



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE ESTÁGIO

**DESAFIOS DO MAPEAMENTO DE SOJA NA REGIÃO SUL DO BRASIL EM  
PERÍODO DE SECA**

ANDRÉ FISCHER SILVA

FLORIANÓPOLIS – SC

2023

ANDRÉ FISCHER SILVA

**DESAFIOS DO MAPEAMENTO DE SOJA NA REGIÃO SUL DO BRASIL EM  
PERÍODO DE SECA**

Trabalho de Conclusão de Estágio apresentado ao Curso de Graduação em Geografia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Everton da Silva  
Supervisor: Daniel Alves de Aguiar

FLORIANÓPOLIS - SC

2023

Fischer Silva, André  
DESAFIOS DO MAPEAMENTO DE SOJA NA REGIÃO SUL DO BRASIL  
EM PERÍODO DE SECA / André Fischer Silva ; supervisor,  
Everton Silva, 2023.

32 p.

Relatório de Estágio - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Graduação  
em Geografia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Geografia. 2. Sensoriamento Remoto. 3. Soja. I. da  
Silva, Everton. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Graduação em Geografia. III. Título.

André Fischer Silva

**DESAFIOS DO MAPEAMENTO DE SOJA NA REGIÃO SUL DO BRASIL EM  
PERÍODO DE SECA**

Este Trabalho de Conclusão de Estágio foi julgado adequado para obtenção do título de Título de “Bacharel de Geografia” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Geografia.

Florianópolis, 26 de junho de 2023.

---

Coordenação do Curso

**Banca examinadora**

---

Prof. Everton Silva  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Carlos Vieira  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Roberto Fabris Goerl  
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2023.

## **AGRADECIMENTOS**

A Agrosatélite Geotecnologia Aplicada LTDA, e seus funcionários, que me acolheram a equipe e sempre me ajudaram durante a minha jornada como estagiário.

Ao meu orientador Everton Silva, pelo suporte no tempo que lhe coube, pelas suas ideias, orientações, correções e paciência.

Aos meus amigos Gabriela Mazzilli e Robson Silvano, que sempre estiveram comigo em praticamente todas as disciplinas e trabalhos em grupo do curso.

Ao meu colega de trabalho e amigo Lucas Kreutzfeld, que me ensinou muito do que eu sei hoje sobre sensoriamento remoto aplicado a agricultura.

Ao meu supervisor e gestor Daniel Aguiar, que me deu a oportunidade de ir a campo, e me deixou utilizar dados produzidos pela empresa para a realização deste trabalho.

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio constante.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu agradecimento.

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de estágio é um relatório sobre a execução de um dos projetos de mapeamento anuais realizados na Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda no ano de 2022, o Grão Sul. O Grão Sul tem como objetivo a identificação e classificação de toda área plantada de soja e milho da safra de verão na região sul do Brasil. A interpretação dos cultivos é feita de maneira remota com o uso de imagens de satélite. No entanto, no ano de 2022 ocorreu uma grande seca no sul do país, que prejudicou o desenvolvimento dos cultivos de verão, principalmente a soja, e que conseqüentemente causou grandes dificuldades na identificação das plantações. Uma das maneiras para contornar este problema foi a realização de um trabalho de campo que percorreu os 3 estados da região sul do Brasil, nele foi observado diversas medidas de mitigação de danos feito pelos produtores, e também foram levantados diversos pontos de campo para verificar a acurácia do mapeamento. Mesmo com todas as dificuldades enfrentadas na realização do projeto ele pode ser concluído, o mapeamento manteve uma boa acurácia, e os resultados mostraram que, apesar da seca, a área plantada de soja e milho aumentou na região sul, impulsionada pelo aumento do preço dos grãos.

**Palavras-chave:** Mapeamento, região sul, sensoriamento remoto, soja, seca.

## **ABSTRACT**

This internship conclusion work is a report on the execution of one of the annual mapping projects carried out at Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda in the year 2022, Grão Sul. Grão Sul aims to identify and classify the entire cultivated area of soybeans and corn, on the summer months, in the south region of Brazil. The identification of the crops is done remotely with the use of satellite images. However, in the year 2022 there was a major drought in the south region of the country, which hampered the development of summer crops, especially soybeans, and consequently caused great difficulties in the process of identification of the plantations. One of the ways to get around this problem was to carry out a field work that went through the 3 states of the south region of Brazil, in which several measures of damage mitigation made by the producers were observed, and multiple field points were also raised to verify the accuracy of the mapping process. Even with all the difficulties faced the project was completed, and the results showed that, despite the drought, the mapping process maintained a good accuracy, and the planted area of soybeans and corn increased in the South region, driven by the increase in grain prices.

**Keywords:** Mapping, south region, remote sensing, soybeans, drought.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Parte da equipe de funcionários da Agrosatélite reunidos na frente do escritório em Florianópolis-SC.....	12
Figura 2 - Mapa do Monitor de Secas de fevereiro de 2022 .....	16
Figura 3 - Precipitação acumulada de maio de 2021 a maio de 2022 .....	17
Figura 4 - Localização da central de monitoramento do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) em Cruz Alta-RS .....	17
Figura 5 - Estados da região sul do Brasil .....	19
Figura 6 - Rota percorrida em campo .....	20
Figura 7 – Imagem de satélite, Sentinel 2 utilizando as bandas B11 (SWIR 1), B08A (Red Edge 4) e B4 (Vermelho), de área com cultivo de soja, Bozano RS, 12/01/2023.....	25
Figura 8 - Imagem de satélite, Sentinel 2 utilizando as bandas B11 (SWIR 1), B08A (Red Edge 4) e B4 (Vermelho), de área com cultivo de soja, Bozano RS, 09/01/2022.....	25
Figura 9 - Imagem aérea, feita por drone, de uma plantação de soja com sistema de irrigação por pivô central .....	27
Figura 10 - Calendário agrícola de 2019 da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) para o plantio de soja na região sul do Brasil .....	27
Figura 11 - Mapa de soja e milho na região sul, primeira safra de 2022 .....	28
Figura 12 - Mapa de soja e milho no Rio Grande do Sul, primeira safra de 2022 .....	29
Figura 13 - Mapa de soja e milho em Santa Catarina, primeira safra de 2022 .....	30
Figura 14 - Mapa de soja e milho no Paraná, primeira safra de 2022 .....	31
Figura 15 - Variações dos preços das sacas de soja e milho de 3 de janeiro de 2019 até 3 de janeiro de 2023 .....	32
Figura 16 - Produção de soja, em milhões de toneladas, nas safras de 2020/21 e 2021/22 nos estados da região sul do Brasil .....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz de confusão, comparação entre dados coletados em campo e classificações do mapeamento.....	25
Tabela 2 - Dados de área plantada de soja e milho no Rio Grande do Sul, primeira safra de 2022 e 2021 .....	29
Tabela 3 - Dados de área plantada de soja e milho em Santa Catarina, primeira safra de 2022 e 2021 .....	30
Tabela 4 - Dados de área plantada de soja e milho no Paraná, primeira safra de 2022 e 2021 .....	31
Tabela 5 – Dados de área plantada de soja e milho na região sul, primeira safra de 2022 e 2021 .....	32

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>APRESENTAÇÃO DO LOCAL DO ESTÁGIO</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>13</b>
3.1	SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À AGRICULTURA .....	13
3.2	PRODUÇÃO DE SOJA NO SUL DO BRASIL .....	14
3.3	SECA 2021/22 .....	15
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
4.1	ÁREA DE ESTUDO .....	19
4.2	LEVANTAMENTO DE DADOS EM CAMPO .....	20
4.3	MAPEAMENTO .....	21
4.4	ESTRATÉGIAS PARA A INTERPRETAÇÃO DE ÁREAS DE SOJA AFETADAS PELA SECA .....	23
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>24</b>
5.1	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DE CAMPO .....	24
5.2	RESULTADOS DO MAPEAMENTO .....	28
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>34</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Presente trabalho relata as atividades desenvolvidas durante o estágio realizado na empresa Agrosatélite Geotecnologia Aplicada, mais especificamente pelo uso de imagens derivadas do sensoriamento remoto e sua aplicação na agricultura. Neste sentido, vale lembrar do conceito de sensoriamento remoto, que corresponde ao processo de obtenção de informações sobre um objeto, ou área, sem entrar em contato direto com ele (LS SHIRATSUCHI, 2014). Este processo pode ser feito utilizando imagens aéreas, imagens de satélite, e até mesmo radar, e juntamente à utilização de softwares GIS é possível aproveitar essas informações para criação de diversos trabalhos científicos e comerciais.

O uso do sensoriamento remoto na agricultura tem se tornado extremamente importante para o setor, pois é possível fazer a diferenciação dos tipos de cultura, observar o seu estágio de desenvolvimento, averiguar a saúde da lavoura etc. A identificação das culturas é possível ser feita visto que os plantios, em grande parte dos casos, possuem comportamentos espectrais distintos e característicos, o que significa que cada cultivo reflete a luz em diferentes tipos de ondas. Por exemplo, o milho reflete mais ondas do infravermelho próximo, enquanto a soja reflete mais ondas do vermelho. Tendo este tipo de informação, e modificando a composição das cores das imagens de satélite, é possível identificar diferentes tipos de plantios e em uma escala maior do que seria possível em campo.

No ano de 2022 a região sul do Brasil foi diretamente afetada por uma grande seca que teve o seu início em julho de 2021, e perdurou até meados de 2022. Este período de estiagem afetou os 3 estados da região sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande Sul, tendo algumas localidades mais afetadas que outras, sendo o oeste da região a área mais prejudicada.

A seca além afetar diretamente a vida cotidiana da população destes estados, sendo somente no Rio Grande do Sul decretado estado de emergência em mais de 400 dos 497 municípios, também afetou negativamente o desenvolvimento dos cultivos da primeira safra de 2022, causando prejuízos bilionários para os produtores, e dificultando o trabalho de identificação e classificação de culturas via imagens de satélite, visto que a sua resposta espectral ficou muito diferente daquilo que é esperado.

