma de planilhas editadas pela Diretoria de Pesquisa – Coordenação Agropecuária, pertencente à Agência de Santa Cruz do Sul. As referidas planilhas referem-se aos dados mensais do “Levantamento Sistemático da Produção Agrícola” da Associação Brasileira de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER/RS-Ascar), contendo dados sobre o plantio, colheita, produção, rendimento e preços das culturas temporárias.

2.3 MAPAS DE USO DO SOLO

Para a elaboração dos mapas de uso do solo no município procedeu-se a coleta de imagens digitais georreferenciadas. A utilização do Software ArcGis propiciou produzir mapas georreferenciados com os mais diversos tipos de informação gráfica, tais como imagens de diferentes níveis espectrais selecionadas do Satélite Landsat 5 e Landsat 8 atuais, obtidas gratuitamente do catálogo do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), as quais forneceram dados suficientes para a leitura das características de solo e cobertura vegetal dentro da área de estudo, com maior fidelidade.

2.3.1 Coleta de imagens

Para coleta das imagens utilizou-se o Software ArcGis junto ao Sistema de Informações Geográficas (SIG) para trabalhar com mapas e informações geográficas.

Realizou-se o acesso ao acervo digital gratuito do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), no período de 15/04/2022 e 16/04/2022, em busca de imagens de satélite LandSat 5 e 8 atualizadas da superfície terrestre.

2.3.2 Elaboração dos Mapas

O mapa de uso do solo e da cobertura vegetal foi obtido após classificação das bandas espectrais 3, 4, e 5 do satélite Landsat 5, das bandas espectrais 4, 5 e 6 do satélite Landsat 8, com imagem obtida no catálogo do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), a qual gerou uma imagem RGB (Red, Green, Blue) do tipo (*.tiff) de alta resolução, que seguiu para a classificação de 4 principais elementos ou atividades.

A classificação priorizou, neste caso, o levantamento de áreas como lavoura, vegetação primária (inclusive plantada), mata nativa de grande porte e água. Após a classificação, gerou-se uma vetorial que pudesse realizar a medição em área (hectares) para cada uma das atividades.

A ordem de produção utilizada foi a seguinte: Satélite Landsat 5; Instrumento: Mapeador temático (30*30) TM; Órbita: 222; Ponto: 80; Data da imagem de satélite: 04/11/2011; Datum padrão: WGS 84; Projeção: UTM.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Barros Cassal / RS apresenta área geográfica de 647.994 Km² e população estimada de 10.494 habitantes, sendo 7.052 pertencentes à zona rural e 3.442 pertencentes a zona urbana (IBGE, 2020).

A principal matriz econômica do município é a agropecuária com propriedades rurais distribuídas em 42 localidades em seu território, com produção principalmente de soja, fumo, milho, feijão, trigo e pecuária (Emater-ASCAR, 2019).

O município localiza-se na abrangência do Bioma Mata Atlântica, na região fitoecológica caracterizada como Floresta Ombrófila Mista, ocupando o Planalto das Araucárias (IBGE, 2010). A área caracteriza-se pela ocorrência de florestas com pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) em contato com os campos, apresentando densos sub-bosques constituídos principalmente por *lauráceas*, tais como canela-amarela (*Nectandra lanceolata* Ness), canela-guaicá (*Ocotea puberula* (Rich.) Ness), canela-imbuia (*Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez), canela-lajeana (*Ocotea pulchella* Ness) Mez). Também são citadas com maior ocorrência as seguintes espécies: cangerana (*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.), cerejeira (*Eugenia involucrata* DC.), goiaba-da-serra (*Acca sellowiana* (O. Berg)

Burret), grápia (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr.), guajuvira (*Cordia americana* (L.) Gottschling & J.E. Mill.), angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan), Cabreúva (*Myrocarpus frondosus* Allemão), camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides* Radlk.), Camboatá-vermelho (*Cupania vernalis* Cambess.), guaperê (*Lamanonia ternata* Vell.), ipê-da-serra (*Handroanthus albus* (Cham.) Mattos), louro (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb ex Steud.), murta (*Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg), pessegueiro-bravo (*Prunus myrtifolia* (L.) Urb.), timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong), vassourão-branco (*Vernonanthura discolor* (Spreng.) H. Rob.) (REITZ, KLEIN, REIS, 1988).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES RURAIS

De acordo com o Relatório de Postagens do Estudo de Situação e Plano Operativo da EMATER-ASCAR, publicado em 2019, o município de Barros Cassal / RS conta com 1.662 propriedades rurais (Emater-ASCAR, 2019).

