

# Dignóstico de Déficit de Armazenagem de Grãos para os Estados Brasileiros e Região Centro-Oeste

*Oswaldo Resende; Daniel Emanuel Cabral de Oliveira; Daniela Cabral de Oliveira; Weder Nunes Ferreira Júnior; Haihani Silva Passos*

---

## RESUMO

A rede armazenadora de grãos é fundamental para estocar a produção agrícola brasileira, sendo essa medida pela capacidade estática. Nesse sentido, objetivou-se classificar os dados de capacidade estática e produção agrícola entre os anos de 2005 e 2021 quanto ao déficit de armazenagem de grãos para os estados brasileiros utilizando aprendizado de máquina supervisionado. Logo em seguida, foi levantada situação da produção e capacidade estática de armazenamento de grãos na região Centro-Oeste. Foram utilizados dados históricos da produção e capacidade estática de armazenamento de 2005 a 2021, sendo os dados extraídos do site da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Para a classificação dos dados de capacidade estática e produção agrícola foram utilizados os algoritmos de aprendizado de máquina supervisionado rede neural multicamada perceptron, SVM para diferentes kernels e árvore de decisão. Desta maneira, os dados foram classificados com taxa de acurácia em 100% para todos os classificadores. Os resultados mostraram robustez e precisão na classificação dos dados com tomada de decisão assertiva. Os estados da região Centro-Oeste possuem capacidade estática de armazenamento de sua respectiva produção de 51,8 a 54,4%. Todos os estados e o Distrito Federal que compõem a região Centro-Oeste possuem déficit na capacidade estática de armazenamento de grãos, sendo necessários investimentos para aumentar a capacidade de armazenamento.

**Palavras-chave:** Grãos; capacidade estática; produção agrícola.

## INTRODUÇÃO

As unidades armazenadoras contribuem minimizando as perdas quantitativas e qualitativas da produção agrícola, no entanto, de acordo com as informações da CONAB, no Brasil a capacidade estática de armazenamento é baixa comparada ao nível de produção (SILVA NETO et al., 2016).

A capacidade estática de armazenagem tem grande importância para a comercialização de produtos agrícolas, já que, ao utilizar-se do processo de armazenagem, o produtor tem a possibilidade de negociar os produtos em períodos de entressafra, com preços atrativos,

reduzindo os custos diretos e indiretos, que, no período de safra, em geral, são altos (MUR, 2014).

E assim surge, a necessidade de diagnóstico do déficit de armazenagem de grãos para os estados brasileiros utilizando o aprendizado de máquina supervisionado. De acordo com Cavazzini et al. (2018) “O avanço do desenvolvimento tecnológico tem permitido a otimização das atividades do agronegócio, de forma que o setor passe a obter novas e otimistas perspectivas, tanto para expansão em sua capacidade em produção sustentável, quanto para mitigação das ameaças que afligem este setor”.

Após o diagnóstico do déficit de armazenagem dos estados brasileiros, foi constatado que a região Centro-Oeste possui grande importância em relação a produção de grãos, no entanto, a região é carente de portos para expedição da produção, sendo necessário força tarefa logística para transporte da produção para portos e centros de distribuição e comercialização. No processo de produção de grãos, a armazenagem está ligada diretamente ao sistema de logística. Azevedo et al. (2008) afirmam que com os avanços da tecnologia, os processos de armazenagem devem contribuir para a manutenção da qualidade de grãos, aumento da velocidade do fluxo dos produtos e redução dos custos, atendendo às exigências do mercado consumidor (BEIRÃO et al., 2021)

Diante desse cenário, foi levantada a situação da produção e capacidade estática de armazenamento de grãos na região Centro-Oeste. Assim, objetivou-se com este trabalho classificar os dados de capacidade estática e produção agrícola entre os anos de 2005 e 2021 quanto ao déficit de armazenagem de grãos para os estados brasileiros utilizando aprendizado de máquina supervisionado.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho foram extraídos os dados de capacidade estática e produção agrícola dos estados brasileiros da site Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e exportados entre os anos de 2005 e 2021, conforme alguns exemplos apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Dados de capacidade estática de alguns estados brasileiros entre anos de 2005 e 2011