O objetivo deste trabalho é relatar como foi desenvolvido um dos projetos realizados pela empresa, o Grão Sul, que consistiu no mapeamento de todos os talhões de soja e milho plantados na primeira safra do ano de 2022, presentes na região sul do país, e que apresentou diversos desafios na execução, visto que a região passou por uma importante seca neste período,

afetando negativamente o desenvolvimento das plantações de soja, levando a necessidade de um trabalho de campo mais intenso para validação dos resultados.

## 2 APRESENTAÇÃO DO LOCAL DO ESTÁGIO

Fundada em 2013 por 4 sócios que trabalhavam no Laboratório de Sensoriamento Remoto Aplicado à Agricultura e Floresta do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Agrosatélite Geotecnologia Aplicada é uma empresa especializada na análise de imagens de satélites de sensoriamento remoto e no desenvolvimento de inteligência geográfica para os setores agrícola, florestal e ambiental. Podemos ver parte da equipe na Figura 1.

Com a realização de diversos projetos de mapeamento agrícola, a partir da análise de imagens de satélites, como o Canasat, por exemplo, que é responsável pelo monitoramento anual do plantio de cana-de-açúcar, mapeamentos de soja e milho nos biomas do Cerrado, Amazônia, e também na região sul do Brasil, e Paraguai, além da criação de produtos que buscam o crescimento do agronegócio de forma sustentável, como o sistema de monitoramento de fazendas (SIMFaz), fizeram com que a empresa tenha ganhado certo destaque no cenário nacional quando o assunto é sensoriamento remoto aplicado à agricultura.

Figura 1 – Parte da equipe de funcionários da Agrosatélite reunidos na frente do escritório em Florianópolis-SC.



Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 - SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À AGRICULTURA

O sensoriamento remoto é caracterizado pela ação de obter-se informação sobre um objeto na superfície da terra, sem entrar em contato direto com ele, e muitas vezes à longas distâncias (LS SHIRATSUCHI, 2014). E para isso é utilizado, com muita frequência, imagens geradas por sensores remotos acoplados a satélites.

Ainda em seu texto, LS Shiratsuchi (2014) explica muito bem as especificidades dos sensores, e suas diferenças, quando ele diz que:

Em SR, os sensores utilizados podem ser divididos em duas categorias: passivos ou ativos. Sensores passivos registram a energia eletromagnética refletida ou emitida pelo alvo, já os sensores ativos proporcionam fonte própria de energia eletromagnética [...] Imagens de sensores remotos apresentam diferentes resoluções: espacial, espectral, temporal e radiométrica. A resolução espacial diz respeito à dimensão do terreno que é representada pelo menor elemento em uma imagem, o pixel. [...] A resolução espectral diz respeito ao número e ao tamanho dos intervalos de comprimento de onda (bandas) do espectro eletromagnético mensurado. [...] A resolução temporal diz respeito ao intervalo de tempo necessário para a obtenção de imagens de um mesmo local. [...] A resolução radiométrica diz respeito à forma e a precisão de como a radiação eletromagnética medida pelo sensor remoto. (SHIRATSUCHI *et al.*, 2014, p.62-63)

O uso das imagens de satélite possibilita que o sensoriamento remoto seja aplicado de diversas maneiras possíveis no ramo agrícola, desde a agricultura de precisão até o monitoramento de plantio em áreas de desmatamento. Neste trabalho o foco são as análises de mudanças de uso e cobertura da terra para o plantio de soja e milho, feitas a partir de mapeamentos utilizando imagens de satélite.

Órgãos públicos, como o IBGE, fazem as suas próprias estimativas de área plantada dos principais grãos produzidos no Brasil. Devido à grande escala de operação, muitas vezes esses dados são obtidos por meio de entrevistas com os produtores e cooperativas de algumas regiões do país, como é o no caso da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), no entanto, este método deixa brecha para a subjetividade da informação, deixando-a menos precisa. (BETTA, 2021)

Para a obtenção de dados com maior acurácia é necessário a interpretação de imagens de satélite, e as duas maneiras mais comuns de se fazer isso são a partir da análise quantitativa (automática), feita por um algoritmo treinado para identificar as áreas de interesse, e a análise qualitativa (visual), feita por um intérprete humano qualificado. Cada tipo tem as suas vantagens e desvantagens, a análise qualitativa, quando feita por uma pessoa capacitada, pode ser mais precisa e detalhada, obtendo dados mais confiáveis, porém, por ser feita de maneira

analógica, exige grande atenção, expertise e tempo, portanto, sua utilização é recomendada para áreas menores, como um município. Já a análise quantitativa tende a ser mais rápida, porém menos precisa quando comparada a um profissional altamente qualificado, portanto, é recomendado que seja usada para grandes áreas, outro ponto importante da análise quantitativa é que o algoritmo está em constante aprendizado, sempre melhorando a precisão da interpretação.

Tendo em vista estes dois métodos de interpretação, uma boa abordagem é utilizá-los em conjunto, primeiramente usa-se a análise quantitativa para gerar o mapa base, e os erros e omissões podem ser corrigidos pelo intérprete de maneira manual, possibilitando uma maior rapidez no processo e um resultado mais preciso (RUDORFF, 2005)

### 3.2 PRODUÇÃO DE SOJA NO SUL DO BRASIL

A soja é uma planta que tem origens na China, e que chega ao Brasil no início do século XX, mais especificamente no Rio Grande do Sul, estado com uma clima propício para o cultivo, no entanto, o grão só começa a ganhar posição de destaque na economia nacional a partir da década de 70. (PIROLLA, 2008)

Na década de 50 o maior produtor mundial de soja era o Estados Unidos da América, no entanto, em 1969 o governo norte americano decide limitar a expansão do cultivo no país, aumentando drasticamente o preço do grão no mercado global, e países como Argentina, Paraguai e Brasil se utilizam deste momento para aumentar exponencialmente as suas áreas de produção. (PIROLLA, 2008)

No início da década de 60 a soja já era cultivada de maneira comercial no Rio Grande do Sul, e existiam programas de subsídio para a produção de trigo no sul do país, tendo como objetivo a autossuficiência, portanto, a opção mais rentável ainda era esta, entretanto, uma péssima colheita do cultivo em 1973, juntamente da alta dos preços da soja, fez com que essa se tornasse uma opção mais lucrativa para os produtores. O cultivo do grão se deu primeiramente na região do Alto Uruguai, no nordeste do estado, mas se espalhou rapidamente pela região Sul. No Paraná, assim como no Rio Grande do Sul, ocorreu um grande aumento nas áreas cultivadas com soja, principalmente após a década de 70, em 1974 a soja já tinha se tornado o principal cultivo do agronegócio local, em um estado que durante décadas foi dominado pelo café. (PIROLLA, 2008)

A partir dos avanços tecnológicos em desenvolvimento de fertilizantes e insumos para o solo, além também de trabalhos genéticos em plantas, feitos por órgãos de pesquisa

agropecuária como a EMBRAPA, a soja, uma planta de zona temperada, pode começar a ser cultivada nos solos do centro-oeste brasileiro, um local antes impróprio para o plantio, por ser uma região de clima tropical, e solo “pobre” de nutrientes. Atualmente a região centro-oeste é a maior produtora de soja no país e uma das maiores do mundo, com uma área total plantada de 17.774.031ha (IBGE, 2021), contudo, a região sul não fica muito para trás com 12.317.783ha (IBGE,2021), com Rio Grande do Sul e Paraná sendo os destaques.

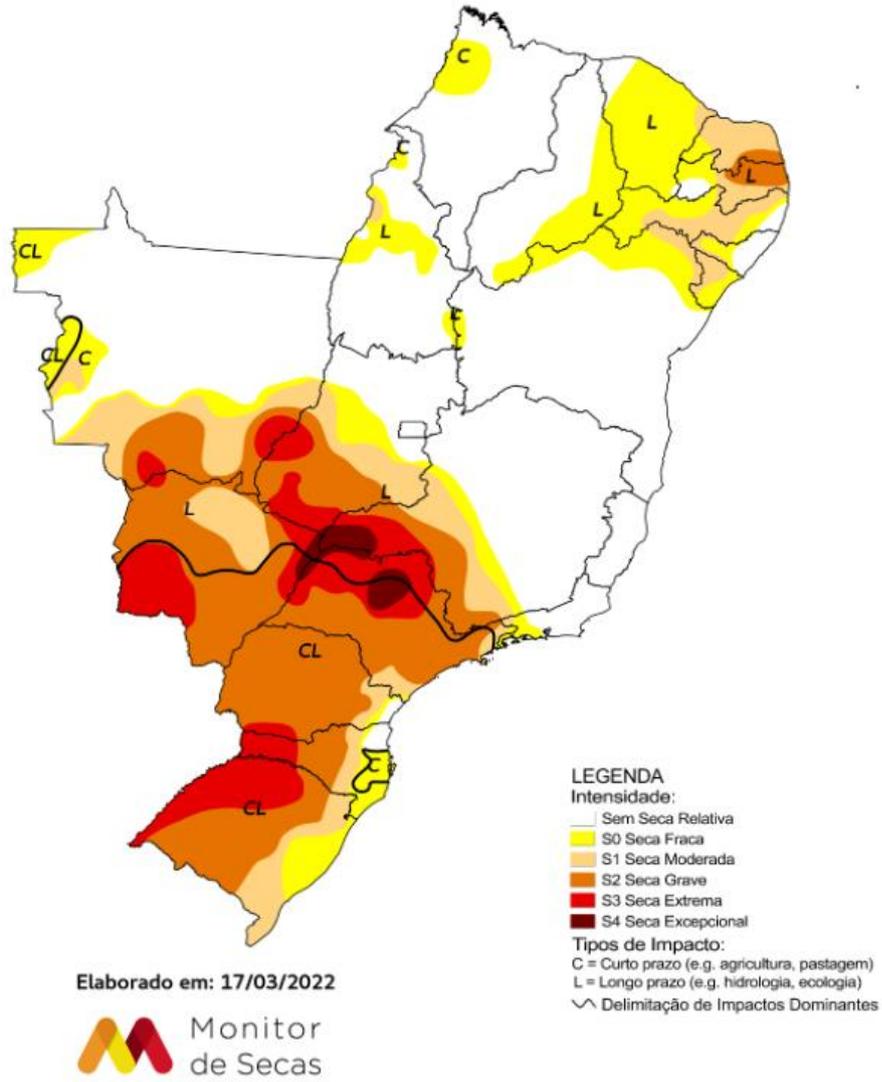
### 3.3 SECA 2021/22

A seca ocorrida no centro-sul brasileiro teve o seu início em julho de 2021, e os seus efeitos foram sentidos até o inverno de 2022, em algumas localidades, de acordo com o relatório de estiagem do governo do Rio Grande do Sul, e com o Monitor de Secas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Mesmo que em alguns meses neste período os índices pluviométricos tenham ficado próximos da média, em determinadas regiões, a grande estiagem ocorrida de novembro até fevereiro teve consequências alarmantes para a população brasileira, principalmente para os produtores agrícolas, visto que este é um período crítico para o crescimento e desenvolvimento dos principais grãos cultivados no país, soja e milho.

