

## ESTIMATIVA OBJETIVA DA PRODUTIVIDADE UTILIZANDO FERRAMENTAS DO SENSORIAMENTO REMOTO – ESTUDO DE CASO DA SAFRA DE SOJA 2021/22 NO RIO GRANDE DO SUL

Marcio Renan Weber Schorr<sup>1</sup>, Matias José Führ<sup>1</sup>, Lucas Barbosa Fernandes<sup>2</sup>, Iure Rabassa Martins<sup>1</sup>, João Marcelo Brito Alves de Faria<sup>2</sup>, Rafaela dos Santos Souza<sup>2</sup>, Alexandre Rocha Pinto<sup>1</sup>, Rafael Rodrigues Fogaça<sup>2</sup>, Carlos Roberto Bestétti<sup>1</sup>, Patrícia Maurício Campos<sup>2</sup>, Candice Mello Romero Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Porto Alegre – RS. {[marcio.schorr](mailto:marcio.schorr@conab.gov.br); [matias.fuhr](mailto:matias.fuhr@conab.gov.br); [iure.martins](mailto:iure.martins@conab.gov.br); [alexandre.pinto](mailto:alexandre.pinto@conab.gov.br); [carlos.bestetti](mailto:carlos.bestetti@conab.gov.br)}@conab.gov.br;

<sup>2</sup> Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Brasília – DF. {[lucas.fernandes](mailto:lucas.fernandes@conab.gov.br); [joao.faria](mailto:joao.faria@conab.gov.br); [rafaela.souza](mailto:rafaela.souza@conab.gov.br); [rafael.fogaça](mailto:rafael.fogaça@conab.gov.br); [patricia.campos](mailto:patricia.campos@conab.gov.br); [candice.santos](mailto:candice.santos@conab.gov.br)}@conab.gov.br

### RESUMO

Devido à crescente demanda por alimentos no mundo, a correta estimativa da produção das culturas é necessária. O trabalho objetiva descrever metodologia para a estimativa objetiva de produtividade da soja, adotada pela Companhia Nacional de Abastecimento na safra 2021/22 no Rio Grande do Sul. Previamente, foi confeccionada uma máscara de culturas de verão utilizando-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), produto do sensor Modis (Terra/Aqua), e o classificador Random Forest. Posteriormente, foram realizados o sorteio de amostras e identificação das lavouras. Nessas lavouras foram medidos o número de plantas por área e as vagens coletadas e enviadas para o laboratório, onde foram realizadas a pesagem e determinação da umidade de grãos. A produtividade média estadual foi 1.433 kg/ha. A variação da produtividade entre as regiões do estado seguiu o mesmo padrão verificado na umidade do solo, o que comprova a assertividade do método proposto.

**Palavras-chave** — inteligência artificial, produtividade, sensoriamento remoto, índice de vegetação.

### ABSTRACT

Due to the increasing demand for food in the world, the correct estimation of crop production is necessary. The objective of this work is to describe a methodology for the objective estimate of soybean yield, adopted by the National Supply Company in the 2021/22 season in Rio Grande do Sul. Firstly, a mask of summer crops was made using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), a product of the Modis sensor (Terra/Aqua), and the Random Forest classifier. Subsequently, samples were drawn and the fields identified. In these fields, the number of plants per area was measured and the pods collected and sent to the laboratory, where they were weighed and grain moisture determined. The

average state productivity was 1,433 kg/ha. The variation of productivity between the regions of the state matched the pattern verified in the soil moisture, which proves the assertiveness of the proposed method.

**Key words** — artificial intelligence, yield, remote sensing, vegetation index.

### 1. INTRODUÇÃO

A demanda global por alimentos tem aumentado cada vez mais, puxada pelo aumento da população, que deve seguir pelas próximas décadas, e também pelo aumento do poder aquisitivo, o que aumenta a sua demanda per capita. Diante desse cenário, as estimativas de produção e consumo devem ser cada vez mais assertivas, servindo como ferramentas governamentais para se assegurar a segurança alimentar dos povos e no combate à fome.