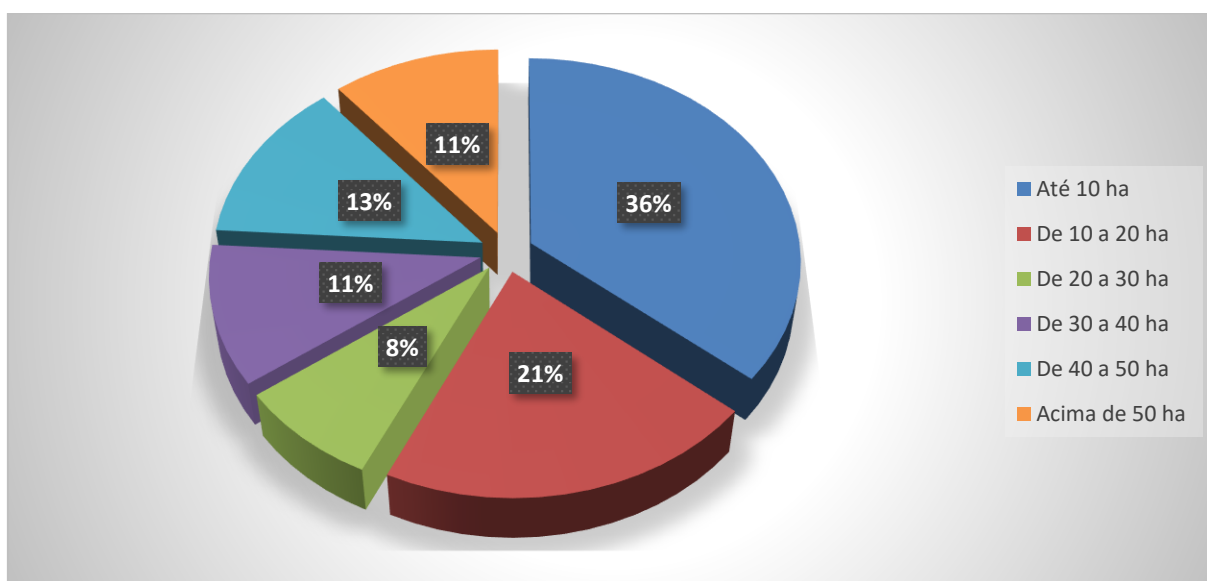
Segundo o relatório, o fumo é considerado a principal cultura para a maioria das propriedades, absorvendo a quase totalidade de mão-de-obra e gerando a maior parte de renda nessas propriedades. O sistema depende basicamente de integração com as fumageiras para o financiamento, assistência técnica e comercialização da cultura. O milho e o feijão são cultivados quase que na sua totalidade apenas para a subsistência. Quanto ao cultivo da soja, o relatório considera que a área plantada vem aumentando ano a ano, ocasionando mudanças significativas na paisagem natural do município de Barros Cassal / RS (Emater-ASCAR, 2019).

O questionário aplicado a 100 agricultores, revelou características importantes do meio rural da região. A faixa etária dos produtores foi de 22 a 75 anos, sendo 35% mulheres e 65% homens, sendo que os agricultores assumiram a administração da propriedade com idades entre 20 e 45 anos.

Quanto ao nível de escolaridade, a variação foi desde o terceiro ano do ensino fundamental até o ensino superior, destacando que dos 100 entrevistados apenas 3 apresentaram ensino superior completo (3%).

Com famílias compostas por 2 a 8 membros, a maioria dos entrevistados (36%) vive e trabalha em propriedades de até 10 ha, (consideradas minifúndios) e 53% com área entre 10 e 50 ha, totalizando 89% das propriedades com menos de 50 ha. Apenas 11% possuem propriedades com mais de 50 ha de área (Figura 2).

Figura 2 – Tamanho das propriedades rurais de Barros Cassal, em ha.