Na região sul do Brasil o oeste dos estados, perto da fronteira nacional, foram as áreas mais afetadas, com secas graves e ou extremas, já as localidades litorâneas tiveram uma seca mais amena, como podemos ver no mapa de fevereiro de 2022 do Monitor de Secas, presente na Figura 2, que é um projeto da ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico), e tem como objetivo integrar o conhecimento técnico e científico já existente em diferentes instituições estaduais e federais para alcançar um entendimento comum sobre as condições de seca, como: sua severidade, a evolução espacial e no tempo, e seus impactos sobre os diferentes setores envolvidos

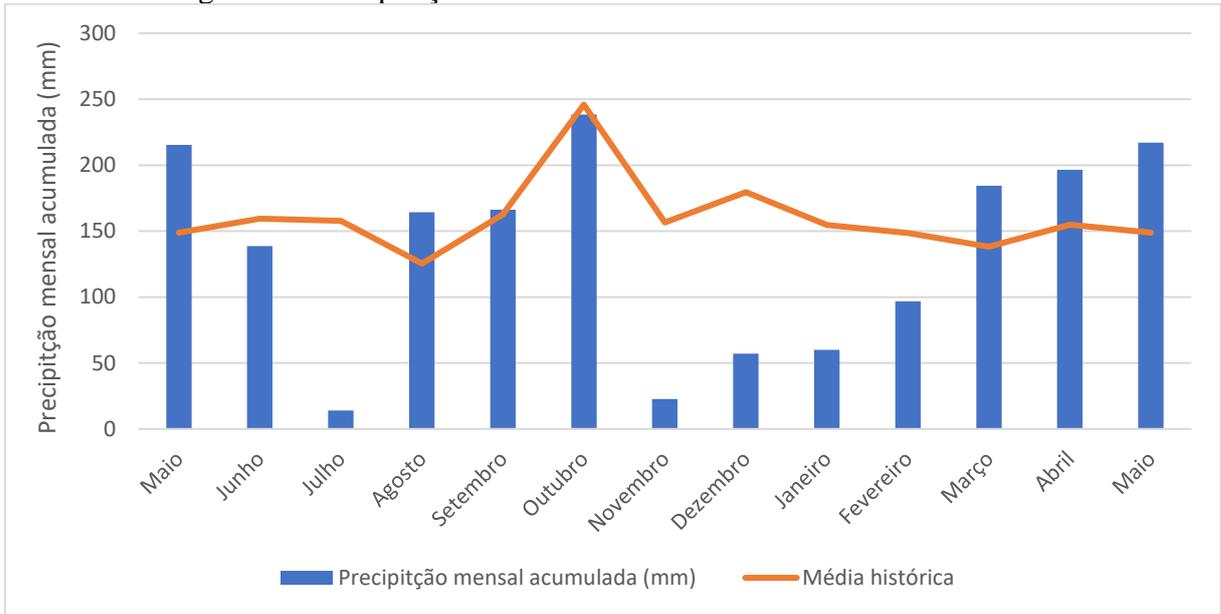
Na Figura 3 é possível ver uma comparação entre a precipitação pluvial mensal ocorrida de maio de 2021 a maio de 2022, e a sua média histórica, em uma central de monitoramento do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) em Cruz Alta-RS, um município presente em uma região fortemente afetada pela seca, sua localização pode ser vista na Figura 4.

Figura 2 – Mapa do Monitor de Secas de fevereiro de 2022.



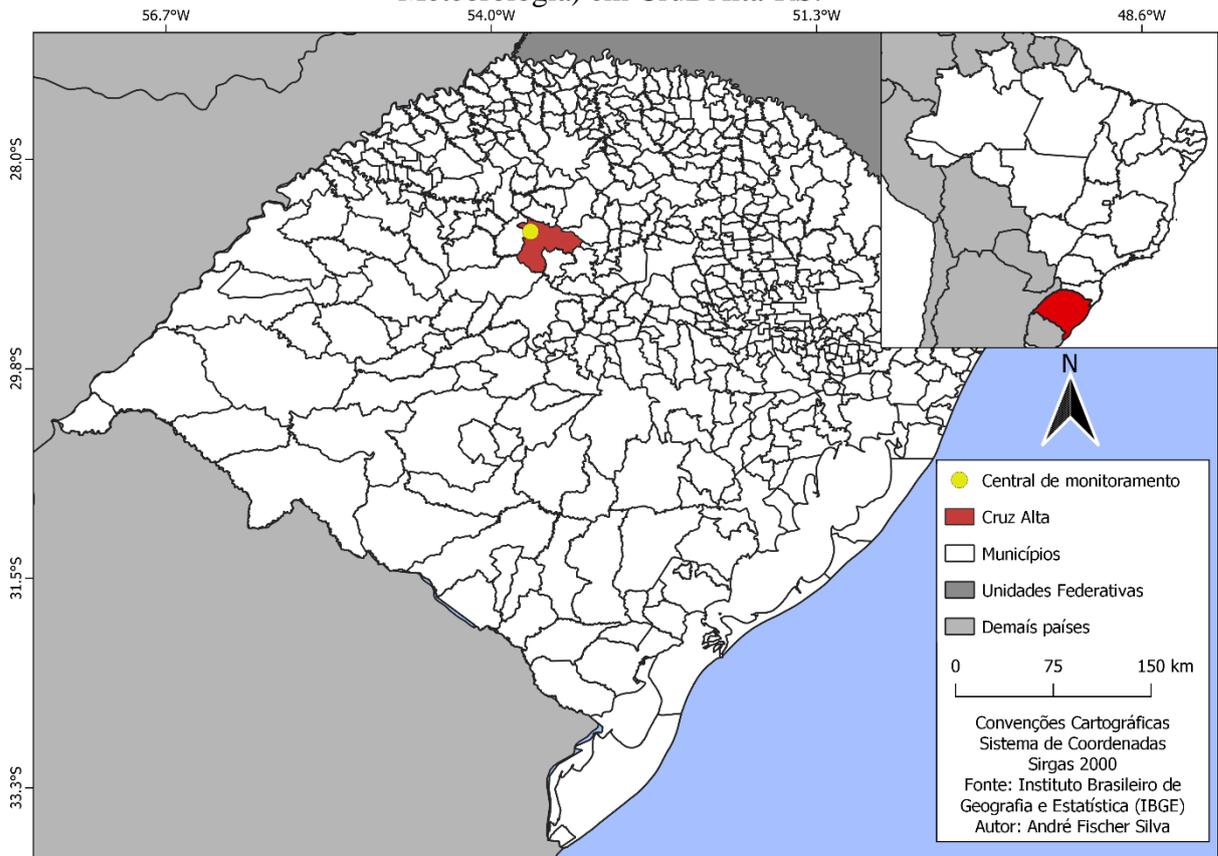
Fonte: Monitor de Secas.

Figura 3 – Precipitação acumulada de maio de 2021 a maio de 2022.



Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Elaboração: Autor

Figura 4 – Localização da central de monitoramento do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) em Cruz Alta-RS.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE) Elaboração: Autor

A falta de chuva juntamente com as altas temperaturas do verão, geraram impactos severos em diversos municípios do sul do país, somente no Rio Grande do Sul mais de 400 dos

497 municípios do estado decretaram situação de emergência, e as perdas estimadas para o setor agrícola giram em torno dos R\$ 37 bilhões, somente para as culturas de soja e milho, até março de 2022, de acordo com a Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Sul. Já em Santa Catarina, a EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) estima que a perda na safra foi de R\$ 3,7 bilhões, e no Paraná a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento estima um prejuízo de R\$ 25,6 bilhões.

Um fenômeno climático que certamente tem ligação com a grande estiagem é a Lã Nina que ocorreu entre 2021 e 2023, este é um fenômeno atmosférico-oceânico que ocorre no Oceano Pacífico Equatorial, onde a temperatura de suas águas fica mais fria do que a média histórica. Os efeitos da Lã Nina são de escala global, porém, eles são diferentes de acordo com a sua região, no norte e nordeste brasileiro ocorre um aumento nas chuvas, já no Sul o efeito é o oposto, as chuvas diminuem.