No Brasil, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) é uma das instituições que realizam levantamentos da produção, além do balanço de oferta e demanda, das principais culturas agrícolas. Sua metodologia é baseada na consulta regular a uma rede informantes, espalhados pelo território nacional, além da integração de diferentes ferramentas de análise, com destaque para a agrometeorologia, análises de índices de vegetação, progresso de semeadura e colheita, análises estatísticas, aspectos gerais de mercados, entre outras. A estimativa de safra, portanto, é baseada em um levantamento indireto, ou subjetivo, das informações, uma vez que cada informante possui uma determinada área de abrangência e uma determinada quantidade de informações disponíveis. A estimativa final de uma região, portanto, depende da qualidade da informação gerada e da maneira como ela é extrapolada, podendo incorrer em erros de amostragem, além de serem suscetíveis ao direcionamento (viés), mesmo que não intencional, de cada informante [1, 2].

Alternativamente ao método atualmente adotado pela Conab, há os métodos objetivos de estimativa de

produtividade, os quais propõem a avaliação *in loco*, através da mensuração da produção e produtividade da lavoura como um todo ou de parte dela. No segundo caso, através da coleta dos componentes do rendimento de amostras é possível inferir-se a produtividade final da lavoura ou mesmo do estado.

Portanto, o objetivo deste trabalho é descrever uma metodologia para a estimativa objetiva de produtividade da soja, adotada pela Companhia Nacional de Abastecimento na safra 2021/22 no estado do Rio Grande do Sul.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Local e período de realização

O trabalho foi conduzido pela Superintendência Regional do Rio Grande do Sul, Superintendência de Informações da Agropecuária e pela Superintendência de Estudos Econômicos, Estatística e Inovação da Companhia Nacional de Abastecimento. O local de realização foi o estado do Rio Grande do Sul (RS), cultura da soja, safra 2021/22. O período de execução foi de janeiro a junho de 2022.

### 2.2. Máscara de cultivo

A primeira etapa do trabalho foi a confecção da máscara de cultivo de culturas de verão da safra imediatamente anterior, ou seja, 2020/21. Para isso, utilizou-se da plataforma Google Earth Engine [3], onde foi criada uma série temporal do utilizando-se o produto NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 16 dias, obtido do sensor Modis a bordo do satélite Terra/Aqua EOS para o estado do RS. Utilizando-se do algoritmo Random Forest [4], foram identificados pontos de treinamento em vários locais do estado, com auxílio de analistas treinados, e cada pixel foi avaliado quanto à sua resposta ao NDVI, sendo aqueles que apresentam uma curva característica de culturas anuais, considerado o calendário da cultura do estado, considerados como amostras “SIM” e locais como corpos d’água, cidades, florestas, entre outros, amostras “NÃO”.

### 2.3. Sorteio de pontos

Após a confecção da máscara de cultivos, ela foi importada no software QGis, onde foram realizados os demais procedimentos. A máscara foi, então, extraída para cada uma das mesorregiões do IBGE, dentro das quais foi realizado o sorteio aleatório de pontos amostrais.

### 2.4. Número de pontos

O número de pontos amostrais foi definido proporcionalmente à área de cada uma das mesorregiões. Foram coletados um total de 70 amostras no estado, o que gerou um erro amostral de 16%.

### 2.5. Identificação das lavouras

Após a definição do número de pontos e do seu sorteio, para cada um deles foi realizado uma análise visual, por analistas treinados, para se definir se eles de fato correspondiam a lavouras de soja. Para isso foram usadas as imagens TCI (true color image) mais recentes disponíveis do sensor MSI do satélite Sentinel-2. Em caso positivo, fora traçado o contorno da lavoura e extraídas as coordenadas geográficas do ponto referência. Em caso negativo, fora buscado nova lavoura dentro do raio de 5 km do ponto de referência e, permanecendo a negativa, o ponto substituído pelo próximo na lista sorteada.