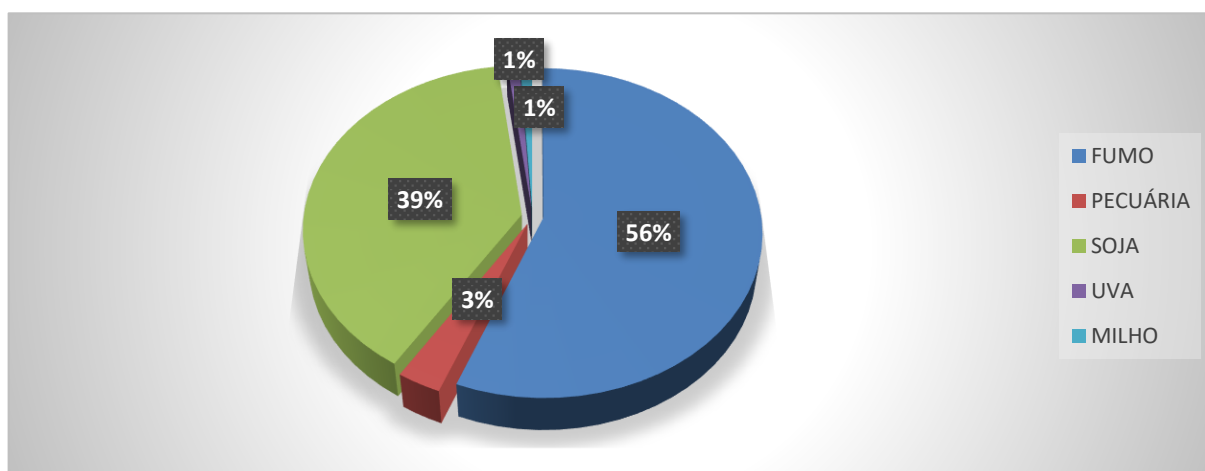


O percentual de 89% encontrado para propriedades abaixo de 50 ha em Barros Cassal /RS, aproxima-se dos resultados publicados pelo Relatório Técnico do IBGE relativo ao “Projeto Levantamento e Classificação do Uso da Terra Rio Grande do Sul”, o qual destaca que o estado foi pioneiro no cultivo de soja, sendo produzido tanto por pequenos, médios e grandes estabelecimentos rurais, onde 81,6% possuem áreas com menos de 50 hectares (IBGE, 2010).

Segundo a legislação vigente, considera-se como pequena propriedade ou agricultura familiar entre 1 e 4 módulos fiscais, sendo que propriedades rurais com área inferior a 1 módulo fiscal são consideradas minifúndios (BRASIL, 1993). A dimensão do módulo fiscal varia de acordo com a região e com o município, dependendo do tipo de exploração predominante no mesmo. No RS o módulo rural pode medir de 5 a 35 ha, sendo que para o município de Barros Cassal /RS, o módulo fiscal possui 18 ha (INCRA, 2013). Considerando tais parâmetros, para Barros Cassal /RS, pequenas propriedades são aquelas com até 72 ha de área.

Quanto a principal atividade agrícola desenvolvida nas propriedades, o fumo é considerado a principal cultura para 56% dos entrevistados, seguidos por soja (39%), pecuária (3%), uva (1%) e milho (1%) (Figura 3).

Figura 3 – Principais atividades econômicas desenvolvidas nas propriedades rurais de Barros Cassal /RS.



Quanto à área ocupada pelas culturas temporárias, 75% dos entrevistados responderam ter ocorrido aumento nos últimos 10 anos, sendo que 95% desse aumento, foi para o plantio de soja. Segundo os produtores, isso se deve à falta de mão de obra disponível para o trabalho nas demais lavouras e ao bom rendimento financeiro proporcionado por essa cultura. Pelas mesmas razões, 65% dos produtores pretendem aumentar a área de lavoura para o cultivo de soja nos próximos anos.

Mais da metade dos agricultores (53%) relataram que houve diminuição da vegetação nativa nas suas propriedades, reconhecendo que o aumento das áreas cultivadas trouxe prejuízos para o meio ambiente, afirmando ter preocupação com o futuro do planeta. Segundo Almeida (2016), o maior impacto do processo de fragmentação florestal é a severa redução de habitats, da diversidade biológica, que resulta em interrupção das relações ecológicas, podendo extinguir espécies da fauna e da flora.

Nenhuma das propriedades amostradas dispõem de sistema de irrigação. Os produtores relatam que as frequentes estiagens dos últimos anos provocaram perdas na produção, especialmente a estiagem de 2021, onde 100% dos produtores de soja relataram significativos prejuízos na colheita.

3.3 LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE A ÁREA PLANTADA EM BARROS CASSAL

Em 2011 a área total ocupada com lavouras temporárias de verão foi de 12.000 ha, com os cultivos de soja (4.500 ha), fumo (3.800 ha), milho (3.200 ha) e feijão (500 ha), atingindo 15.400 ha em 2021 (Tabela 1). Portanto, a área ocupada com lavouras

apresentou um aumento de 3.400 ha no período de 2011 a 2021, representando 22,08% de expansão.

Tabela 1 – Comparativo entre a área plantada (em ha) entre as principais culturas agrícolas temporárias de verão conduzidas em Barros Cassal / RS entre 2011 e 2021.