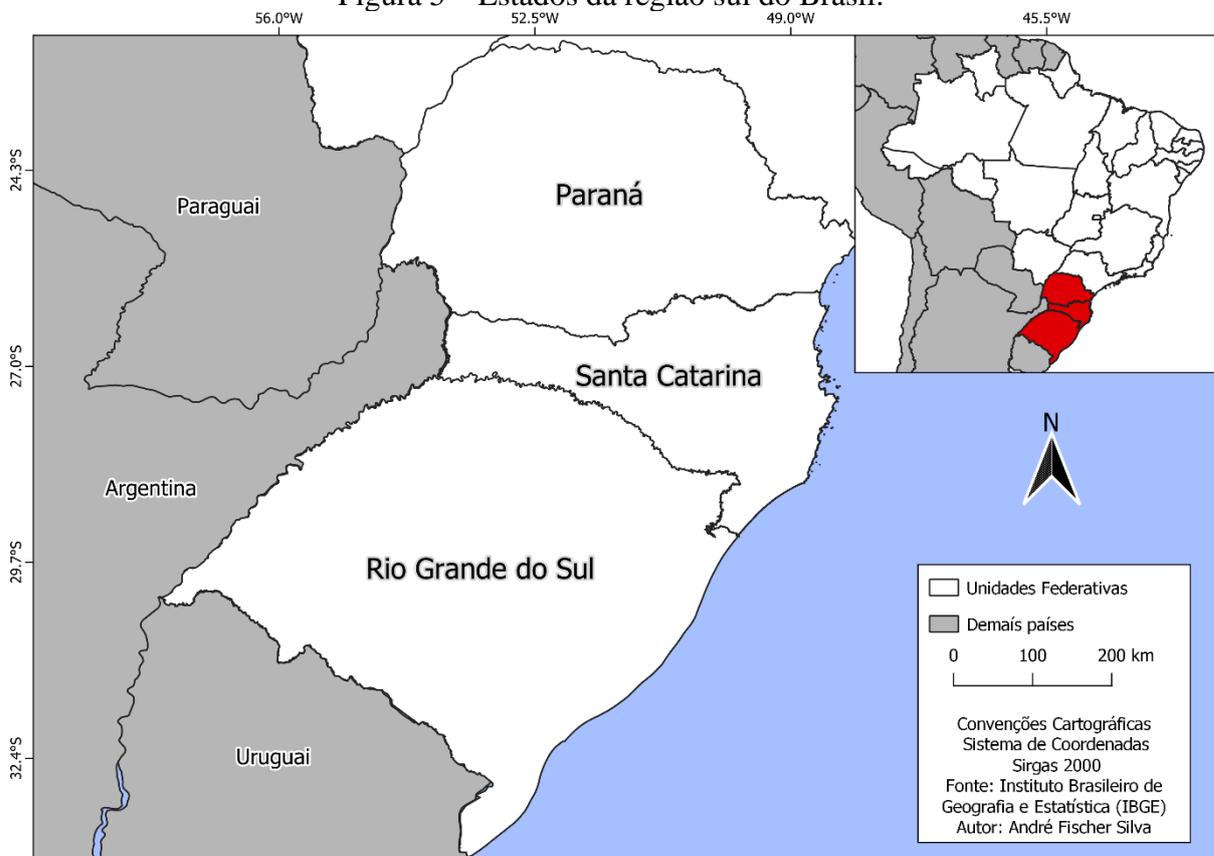
## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

Na realização do projeto Grão Sul foram mapeadas as áreas de soja e milho de todos os municípios da região sul do Brasil. A região é composta por 3 estados, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, e 1191 municípios, contabilizando um total de 30.402.587 habitantes (IBGE, 2021), uma área total de 576.774 km<sup>2</sup>, e podem ser vistos na Figura 5.

Os estados da região estão entre os principais produtores de soja e milho, 1<sup>a</sup> safra, do Brasil, no total foram plantados 12.317.783ha de soja e 1.494.113ha de milho em 2021, colocando a região somente atrás do Centro-Oeste, que tem 17.774.031ha de soja e 9.901.546 de milho (IBGE, 2021). O Rio Grande do Sul é o maior produtor dos dois cultivos, tendo uma área plantada de 6.107.620ha de soja e 780.142ha de milho, seguido do Paraná com 5.521.183ha de soja e 375.084ha de milho, e por fim Santa Catarina com 688.980ha de soja e 338.887ha de milho (IBGE, 2021)

Figura 5 – Estados da região sul do Brasil.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE) Elaboração: Autor

#### 4.2 – LEVANTAMENTO DE DADOS EM CAMPO

As atividades de campo transcorreram por 7 dias, tendo seu início em 30 de janeiro de 2022 e o seu término em 5 de fevereiro de 2022. A viagem foi realizada de automóvel, e o trajeto pode ser visto na Figura 6. Durante o campo os 3 estados da região sul foram visitados, com passagem em municípios importantes no cenário do agronegócio, como: Maringá, Cascavel, Chapecó, Cruz Alta, entre outros.



Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda. Elaboração: Autor

A equipe que realizou a viagem de campo foi composta por 3 pessoas, sendo: 1 estagiário, 1 analista e 1 dos sócios da empresa. A coleta de amostras foi feita utilizando o aplicativo Mapit GIS, já que nele é possível salvar coordenadas e criar classes para rotular o que estava presente no local.

A coleta de amostras ocorreu da seguinte maneira: Duas pessoas coletavam pontos durante o dia, enquanto se tinha boa visibilidade das plantações, dentro do próprio veículo, e cada um olhava somente para um lado, direito ou esquerdo. Quando o cultivo era identificado era marcado um ponto no aplicativo dentro do respectivo talhão, utilizando uma imagem de

satélite do Google Maps como referência, e adicionado a classe. Observa-se que mesmo nesta condição foi possível identificar facilmente os cultivos de soja e milho, e quando se teve alguma dúvida a respeito do plantio, se possível, parou-se o veículo para examinar mais proximamente a plantação. Além da soja e do milho, outras classes também foram também alvos de coleta de amostras, como pastagem e reflorestamento, pois elas ajudam na identificação de possíveis erros cometidos no mapeamento. No total foram coletadas 2896 amostras, sendo 1998 de soja, 418 de milho e 480 de outros tipos de uso e cobertura do solo.

Outro aplicativo utilizado em campo foi o Avenza Maps, nele é possível fazer o download de mapas e imagens para uso offline. Neste caso o aplicativo foi utilizado para a visualização de imagens de satélite das regiões pelas quais passamos. Nas imagens eram observados os talhões que tinham um comportamento espectral diferente dos demais, para que quando possível pudéssemos observá-lo em campo.

#### 4.3 – MAPEAMENTO

O projeto teve início em janeiro de 2022 e foi finalizado em maio do mesmo ano. A equipe responsável pelo trabalho foi composta por 9 estagiários e 4 analistas de geoprocessamento. Os estagiários eram encarregados do mapeamento, que era dividido em municípios, cada estagiário fazia um por vez até acabar toda a região sul, enquanto os analistas supervisionavam o trabalho e faziam a revisão do que havia sido desenvolvido. Sendo um estagiário na época, fiquei responsável com parte do mapeamento, e após o término do trabalho de campo também ajudei na organização dos dados levantados.

O mapeamento foi realizado utilizando o software livre QGIS, que é disponibilizado de maneira gratuita em [https://qgis.org/pt\\_BR/site/](https://qgis.org/pt_BR/site/). A camada base, shapefile, utilizado na realização deste projeto, foi a camada resultante do mapeamento realizado no ano anterior, que por sua vez foi gerada primeiramente por uma interpretação automática, e melhorada a partir da interpretação visual. Durante a etapa de vetorização foi referenciado o projeto ao sistema geodésico de referência oficial no país, Sirgas 2000.

A camada base que foi gerada para o primeiro mapeamento foi feita a partir de uma classificação automática supervisionada, que não teve participação da equipe de estagiários, mas que o processo para realização pode ser descrito resumidamente em 5 etapas.

Primeiramente são selecionadas imagens de satélite livres de nuvens e dentro do período de maior vigor vegetativo dentro da safra. Após isso é feita uma pré-classificação dos cultivos

anuais através da geração de índices que consideram os períodos de vigor vegetativo, esta parte do processo é feita no Google Earth Engine.

Após isso, ainda no Google Earth Engine, é feita uma pré-classificação dos cultivos anuais através da geração de índices que consideram o período de vigor vegetativo, como EVI2, CEI, NDWI de área alagadas, e NDBI, para que seja gerada uma imagem que destaque os cultivos de interesse.

A partir da terceira etapa é utilizado o software pago ArcGIS, nele é feita a segmentação das áreas homogêneas utilizando as bandas das imagens de satélite e os índices previamente utilizados, ou seja, nesta etapa são gerados polígonos em todos os talhões identificados como sendo de cultivo anual.

Na quarta etapa é extraída uma média estatística dos polígonos homogêneos contínuos, utilizando novamente as bandas das imagens de satélite.

E por fim, na última etapa é feita a classificação automática supervisionada dos polígonos de soja e milho, para isso são utilizadas as bandas NIR, SWIR e RED (Infravermelho próximo, infravermelho de ondas curtas e vermelho) e os índices NDVI e CEI.

Para realização deste projeto foram utilizadas imagens de 4 satélites diferentes, Landsat 7 e 8 da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA), e Sentinel 2A e 2B da Agência Espacial Europeia (ESA), que foram adquiridas por meio de aplicativos desenvolvidos pela própria empresa, que baixam as imagens diretamente dos servidores do Google e da ESA. O satélite Landsat 7 possui o sensor *Enhanced TM Plus* (ETM+), capaz de gerar imagens com resolução espacial de 30m, e as bandas utilizadas na composição das imagens foram B4 (Infravermelho próximo), B5 (Infravermelho médio) e B3 (Vermelho), já o Landsat 8 possui o sensor *Operational Land Imager* (OLI), com uma resolução espacial também de 30m, e as bandas utilizadas foram, B5 (Infravermelho próximo), B6 (Infravermelho médio) e B4 (Vermelho), e por fim os satélites da missão Sentinel-2 utilizam sensores multiespectrais (MSI), e possuem uma resolução espacial de 20m, as bandas utilizadas foram, nesta ordem, B11 (SWIR 1), B08A (Red Edge 4) e B4 (Vermelho).