Estado	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>BA</b>	2.895,80	3.331,60	3.337,40	3.421,40	3.580,13	4.011,00	4.019,20
<b>CE</b>	378,50	378,50	378,50	332,70	333,89	344,40	346,70
<b>DF</b>	313,10	396,30	406,10	439,20	440,44	460,10	460,30
<b>GO</b>	11.188,9	12.433,7	12.435,7	12.970,8	12.964,4	12.955,7	11.916,8

Fonte: elaborados pelos autores (2023)

**Tabela 2.** Dados de produção agrícola de alguns estados brasileiros entre anos de 2005 e 2011

Estado	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>BA</b>	2.956,20	2.795,50	2.813,10	2.868,20	2.843,00	2.917,20	3.074,90
<b>CE</b>	1.133,10	1.250,00	1.293,10	1.359,60	1.362,50	1.059,60	1.434,10
<b>DF</b>	119,70	119,50	123,90	126,70	113,50	112,90	120,50
<b>GO</b>	4.015,50	3.752,00	3.577,60	3.691,20	3.816,40	3.899,40	4.173,40

Fonte: elaborados pelos autores (2023)

Logo em seguida, os dados foram ajustados para o formato arff e foram processados pela ferramenta Weka versão 3.8.5. O banco de dados foi composto por 1.026 dados, sendo composto pelas seguintes variáveis: estados brasileiros, capacidade estática (2005 a 2021), produção agrícola (2005 a 2021), total da capacidade estática por estado, total da produção agrícola por estado e a target (déficit e não déficit).

Para a classificação do aprendizado de máquina supervisionado foram utilizados os seguintes algoritmos: rede neural multicamada perceptron, support vector machine (SVM) e árvore de decisão. Quanto ao algoritmo SVM foram alterados os kernels para radial, linear, polinomial e sigmoid em diferentes situações.

Todos os algoritmos de aprendizado de máquina supervisionado foram treinados 70% do conjunto de dados com validação cruzada de 10 vezes.

O aprendizado de máquina classificou os dados de capacidade estática e produção agrícola dos estados brasileiros em déficit e não déficit de maneira preditiva. Para determinar a classificação em déficit deve obedecer ao seguinte critério: o total da produção agrícola deve ser maior que o total da capacidade estática.

Logo em seguida, foram analisados os dados históricos da produção e capacidade estática de armazenamento de 2005 a 2021 da região Centro-Oeste. Os dados de produção e armazenamento foram integralizados na categoria de grãos e tratados na ferramenta Excel, foram produzidos gráficos a partir do programa SigmaPlot.

Os dados foram utilizados para comparar em porcentagem o aumento da produção e capacidade estática de armazenamento de grãos no período estudado, o estudo foi realizado para os estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal. Calculou-se porcentagem de capacidade estática em função da produção a partir da seguinte equação.

E assim, foi constatado a capacidade estática de armazenamento de sua respectiva produção para os estados da região Centro-Oeste.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de capacidade estática e produção agrícola dos estados brasileiros foram diagnosticados quanto ao déficit ou não déficit de armazenagem de grãos para diferentes

algoritmos de aprendizado de máquina supervisionado.

A ferramenta Weka classificou os dados com taxa de acurácia em 100% para todos os testes realizados. Os testes foram realizados para os seguintes algoritmos rede neural multicamada perceptron, árvore de decisão e SVM em diferentes kernels (Quadro 1).

**Quadro1.** Algoritmos de Aprendizado de Máquina Supervisionado

Dados	Padrões Testados	Rede Neural Perceptron Acertos (%)	Árvore Decisão Acertos (%)	SVM Linear Acertos (%)	SVM Polinomial Acertos (%)	SVM Sigmoid Acertos (%)	SVM Radial Acertos (%)
Capacidade Estática (2005 – 2021)	513	100	100	100	100	100	100
Produção Agrícola (2005 – 2021)	513	100	100	100	100	100	100

Fonte: elaborados pelos autores (2023)