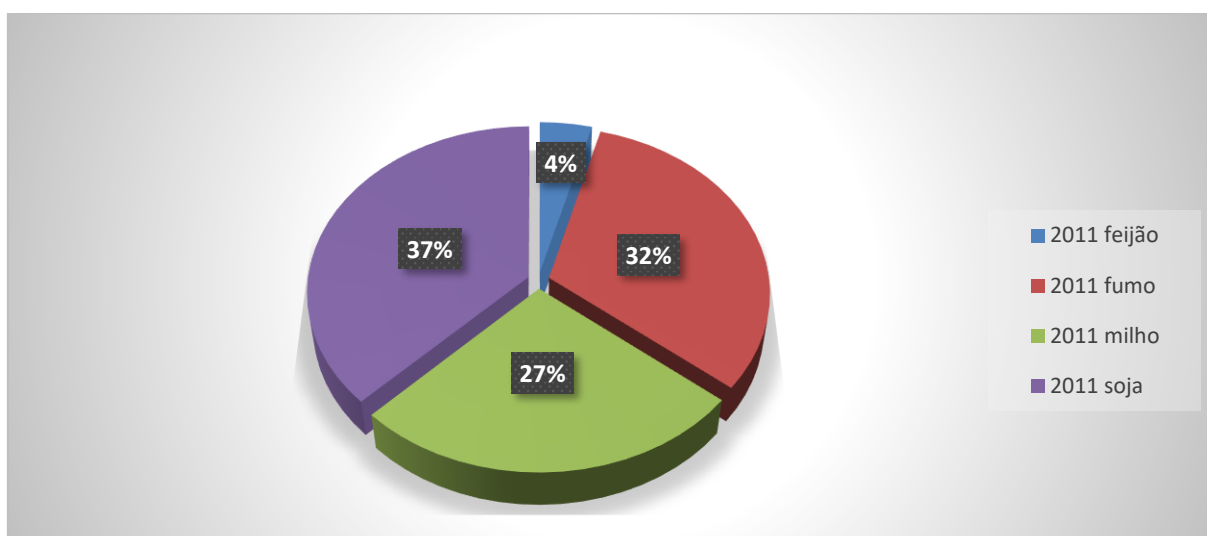
Ano	Soja	Fumo	Milho	Feijão	Total (ha)
2011	4.500	3.800	3.200	500	12.000
2012	5.000	3.800	2.400	500	11.700
2013	5.000	3.800	2.400	500	11.700
2014	5.000	3.800	2.400	500	11.700
2015	8.000	3.600	2.350	200	14.150
2016	8.300	3.600	2.400	200	14.500
2017	8.500	3.600	2.400	130	14.630
2018	8.500	3.590	2.400	130	14.620
2019	9.000	3.300	2.390	100	14.790
2020	9.000	3.200	2.500	140	14.840
2021	10.200	2.760	2.300	140	15.400

Quanto à cultura da soja especificamente, o estudo indicou que entre os anos de 2011 e 2021, a área total cultivada com essa cultura expandiu de 4.500 ha para 10.200 ha, resultando em incremento de 5.700 ha, ou aproximadamente 126%, no período.

Já a área de milho retraiu de 3.200 ha para 2.300 no mesmo período, com redução de 39 %. De igual forma, a área de fumo diminuiu de 3.800 ha para 2.760 ha (37%) e o feijão apresentou uma queda expressiva de 500 ha para 140 ha cultivados (257%).

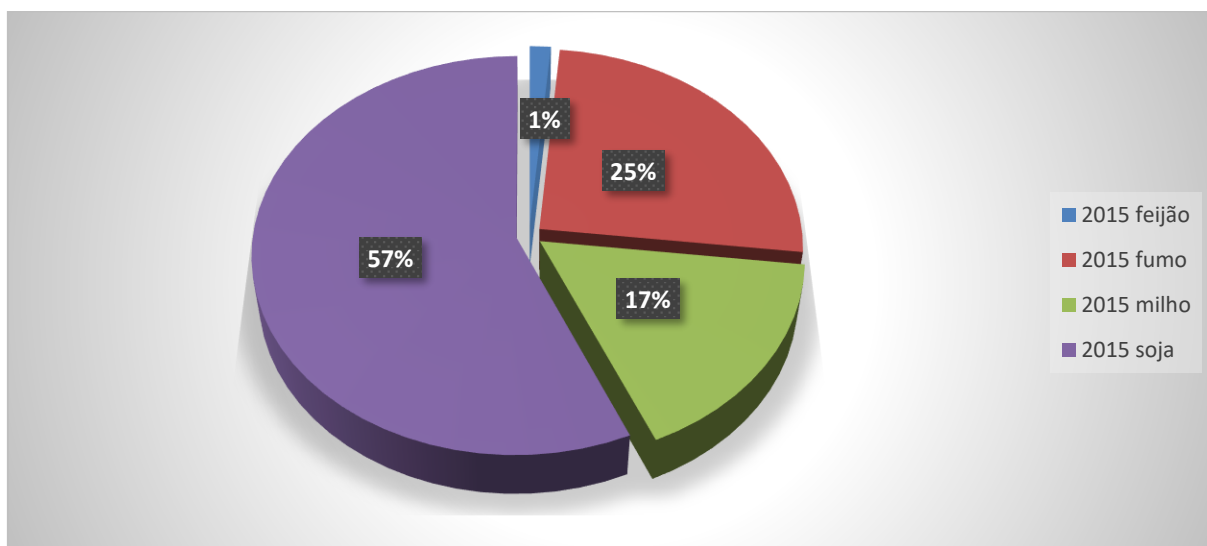
Em 2011, a cultura da soja já ocupava a maior área de lavoura do município, com 37% da área, seguido pelo fumo 31%, milho (26%) e feijão 4% (Figura 4).

Figura 4 – Porcentagem da área ocupada com as principais culturas de verão conduzidas em Barros Cassal / RS em 2011.