No seu texto Lemos explica como é feita a identificação dos cultivos, a partir do uso de imagens de satélite, quando ele diz que:

Nessas composições, os alvos avaliados possuem comportamentos distintos e característicos, permitindo sua discriminação nas imagens. Além disso, utilizou-se uma metodologia de interpretação multitemporal, que consiste em uma análise visual conjunta de várias imagens adquiridas ao longo da safra. Deste modo, é possível identificar e mapear áreas em diferentes estádios de desenvolvimento, bem como evitar confusões espectrais com outros alvos que podem acontecer quando estes são avaliados em uma única imagem, o que resulta em um mapeamento muito próximo da realidade do campo. (LEMOS, 2020, p.13)

Após o término do mapeamento foi gerado um mapa temático de toda a região levantada, e um relatório sobre os resultados do projeto foi elaborado, em que os dados de área total plantada foram calculados utilizando o sistema de projeção Brazil Albers Conic com os seguintes parâmetros: Longitude de origem  $-54^\circ$  e Latitude de origem  $-12^\circ$ , Paralelo padrão 1:  $-2^\circ$  e Paralelo padrão 2:  $-22^\circ$ . Esta é a projeção utilizada, pois, é indicada pelo IBGE para cálculos de área no Brasil.

#### 4.4 – ESTRATÉGIAS PARA A INTERPRETAÇÃO DE ÁREAS DE SOJA AFETADAS PELA SECA

Como o projeto Grão Sul já ocorreu no ano de 2021, aproveitou-se o mapa desenvolvido à época (formato shapefile), utilizando-o como base para o projeto de 2022. Nas regiões prejudicadas pela seca, o mapeamento foi elaborado da seguinte maneira: áreas que já estivessem dentro da camada deveriam ser mantidas e somente talhões onde se tinha absoluta certeza da ausência do cultivo de soja deveriam ser retirados. Para se obter essa exatidão era preciso averiguar dois fatores, a permanência de uma coloração azul, sem apresentar manchas mais escuras, durante toda a safra, e uma confirmação a partir do gráfico de EVI, que pode ser obtido em <https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/satveg/>

Como o milho em geral tem um calendário de plantio mais precoce, comparado à soja, ele foi menos afetado pela seca. Com isso, em grande parte da região estudada foi possível identificá-lo e mapeá-lo normalmente.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DE CAMPO

O principal desafio deste trabalho foi a presença de áreas afetadas pela seca. Na Figura 7 é possível observar um comportamento típico da soja, utilizando as bandas B11 (SWIR 1), B08A (Red Edge 4) e B4 (Vermelho) do Sentinel 2, no município de Bozano, no Rio Grande do Sul, no ano de 2023. Já na Figura 8 pode-se perceber este mesmo local na safra do ano anterior com a coloração azul na grande maioria dos talhões, tornando difícil a identificação da cultura de soja.

Devido ao alto grau de dificuldade de identificação e mapeamento da soja, em toda a região sul, foi necessário a realização de um trabalho de campo, com o objetivo de coletar amostras de uso e cobertura do solo, de modo a subsidiar a avaliação da qualidade do mapeamento.

A partir do levantamento dos 2896 pontos em campo foi possível fazer algumas medições para averiguar a acurácia do trabalho. Este procedimento foi realizado por meio da matriz de confusão com os dados de campo comparados a suas classificações equivalentes no mapeamento. A Tabela 1 demonstra a matriz de confusão resultante da análise.

Figura 7 – Imagem de satélite, Sentinel 2 utilizando as bandas B11 (SWIR 1), B08A (Red Edge 4) e B4 (Vermelho), de área com cultivo de soja, Bozano RS, 12/01/2023.



Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda.

Figura 8 – Imagem de satélite, Sentinel 2 utilizando as bandas B11 (SWIR 1), B08A (Red Edge 4) e B4 (Vermelho), de área com cultivo de soja, Bozano RS, 09/01/2022.



Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda.

Tabela 1 – Matriz de confusão, comparação entre dados coletados em campo e classificações do mapeamento.

Classes mapeamento	Referência Campo			Soma linhas
	0 - Outros	1 - Soja	2 - Milho	
0 - Outros	335	43	23	401
1 - Soja	136	1933	58	2127
2 - Milho	9	22	337	368
<b>Soma colunas</b>	<b>480</b>	<b>1998</b>	<b>418</b>	<b>2896</b>

Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada

Destes 2896 pontos, 401 eram localizados em talhões mapeados como outros e dentre eles 335 foram confirmados como sendo outros tipos de cultivos em campo, gerando uma acurácia de 83,5%. Para a soja a acurácia foi de 90,9%, podendo-se observar que, dos 2127 pontos de campo localizados em talhões mapeados como soja, 1933 foram comprovados. Por fim, o milho teve 368 pontos estabelecidos em talhões categorizados como milho, sendo 337 destes pontos confirmados em campo, gerando uma acurácia de 91,6%. A acurácia global baseado no número de acertos em relação a quantidade total de pontos foi de 89,95%.

A partir da matriz de confusão foi calculado o índice kappa, cujo domínio varia entre -1 e 1; sendo -1 um representativo de total discordância, e 1 sendo de total concordância. Para este cálculo é utilizado a equação a seguir:

$$K = \frac{Po - Pe}{1 - Pe}$$

$Po$  é a proporção observada de concordâncias, e  $Pe$  proporção esperada de concordância. O resultado obtido foi de 0.95, que indica um nível de concordância quase perfeito, portanto, a classificação feita é relevante e possui uma acurácia maior do que uma classificação aleatória.

Além dos pontos coletados, também foi possível observar de perto como a seca estava afetando as plantações, e algumas medidas que os produtores estavam tomando para contornar a situação. Na Figura 9 é possível visualizar uma foto realizada por um drone de uma plantação de soja que utiliza o sistema de irrigação por pivô central. Nas áreas irrigadas é possível notar que as plantas apresentam uma coloração “mais verde”, indicando um bom vigor vegetativo, já as áreas sem irrigação estão com um tom de verde bem fraco, quase amarronzado, demonstrando um menor vigor vegetativo.

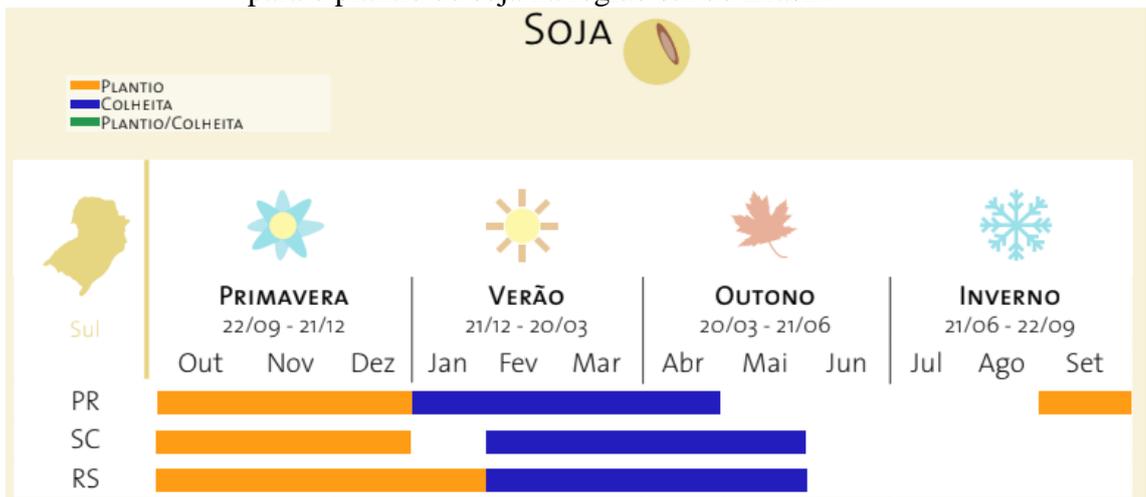
Para superar as dificuldades criadas pela seca, produtores da região adotaram diversas medidas de remediação. Em campo foi possível observar o plantio de milho seguido de soja, e soja seguida por soja. O plantio de soja em 2ª safra ocorre em pouca quantidade no sul do Brasil, visto que o calendário agrícola indica que a semeadura seja feita entre os meses de setembro e janeiro, como podemos ver na Figura 10. Porém, em alguns casos de soja seguido de soja, visto em campo, o primeiro plantio teve o seu desenvolvimento prejudicado pela seca ao ponto em que se tornou mais lucrativo abandonar o cultivo, retirá-lo, e plantar novamente o grão em um período mais propício, do que continuar com a primeira safra que teria uma péssima produtividade.

Figura 9 – Imagem aérea, feita por drone, de uma plantação de soja com sistema de irrigação por pivô central.



Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada

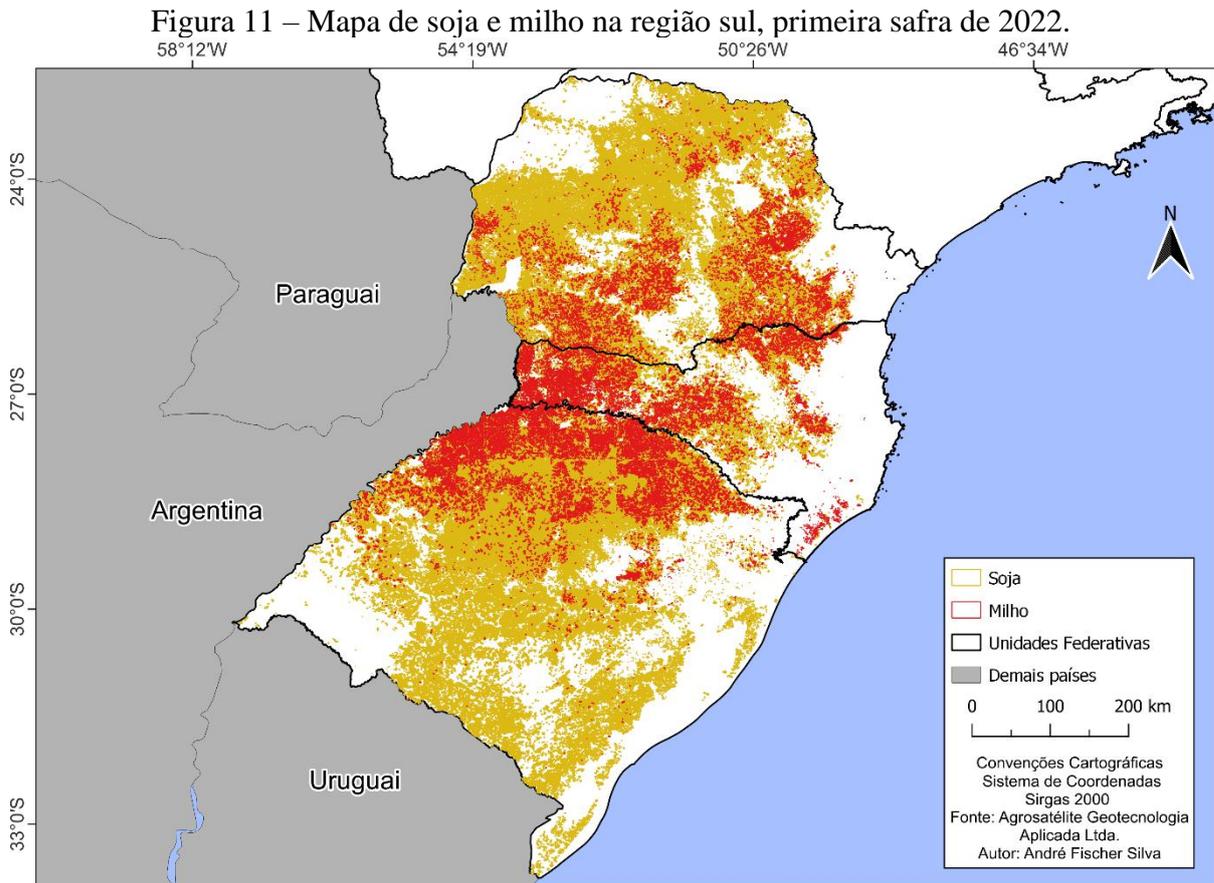
Figura 10 - Calendário agrícola de 2019 da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) para o plantio de soja na região sul do Brasil.



Fonte: CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento)

## 5.2 RESULTADOS DO MAPEAMENTO

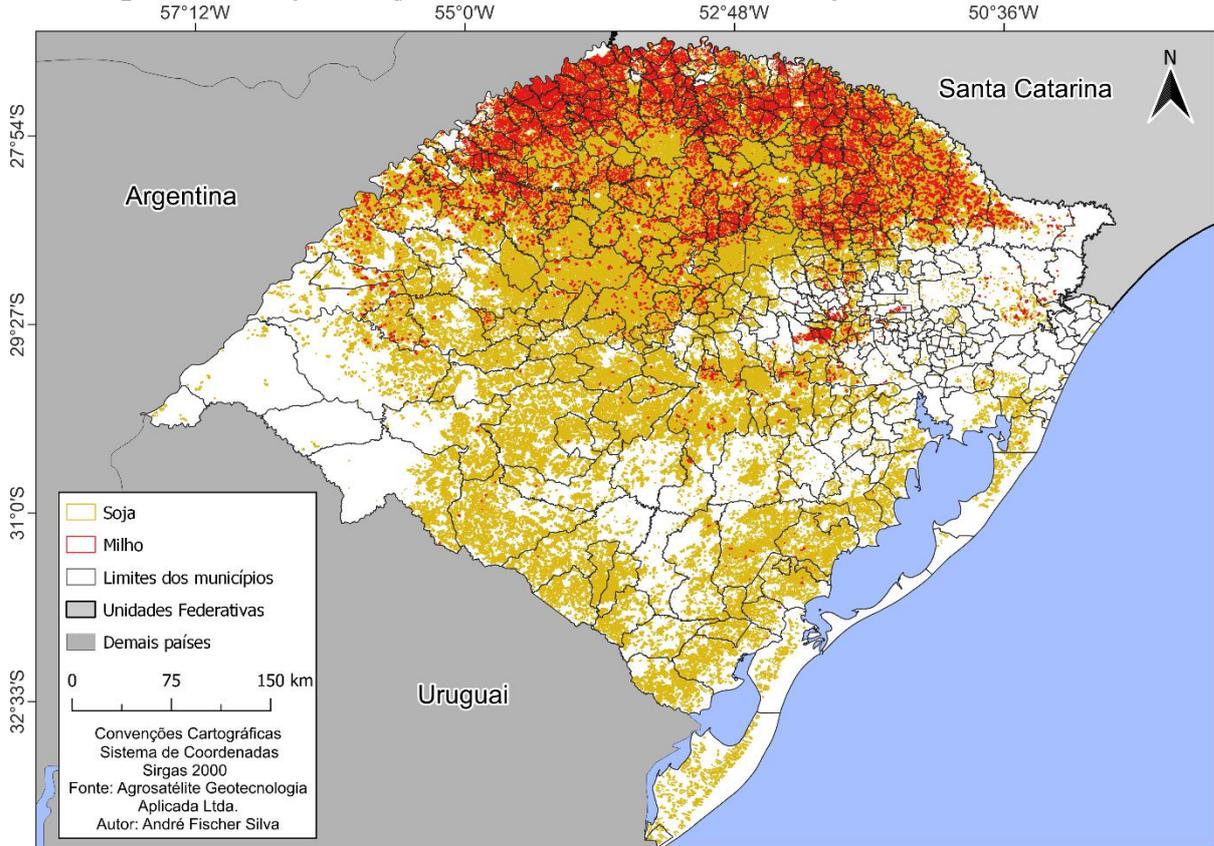
Apesar dos problemas causados pela seca, ainda sim foi possível a realização do projeto de maneira satisfatória, na Figura 11 é possível ver um mapa com os todos talhões mapeados de soja e milho na região sul.



Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda. Elaboração: Autor

Ainda que as condições climáticas adversas tenham afetado a produtividade da soja, a área total plantada teve um pequeno aumento em alguns estados. No Rio Grande do Sul, por exemplo, o aumento total foi de aproximadamente 100.000ha, contabilizando um aumento relativo de 1,7% em relação ao ano anterior. Já o milho teve um acréscimo considerável em sua área, totalizando 80.000ha a mais que o ano anterior, sendo uma diferença relativa positiva de 14,9%. É possível verificar esses dados na Tabela 2, bem como visualizar o mapa de soja e milho do Rio Grande do Sul na Figura 12.

Figura 12 – Mapa de soja e milho no Rio Grande do Sul, primeira safra de 2022.



Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda. Elaboração: Autor

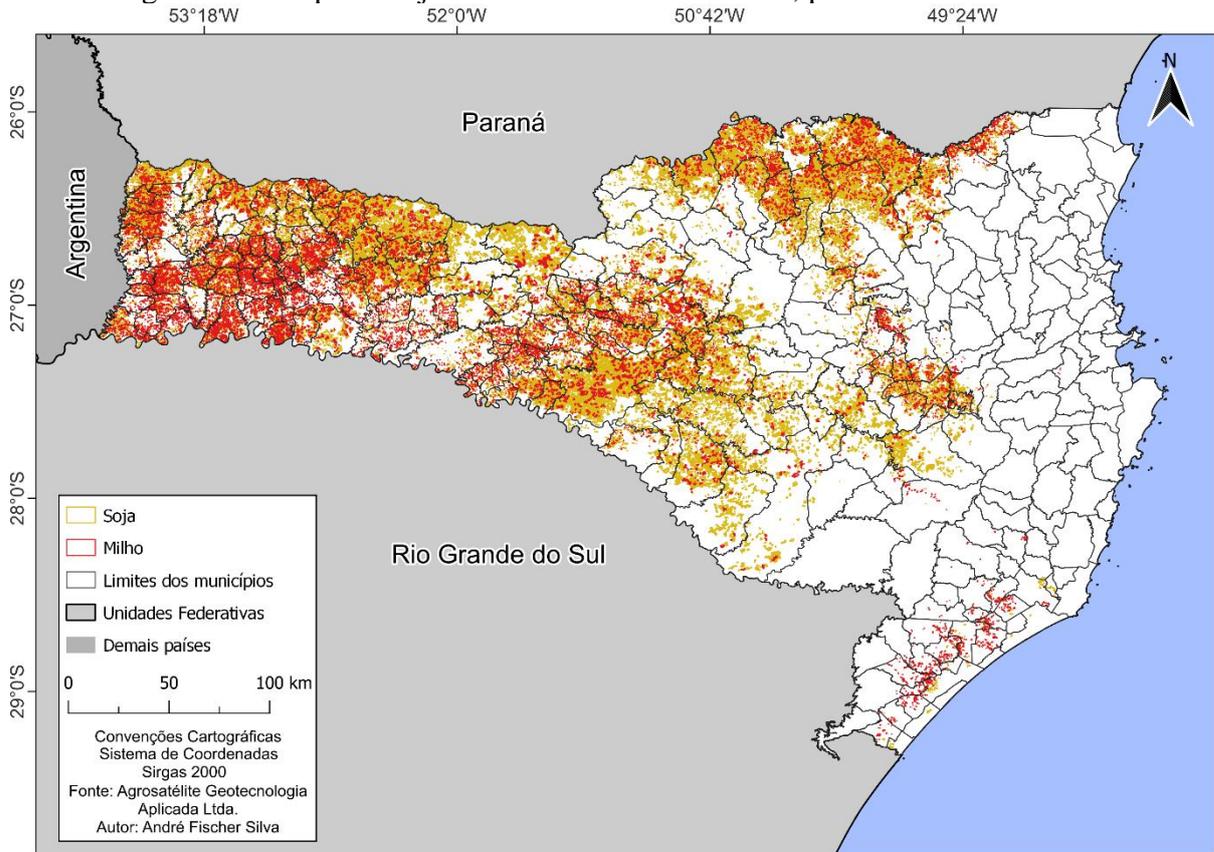
Tabela 2 – Dados de área plantada de soja e milho no Rio Grande do Sul, primeira safra de 2022 e 2021.