### 2.6. Análise dos componentes do rendimento – etapa de campo

Após a identificação das lavouras, equipes de técnicos foram deslocadas para realizar a coleta *in loco* dos componentes do rendimento: espaçamento entrelinhas, número de plantas por área e número de vagens por planta. Para isso, em cada lavoura avaliada foi realizada uma entrevista guiada com o produtor/responsável pela área, em que se coletaram algumas informações relevantes sobre a unidade produtiva e nível tecnológico, além de se buscar a autorização para ingresso na lavoura a ser avaliada.

### 2.7. Análise dos componentes do rendimento – etapa de laboratório

No local de avaliação, foram coletadas as vagens para posterior secagem, debulha, pesagem e determinação da umidade de grãos, etapas essas realizadas em laboratório na sede da Conab em Porto Alegre – RS. As avaliações de campo foram realizadas preferencialmente no estágio de maturidade fisiológica das plantas, no período de fevereiro a abril, e as análises de laboratório se estenderam de março a junho.

### 2.8. Análise estatística e apresentação dos resultados

Após as etapas de avaliação, para cada um dos pontos amostrais, composto por quatro subamostras cada, foi calculada a produtividade final, já se levando em consideração as eventuais perdas por amassamento e colheita das lavouras. Esses dados foram, então, submetidos à análise estatística e o resultado final apresentado como produtividade média estadual.

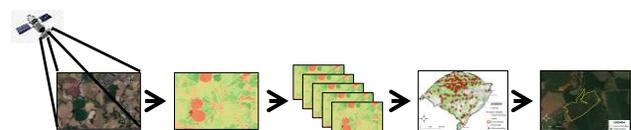


Figura 1. Resumo esquemático da metodologia de amostragem.

## 3. RESULTADOS

Ao fim do trabalho, foi possível coletar um total de 70 pontos amostrais em todo o estado do RS. Para cada ponto, foi calculada a produtividade para cada uma das subamostras, que juntas compuseram a média de produtividade da lavoura. A produtividade média das amostras variou de 0 kg/ha em pontos localizados a oeste do estado, onde as condições foram mais restritivas, até aproximadamente 3.600 kg/ha na região sudoeste, local beneficiado por uma maior umidade do solo, resultado de algumas precipitações adicionais durante o ciclo da cultura. A média geral do estado foi de 1.443 kg/ha, com intervalo de confiança de 16%. Na Figura 2, é apresentado o mapa de interpolação dos dados, no qual é possível perceber a distribuição espacial da produtividade.

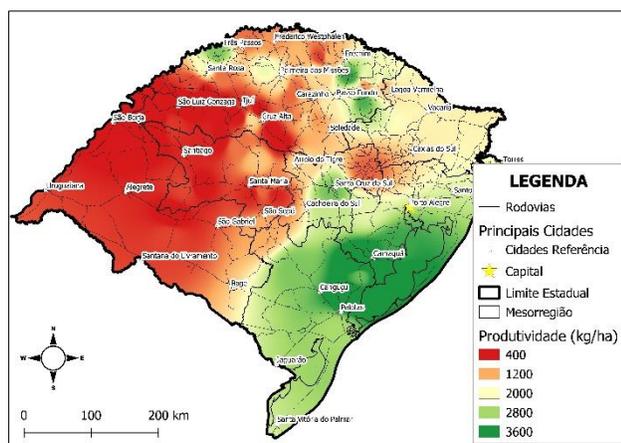


Figura 2. Mapa interpolado da produtividade (kg/ha) de soja no estado do Rio Grande do Sul, safra 2021/22.