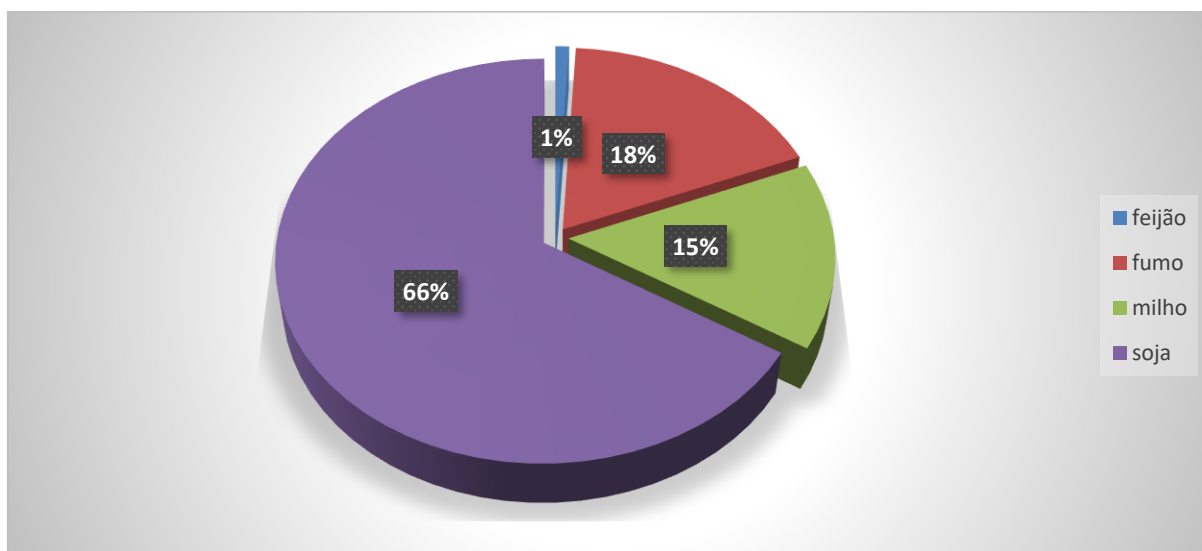
Em 2015, a lavoura de soja expandiu para 56% da área cultivada total, enquanto o milho retraiu para 17%, o fumo para 25%, o feijão para 1% (Figura 5).

Figura 5 – Porcentagem da área ocupada com as principais culturas de verão conduzidas em Barros Cassal / RS em 2015.



Em 2021, a área cultivada com soja representou 65% da área total de lavoura no município, sendo que em 2011 essa área representava 37%. O milho teve redução de sua área plantada para 15%, fumo para 17%, e o feijão para 2% da área total plantada (Figura 6).

Figura 6 – Porcentagem da área ocupada com as principais culturas agrícolas conduzidas em Barros Cassal / RS em 2021.



Observou-se também que a expansão da área plantada de soja em Barros Cassal / RS foi acompanhada pelo aumento da produtividade média da cultura, que cresceu de 2.700 kg/ha em 2011, para 3.500 Kg/ha em 2017, atingindo produtividade média de 3.120 kg/ha em 2021, representando um aumento de 26% de produtividade, no período de estudo (Tabela 2).

A expansão da área plantada combinada com o aumento da produtividade da cultura a campo, resultou em incremento da produção total de 12.150.000 kg em 2011 para 31.824.000 kg em 2021, gerando aumento de 161% na produção no período de estudo.

O aumento de produtividade da soja ocorrido no período é um indicativo importante de que existe potencial a ser explorado para o incremento da produção total das lavouras, sem necessariamente expandir a área cultivada, avançando sobre as demais áreas. O aumento de produtividade pode ser alcançado através do fomento para o uso de tecnologias recomendadas para a cultura, além do uso de variedades com maior potencial produtivo genético.

Tabela 2 – Área plantada, produtividade média e produção de soja no município de Barros Cassal / RS entre 2011 e 2021.

Ano	Área plantada (ha)	Produtividade Média (Kg/ha)	Produção (Kg)
2011	4.500	2.700	12.150.000
2012	5.000	3.000	12.000.000
2013	5.000	2.700	13.500.000
2014	5.000	2.800	14.000.000
2015	8.000	2.770	22.160.000
2016	8.300	3.000	24.900.000
2017	8.500	3.500	29.750.000
2018	8.500	3.450	29.325.000
2019	9.000	3.300	29.700.000
2020	9.000	3.200	28.800.000
2021	10.200	3.120	31.824.000

3.4 ANÁLISE DE MAPAS GEORREFERENCIADOS DE USO DO SOLO ENTRE 2011 E 2021

A quantificação das áreas de cada elemento ou atividade de uso do solo, foram as seguintes: área de vegetação, área de lavoura, área de mata e recursos hídricos, conforme a delimitação do município, resultando em uma área total de 64.895 hectares (ha) de extensão.