Cultura	Área (ha) 20/21	Área (ha) 21/22	Diferença Absoluta (ha)	Diferença relativa (%)
Soja	6.178.247	6.281.789	103.542	1,7%
Milho	550.134	631.873	81.739	14,9%
Total	6.728.381	6.913.662	185.281	2,8%

Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada

No estado vizinho de Santa Catarina os resultados foram parecidos, o aumento total da área de soja foi de aproximadamente 38.000ha, que indica um aumento relativo de 5,9% em relação ao ano anterior. A produção de milho também teve grande mudança, foram plantados aproximadamente 37.000ha a mais que o ano anterior, sendo um aumento de 20,3%. É possível verificar esses dados na Tabela 3, bem como visualizar o mapa de soja e milho de Santa Catarina na Figura 13.

Figura 13 – Mapa de soja e milho em Santa Catarina, primeira safra de 2022.



Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda. Elaboração: Autor

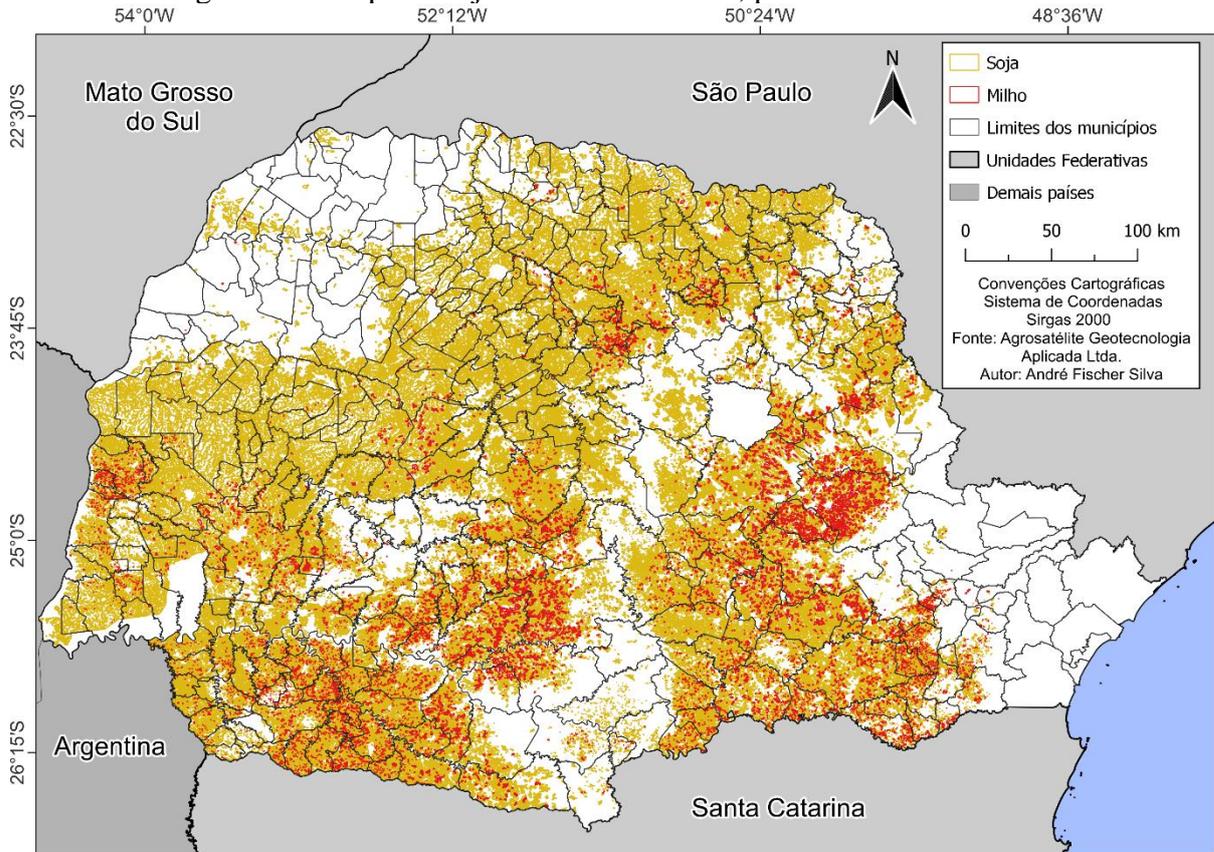
Tabela 3 – Dados de área plantada de soja e milho em Santa Catarina, primeira safra de 2022.

Cultura	Área (ha) 20/21	Área (ha) 21/22	Diferença Absoluta (ha)	Diferença relativa (%)
Soja	652.503	691.053	38.550	5,9%
Milho	182.018	218.996	36.978	20,3%
Total	834.521	910.049	75.528	9,1%

Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada

Por fim, o estado do Paraná foi o único que apresentou uma queda de área em relação ao ano anterior no cultivo de soja, sendo aproximadamente 14.000ha a menos que em 2021, contabilizando um diferença relativa de -0,3%. No cultivo de milho o estado foi o que teve o maior crescimento proporcional ao ano anterior, sendo um aumento de 24,2%, com um total de aproximadamente 73.000ha de novos plantios. É possível verificar esses dados na Tabela 4, além de também ver o mapa de soja e milho do Paraná na Figura 14.

Figura 14 – Mapa de soja e milho no Paraná, primeira safra de 2022.



Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda. Elaboração: Autor

Tabela 4 – Dados de área plantada de soja e milho no Paraná, primeira safra de 2022 e 2021.

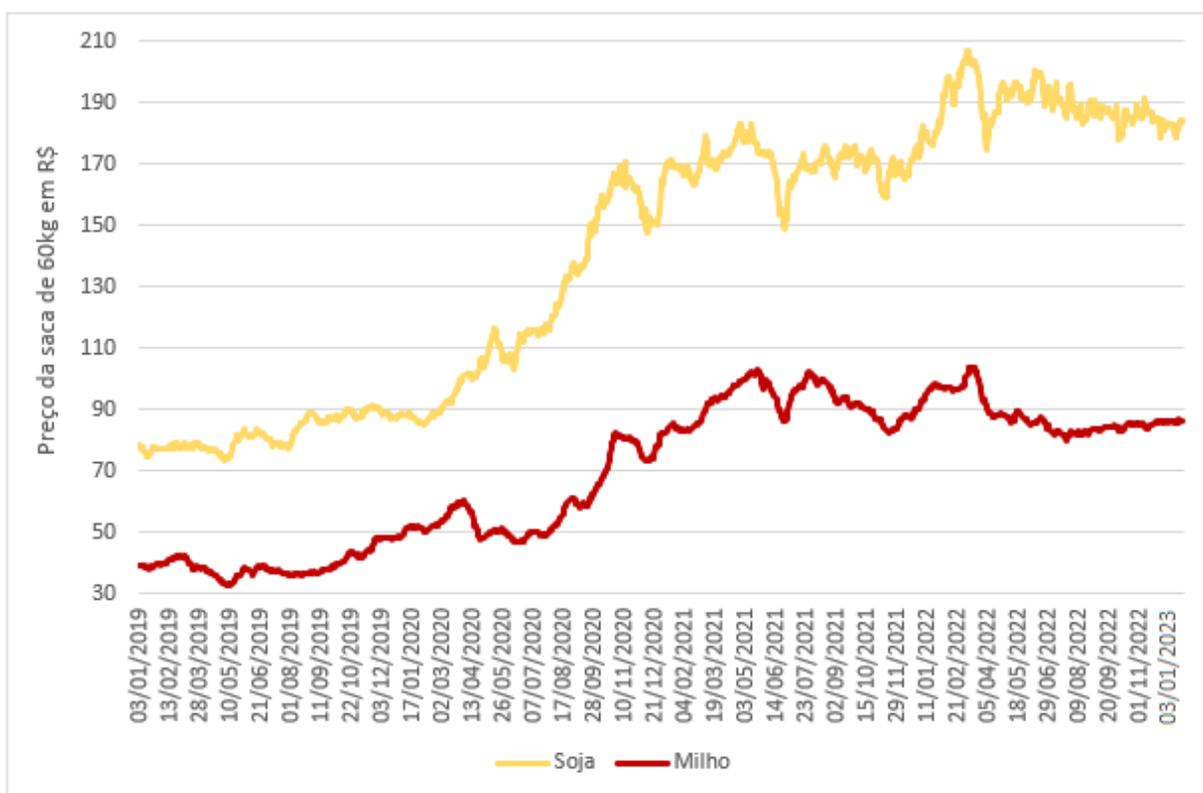
Cultura	Área (ha) 20/21	Área (ha) 21/22	Diferença Absoluta (ha)	Diferença relativa (%)
Soja	5.321.005	5.306.216	-14.789	-0,3%
Milho	303.839	377.228	73.389	24,2%
Total	5.624.844	5.683.444	58.600	1,0%

Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada

Ao analisar os dados totais da região sul na Tabela 5, pôde-se observar que houve um aumento relativo pequeno na área de soja, e um significativo aumento relativo na área de milho. Ou seja, mesmo com a seca os dois cultivos cresceram em área. Algo que pode explicar este crescimento, mesmo em tempos adversos, é o grande aumento recente do preço das sacas de soja e milho, que é possível de ser observado utilizando os dados disponibilizados pelo CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada) da USP (Universidade de São Paulo). Em 3 de janeiro de 2019 o preço da saca de soja de 60kg no indicador da soja ESALQ/BM&FBOVESPA - Paranaguá era de R\$ 78,50, já em 3 de janeiro de 2022 o preço era de R\$ 174,91, um aumento de 122,81%. A saca de milho de 60kg, no indicador do milho ESALQ/BM&FBOVESPA em 3 de janeiro de 2019, tinha um preço de R\$ 39,41, e em 3 de janeiro de 2022 esse valor era de R\$ 92,01, representando um aumento de 133,46%. Os preços

elevados são um grande incentivo para o produtor aumentar a sua área de produção, ou trocar de um cultivo menos lucrativo para outro mais vantajoso, no caso soja e milho, motivo esse que explica o aumento total na área de plantio de ambos os grãos. Na Figura 15 é possível observar as variações dos preços das sacas de soja e milho de 3 de janeiro de 2019 até 3 de janeiro de 2023.