#### 4. DISCUSSÃO

A Conab realiza o acompanhamento da safra de grãos no Brasil desde meados dos 1970, possuindo uma considerável experiência acumulada. No entanto, a metodologia utilizada é a subjetiva, a qual frequentemente está sujeita a vieses dos informantes. A utilização de metodologias objetivas, a exemplo do que é realizado pelo NASS/USDA [5], busca qualificar essa etapa e reduzir ao máximo a interferência do fator humano na definição das estimativas.

Esse trabalho, portanto, se propôs a apresentar uma metodologia que permita a Conab realizar o levantamento objetivo da produtividade de soja, cumprindo os requisitos de tempestividade, uma vez que a colheita da soja geralmente concentra-se nos meses de março e abril, e de acordo com a capacidade operacional da própria Companhia. Dessa forma, o trabalho cumpriu com o proposto, já que a produtividade final, 1.433 kg/ha, ficou em linha com outras instituições e mesmo com o que a própria Conab vinha divulgando a partir de seu levantamento subjetivo [6].

A disponibilidade de água no solo, em geral, é o principal fator limitante à obtenção de altas produtividades para as

diversas culturas. Na safra 2021/22, objeto do presente estudo, o estado do RS foi atingido por uma severa estiagem que comprometeu severamente a produtividade das lavouras. Porém, a distribuição das chuvas foi irregular dentro do estado, o que se refletiu em grandes variações na produtividade de uma região para outra. Na Figura 3, são apresentados mapas de armazenamento hídrico no solo em quatro datas [7], o que permite a comparação do status hídrico de um determinado local com a produtividade média obtida (Figura 2). De maneira geral, é possível verificar uma grande correspondência entre os dois mapas apresentados, com maior produtividade final, representado pela cor verde (Figura 2), nas regiões em que o armazenamento hídrico esteve melhor em alguma ou ambas as datas apresentadas (Figura 3).

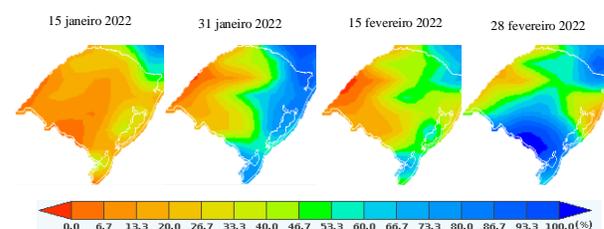


Figura 3. Mapa de armazenamento hídrico no solo (%) em 15/01/22, 31/01/22, 15/02/22 e 28/02/22 no estado do Rio Grande do Sul.

Embora nem toda variação de produtividade seja explicada pela disponibilidade de água no solo, a grande semelhança entre os mapas de certa forma valida a metodologia objeto deste trabalho.

#### 5. CONCLUSÕES

O uso de ferramentas de sensoriamento remoto permite a realização de estimativas objetivas de produtividade de soja com confiabilidade, trazendo melhorias nos processos realizadas pela Companhia.

O uso de pontos sorteados aleatoriamente no estado foi capaz e capturar as diferentes condições climáticas que interferiram na produtividade média da soja na safra 2021/22.

#### 8. REFERÊNCIAS

- [1] F.A. Pino. Estimativa subjetiva de safras agrícolas. *Informações Econômicas*, 31(6),55-58, 2001.
- [2] D.C.Figueiredo. Projeto GeoSafras. Sistema de Provisão de safras da Conab. *Revista de Política Agrícola*, 14(2), 110-120, 2005.
- [3] N. Gorelick, M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau and R. Moore. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 2017.

[4] L. Breiman. Random Forest. *Machine Learning*, 45, 5–32, 2001.

[5] Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Crop Yield Forecasting: Methodological and Institutional Aspects*. FAO: Rome, 2016.

[6] Companhia Nacional de Abatecimento – Conab. *Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos*. Brasília: Conab. Acesso em 28 de out de 2022, disponível em [www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos](http://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos).

[7] Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil – Inmet. *Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (Sisdagro)*. Disponível em: <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/index>. Acesso em: 28/10/22