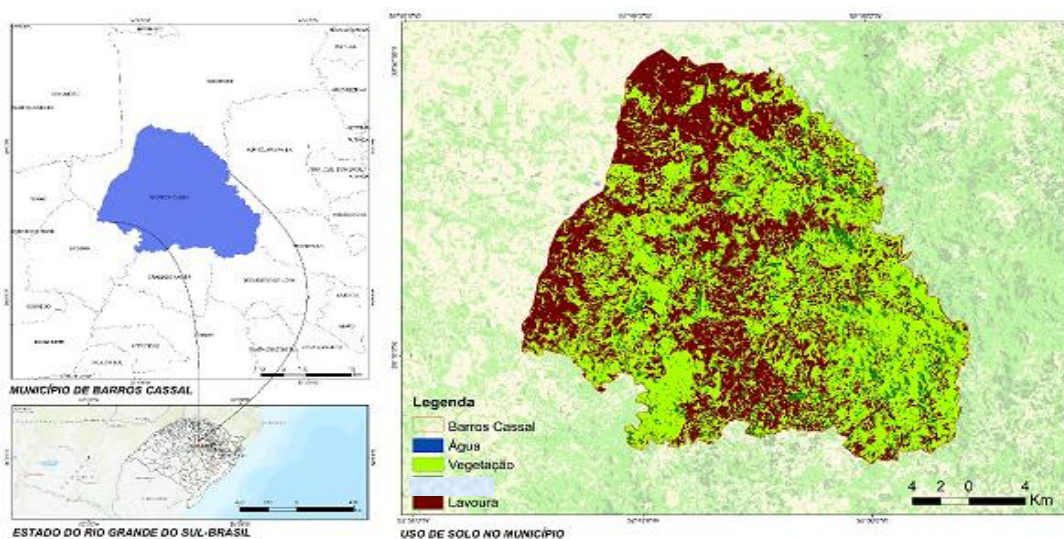
No ano de 2011, os elementos estavam assim distribuídos: 47.259 ha ocupados com área de vegetação, 13.500 ha com áreas de lavoura, 4.115 ha com áreas de mata e 21 ha com recursos hídricos. Já em 2021, a vegetação foi quantificada em uma área de 43.939 ha, evidenciando uma diminuição de 3.320 ha (7,55%) no período.

Tabela 3 - Mudanças no uso do solo na região do Alto da Serra do Botucaraí, entre os anos de 2011 e 2021.

	2011		2021		Aumento/diminuição
	ha	%	ha	%	ha
Área de vegetação	47.259,00	72,0	43.939,00	67,0	↓ 3.320
Área de lavoura	13.500,00	20,8	17.005,00	26,4	↑ 3.505
Área de mata	4.115,00	6,3	3.935,00	6,0	↓ 180
Recursos hídricos	21,00	0,03	16,00	0,02	↓ 3,4
Total	64.895,00		64.895,00		

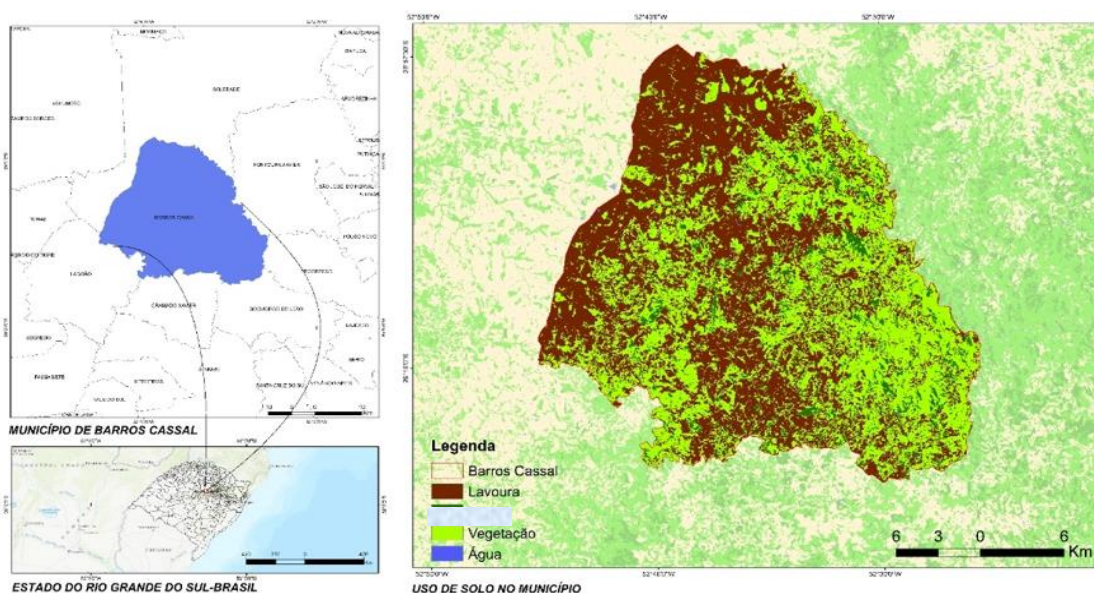
Em 2011, a ocupação do solo em Barros Cassal /RS, indicou o predomínio das áreas de vegetação, seguida por áreas de lavoura, áreas de mata e recursos hídricos (Figura 6). Em 2021, a ocupação do solo foi modificada, com diminuição da extensão das áreas de vegetação em 3.320 ha (7%), áreas de mata 180 ha (3,5%) e áreas úmidas 4 ha (24%). Por outro lado, houve expansão das áreas de lavoura em 1.900 ha (20%) (Figura 7).