Figura 15 – Variações dos preços das sacas de soja e milho de 3 de janeiro de 2019 até 3 de janeiro de 2023.



Fonte: CEPEA-USP (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada). Elaboração: Autor

Tabela 5 – Dados de área plantada de soja e milho na região sul, primeira safra de 2022 e 2021.

Cultura	Área (ha) 20/21	Área (ha) 21/22	Diferença Absoluta (ha)	Diferença relativa (%)
Soja	12.151.755	12.279.058	127.303	1,0%
Milho	1.035.991	1.228.097	192.106	18,5%
Total	13.187.746	13.507.155	319.409	2,4%

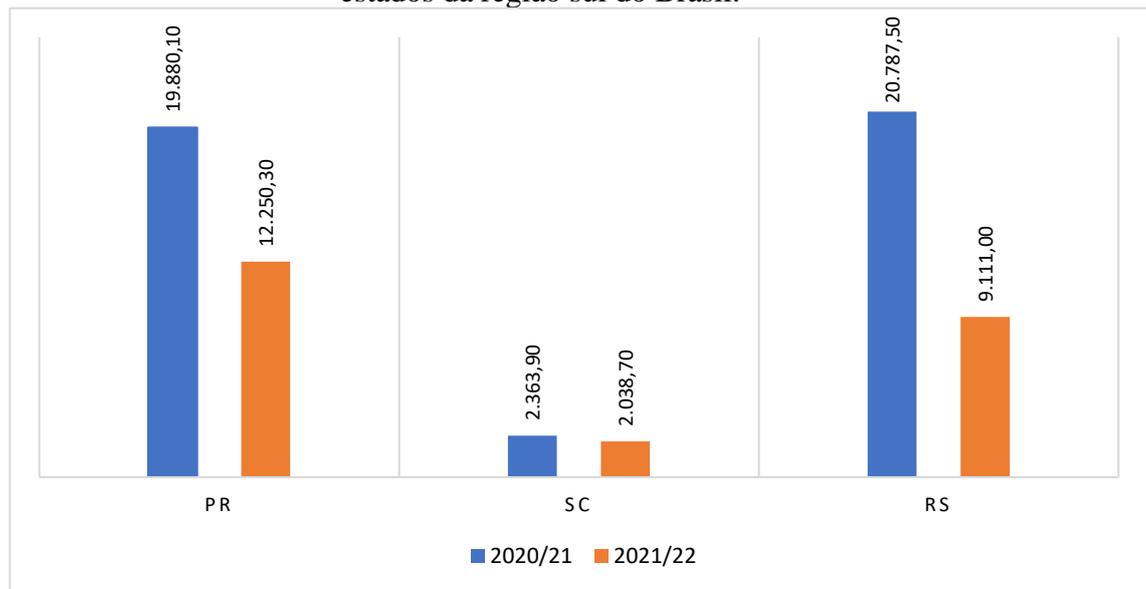
Fonte: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada

Porém, levando em consideração as áreas totais de ambos os cultivos, é inusitado ver que o aumento absoluto do milho foi maior do que o da soja, e isto está diretamente ligado ao processo de mapeamento deste projeto e as dificuldades causadas pela seca. Como já foi descrito anteriormente, o mau desenvolvimento dos plantios de soja faz com que seja mais

difícil de identificá-los em imagens de satélite, portanto, novas áreas que estivessem fora da camada de mapeamento, feita no ano anterior, dificilmente seriam incluídas no novo mapa, pois, só eram adicionadas novas áreas em que se tinha absoluta certeza do cultivo feito no talhão. Diante disso, o baixo acréscimo de área era esperado devido a esta situação. Já o cultivo de milho era mais fácil de identificar, visto que foi plantado mais cedo que a soja, e, portanto, foi menos afetado pela seca, fazendo com que o mapeamento das áreas de milho ocorresse de maneira normal, obtendo-se assim um resultado mais fidedigno a realidade.

Vale ressaltar que por mais que tenha sido observado aumento da área de soja, a produtividade foi consideravelmente menor em relação à safra de 2020/21, em todos os estados da região. Conseqüentemente, a produção total de grãos também foi menor. É possível observar esta queda de produção na Figura 16.

Figura 16 – Produção de soja, em milhões de toneladas, nas safras de 2020/21 e 2021/22 nos estados da região sul do Brasil.



Fonte: CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). Elaboração: Autor

## 6 CONCLUSÃO

O sensoriamento remoto vem se tornando uma ferramenta fundamental no setor agropecuário, e na Agrosatélite é realizado anualmente o Grão Sul, projeto de mapeamento de soja e milho de toda a região sul do Brasil por meio do uso de interpretação automática e manual de imagens de satélite.

A realização do projeto no ano de 2022 foi muito desafiadora devido à seca que ocorreu no sul do Brasil, prejudicando o crescimento das plantações da safra de verão, e por conseguinte prejudicando a interpretação visual das imagens de satélite, porém, com a realização de um trabalho de campo na região, a utilização de dados de mapeamentos anteriores, e o trabalho em conjunto de uma equipe qualificada, foi possível a realização do projeto com êxito.

No entanto, caso não tivéssemos o mapa do ano anterior para utilizar como base o projeto teria se tornado ainda mais difícil. Em uma situação em que o mapeamento estivesse sendo feito pela primeira vez em um período de seca, e sem uma base prévia da região, seria de alto grau de prioridade a realização de mais trabalhos de campo para que se tenha certeza de que a interpretação das imagens esteja correta, visto que a coloração dos cultivos nas imagens de satélite fica bastante diferente do padrão. Também seria importante a construção de uma camada base utilizando métodos de interpretação automática supervisionada, entretanto, o resultado possivelmente não teria uma acurácia muito boa. Uma possível solução seria a realização de uma interpretação automática supervisionada utilizando imagens de satélite do ano anterior, ou do ano mais recente possível que não tenha sido afetado por uma seca.

Durante o período de 1 ano e meio de estágio na empresa, foi possível aprender muito sobre a área de sensoriamento remoto, e também sobre o setor agrícola no Brasil, adquirindo-se conhecimentos e aprendizagens complementares ao que se obtém na academia. O resultado do empenho dispendido no estágio foi a efetivação como funcionário na empresa.

Este estágio foi muito importante para a minha carreira na geografia, antes tinha dúvidas sobre o mercado de trabalho de um geógrafo e o setor acadêmico. Agora eu percebo o setor de geoprocessamento e sensoriamento remoto como áreas em que quero continuar atuando como profissional, e aprofundar meus estudos em futuras especializações.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **MONITOR DE SECAS**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://monitordesecas.ana.gov.br/mapa>. Acesso em: 20 jun.2023

AGROSATÉLITE GEOTECNOLOGIA APLICADA LTDA. **Análise geoespacial da expansão da soja no bioma Cerrado: 2000/01 a 2021/22**. Florianópolis, Insular, 2022. Disponível em: <https://abiove.org.br/publicacoes/analise-geoespacial-da-expansao-da-soja-no-bioma-cerrado-2000-2021/>. Acesso em: 12 jun.2023

BETTA, Marina Marly Dalla et al. **Mapeamento da soja por meio de técnicas de sensoriamento remoto nos municípios de Lages e Capão Alto-Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 2021.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **INDICADOR DA SOJA ESALQ/BM&FBOVESPA – PARANAGUÁ**. Piracicaba, 2023. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/soja.aspx>. Acesso em: 20 jun.2023

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **INDICADOR DO MILHO ESALQ/BM&FBOVESPA**. Piracicaba, 2023. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/milho.aspx>. Acesso em: 20 jun.2023

DA SILVA LEMOS, Gabriel; RIZZI, Rodrigo. **A expansão da soja no bioma pampa brasileiro e sua interação espaço-temporal com arroz e campo**. Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. n. 35, 9-26 p.

LOBÃO, Jocimara Souza Britto; FRANÇA-ROCHA, W. J. S.; SILVA, A. de B. **Aplicação dos Índices KAPPA & PABAK na validação da classificação automática de imagem de satélite em Feira de Santana-BA**. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 2005. 16-21 p.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **Com estiagem, agricultura paranaense estima redução nas safras de soja, milho e feijão**. Paraná, 2022. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Com-estiagem-agricultura-paranaense-estima-reducao-nas-safras-de-soja-milho-e-feijao>. Acesso em: 12 jun.2023

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **Ministério da Agricultura e Estado avaliam efeitos da estiagem e apoiam produtores do Paraná**. Paraná, 2022. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Com-estiagem-agricultura-paranaense-estima-reducao-nas-safras-de-soja-milho-e-feijao>. Acesso em: 12 jun.2023

PIROLLA, Mayara Lopes; BENTO, Rafael Mascaro. **O Brasil e a soja: sua história e as implicações na economia brasileira**. Marília, 2008.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. **RELATÓRIO ESTIAGEM N o 01/2022 – SEAPDR**. Rio Grande do Sul, 2022. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/relatorios-estiagem-2022>. Acesso em: 12 jun.2023

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. **RELATÓRIO ESTIAGEM N o 02/2022 – SEAPDR**. Rio Grande do Sul, 2022. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/relatorios-estiagem-2022>. Acesso em: 12 jun.2023

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. **RELATÓRIO ESTIAGEM N o 03/2022 – SEAPDR**. Rio Grande do Sul, 2022. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/relatorios-estiagem-2022>. Acesso em: 12 jun.2023

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. **RELATÓRIO ESTIAGEM N o 09/2022 – SEAPDR**. Rio Grande do Sul, 2022. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/relatorios-estiagem-2022>. Acesso em: 12 jun.2023

RUDORFF, Bernardo Friedrich Theodor; RIZZI, Rodrigo. **Estimativa da área de soja no Rio Grande do Sul por meio de imagens Landsat**. Revista Brasileira de Cartografia, São José dos Campos, v. 57, 2005. n. 3, 226-234 p.