Figura 7 – Mapa georreferenciado de uso do solo no município de Barros Cassal / RS em 2011.



Fonte: Autores, (2021)

Figura 8 – Mapa georreferenciado de uso do solo no município de Barros Cassal / RS em 2021. Soledade. 2022.



Fonte: Autores, (2021)

A área total ocupada com lavouras no município de Barros Cassal /RS, visualizada pelos mapas georreferenciados, foi de 13.500 ha em 2011 e 17.005 em 2021, indicando um aumento de aproximadamente 3.505 ha, substituindo principalmente áreas de vegetação, que tiveram significativa redução neste período.

Através da comparação entre as imagens de 2011 e 2021, é possível observar que houve um aumento das áreas de lavouras sobre áreas de vegetação, principalmente sobre áreas de campos nativos. O aumento do plantio da soja neste período se caracteriza por ocupar áreas de campo, antes usadas na pecuária, e na diminuição do plantio de fumo e milho. No RS mais de 70% das pastagens são naturais, sendo baixo o percentual de campos nativos melhorados, devido a implementação de outras diversidades de espécies e culturas de crescimento (IBGE, 2010).

Também através da comparação entre os dados fornecidos pela EMATER e os dados extraídos com as imagens de satélite, foi possível identificar semelhanças que ajudam a entender o processo de uso do solo do município de Barros Cassal / RS no período de 2011 a 2021.

Estudos sobre expansão da cultura da soja no Brasil, relatam que enquanto o crescimento médio anual de área agrícola no Brasil, considerando todas as culturas agrícolas, foi da ordem de 1,76% a.a., no caso da soja este valor foi de 5,06% a.a., entre os anos de 1994 a 2013 (FREITAS e MENDONÇA, 2016), indicando um aumento expressivo dessa cultura à época.

Segundo Pereira (2020), como constituintes da paisagem, os solos sustentam os elementos de superfície, como a vegetação, além dos de subsuperfície, sendo que pequenas mudanças na superfície interferem na dinâmica superficial e subsuperficial dos solos, ocasionando modificação estruturais, que refletem na própria paisagem.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou que houve modificação do uso do solo na área rural do município de Barros Cassal no período de 2011 e 2021, resultante da expansão da lavoura de soja, uma commodity agrícola, sobre as áreas de vegetação e de mata, assim como sobre as áreas das demais culturas de verão.

A expansão total da área cultivada de soja foi de 5.700 ha no referido município, sendo que o maior avanço foi sobre as áreas de vegetação, com perda

de 3.320 ha, representando 7,0% da área inicial. As áreas de vegetação que deram lugar as lavouras de soja podem ter sido áreas anteriormente ocupadas pela pecuária, pastagens ou campo.

Também houve expansão, embora com menor intensidade, sobre as áreas de mata nativa, com uma perda de 180 ha (5,42%). Considerando-se que 1 (um) ha equivale a 10.000 m², a perda de área de vegetação foi de 33.200.000 m² e de mata foi de 1.800.000 m².

Sobre as culturas temporárias, a lavoura de soja expandiu 2.300 ha, ocupando parte das áreas cultivadas, seguido de fumo (1.040 ha), milho (900 ha) e feijão (360 ha). Entre as principais culturas de verão, a soja teve o maior aumento de área cultivada entre os anos de 2011 e 2021, com um aumento de aproximadamente 126% da área plantada.

A alteração do uso do solo, vem sendo substituída em parte com as demais culturas, com a soja, essa substituição de cultivo pode ter sido ocasionada pela menor exigência de mão de obra para o manejo dessa espécie na lavoura, quando comparada com o cultivo do tabaco, que também é bastante praticado na região, assim como pela maior possibilidade de mecanização e maior rentabilidade proporcionada por essa cultura.

Considera-se que o cultivo extensivo da mesma espécie (monocultura) pode ocasionar o declínio da variabilidade genética nas lavouras, diminuindo a biomassa microbiana, tornando as espécies mais suscetíveis as doenças e pragas, assim como diminui a diversificação de produção nas propriedades, levando a maior vulnerabilidade em relação as adversidades climáticas e possível instabilidade do mercado econômico.

A perda de áreas de vegetação e de mata alteram o equilíbrio ambiental do ecossistema local devido a possível perda de biodiversidade, além de interferências nas dinâmicas de interação entre a biota local. Fatores tais como intensa mecanização e utilização de agroquímicos interferem grandemente sobre o ecossistema, interferindo na estrutura química, física e biológica do solo, assim como causam impactos aos recursos hídricos.

Diante desse cenário, considerando que a produção das lavouras são um fator importante de renda para as famílias e de desenvolvimento econômico para os municípios, se torna cada vez mais necessário a busca de práticas agrícolas

conservacionistas, incluindo o uso de tecnologias e variedade com maior potencial produtivo, que permitam o aumento da produção, sem a necessidade de aumento de área plantada, resultando em equilíbrio entre a exploração e a conservação dos recursos naturais.

Através deste estudo, observou-se que o aumento da lavoura de soja no município de Barros Cassal /RS, resultou em significativa mudança na paisagem local, com a substituição de outras culturas, ocupação em áreas de vegetação, aumento do desmatamento, podendo ter ocorrido o aterramento de pequenos banhados e nascentes, além do alto risco provocado pelo uso de produtos químicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. S. Floresta Atlântica. In: Recuperação ambiental da Mata Atlântica [online]. 3rd ed. rev. and enl. Ilhéus, BA: Editus, 2016, pp. 42-46.

BARROS CASSAL, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Dados sobre características ambientais do município de Barros Cassal**. Barros Cassal, 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos - 9º Levantamento de Safra 2017/18, v. 5, junho de 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 15 junho de 2022

DEMAMBRO, E.; PIETRAFESA, P. A.; ROJAS, G. V. G. A EXPANSÃO DO CULTIVO DE SOJA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS NO VALE DO ARAGUAIA, ENTRE 2000 E 2019. **South American Development Society Journal**, v. 7, n. 20, p. 83, 2021a. DOI: <http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v7i20p-83-108>

GAIDA, W. et al. Correção Atmosférica em Sensoriamento Remoto: Uma Revisão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 1, p. 229-248, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.1.p229-248>

EMATER – INSTITUTO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Relatório de Postagens do Estudo de Situação e Plano Operativo 2019**. Rio Grande do Sul: EMATER – ASCAR, 2019.

FREITAS, R. E.; MENDONÇA, M. A. A. de. Expansão Agrícola no Brasil e Participação da Soja: 20 anos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 3, p. 497-516, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790540306>

FZB – FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL. Homologada a nova Lista da Flora Gaúcha Ameaçada de Extinção. 2014. Disponível em:

http://www.fzb.rs.gov.br/conteudo/4809/?Homologada_a_nova_Lista_da_Flora_Ga%C3%BAcha_Amea%C3%A7ada_de_Extin%C3%A7%C3%A3o

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Relatório Técnico: Projeto Levantamento e Classificação do Uso da Terra. Rio Grande do Sul: IBGE, 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95891.pdf>. Acesso em: 20 junho de 2022

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Biomas – O RS possui dois importantes biomas: Mata Atlântica e Pampa. 2019. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/biomas>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2020**. Rio Grande do Sul: IBGE, 2020.

INCRA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Módulo Fiscal. 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal>

LAGE, M. O. **Identificação e classificação de áreas urbanas propícias à existência de criadouros do mosquito *Aedes Aegypti* via sensoriamento remoto**. 2020. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22606/T.106.2020.tde-19012021-142800>.

MACHADO, I. L. de O.; RAFA, V. Proteção ao meio ambiente e às bioéticas futuras: desdobramentos ao meio ambiente e às bioéticas futuras. **Saúde em Debate**, v. 44, n. 124, p. 263-274, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-1104202012419>

MOURA, G. de. **Qualidade sanitária e fisiológica de sementes salvas e comerciais de soja**. 2022. Conclusão de Curso de Graduação (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, RS, 2022.

PASQUALOTTO, N.; KAUFMANN, M. P.; WIZNIEWSKY, J. G. **Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável**. 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/18455/Curso_Lic-Ed-Campo_Agricult-Famil-Desenv-Rur-Sust.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 01 de jun. de 2022.

PEREIRA, B. C. Relação solo-paisagem e sua aplicabilidade: Uma ferramenta fundamental para o entendimento da caracterização da paisagem. Belo Horizonte: Cadernos do Leste, v. 20, n. 20, 2020.

PEREIRA, B. de F.M. et al. CONTAMINAÇÃO NO LENÇOL FREÁTICO, RIOS, LAGOS E LAGOAS DO BRASIL POR AGROTÓXICOS. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 7, p. 863-874, 2022. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v8i7.6235>

SALDANHA, O. B. D. M. **A atuação do Ministério Público diante do conflito entre o direito à moradia e o direito ao meio ambiente, nas áreas de preservação**

permanente urbanas em Cáceres-MT. 2016. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Direito) - Mestrado Interinstitucional UFPA/UFMT/UNEMAT, Belém/PA, 2016.

SANCHES, L. E. 2020. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceito e Métodos**. 3ª edição. Oficina de textos. São Paulo, 2020.

SANTOS, J. S. dos et al. Identificação da dinâmica espaço-temporal para estimar área cultivada de soja a partir de imagens MODIS no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 54-63, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000100008>

SILVA, M. N. DA; ANJOS, F. S. DOS. A expansão da soja no município de Jaguarão/RS: análise das percepções através da abordagem narrativa. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, n. 3, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.213748>