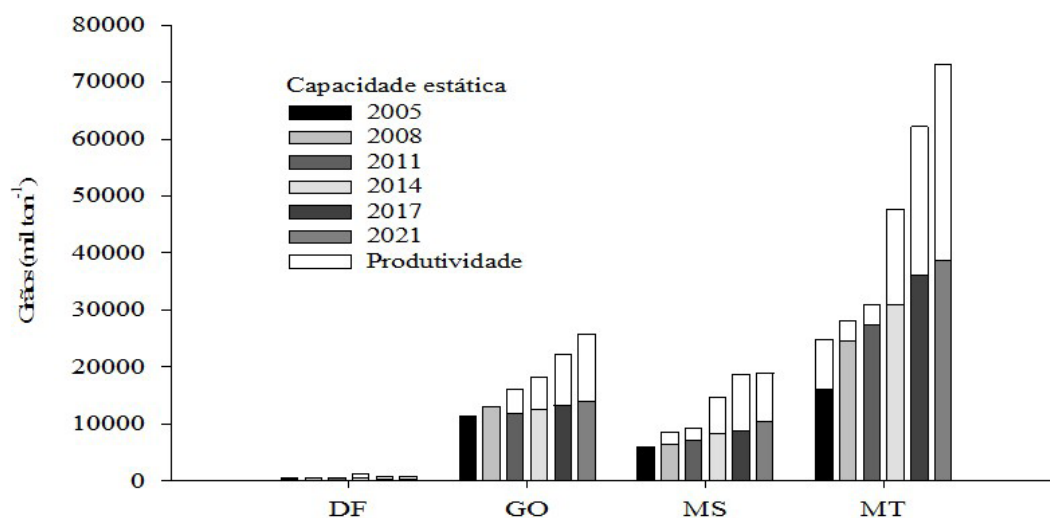
Todos os algoritmos de aprendizado de máquina supervisionado tiveram uma taxa de acurácia de 100%, tornando a tomada de decisão assertiva. Os resultados mostraram robustez e precisão na classificação dos dados quanto ao diagnóstico de déficit e não déficit de armazenagem de grãos para os estados brasileiros.

A metodologia proposta é considerada inovadora por não possuir trabalhos sobre déficit de armazenagem de grãos com aprendizado de máquina na literatura. Porém, para trabalhos na área de pós-colheita existem várias aplicações de inteligência artificial, como por exemplo: Moslem et al. (2019) modelaram a produção de sementes através de redes neurais artificiais e regressão linear múltipla, sendo avaliado por meio de cinco modelos com diferentes algoritmos de aprendizagem e funções de transferência, camadas ocultas e neurônios em cada camada, junto com modelo de regressão multilinear para prever a produção de sementes de Cártamo. Saffariha et al. (2020) estudaram sobre a previsão de germinação de sementes de *Salvia limbata* sob estresse, em que analisaram a germinação das sementes sob quatro estresses ecológicos: salinidade, seca, temperatura e pH, com aplicação de técnicas de modelagem de inteligência artificial, MLR e MLP. Medeiros et al. (2020) realizaram um estudo recente sobre a possibilidade de classificação de sementes de *Jatropha curcas* L. Quanto à qualidade por meio do uso de dados fenotípicos obtidos por análise de imagens de raios-X com abordagens de aprendizado de máquina. Por sua vez, Spancerski & Santos (2021) propuseram um modelo de redes neurais recorrentes LSTM para a previsão de produtividade de arroz no estado do Rio Grande do Sul. O modelo apresentou resultados adequados para uma previsão de curto prazo. E por fim, Nayak et al. (2021), propuseram um modelo de rede neural que estabeleceu uma previsão online do

teor de água de grãos de manga durante o processo de secagem contribuindo assim para a indústria alimentícia.

Com objetivo de aprofundar os resultados sobre déficit e não déficit de armazenagem de grãos foi refinado o estudo e foi realizado um levantamento quanto a capacidade estática de armazenamento de sua respectiva produção para os estados da região Centro-Oeste.

No geral, foi constatado que todos estados do Centro-Oeste e o Distrito Federal possuem capacidade estática de armazenamento de sua respectiva produção de 51,8 a 54,4% (Figura 1).



**Figura 1.** Capacidade estática e produtividade de grãos na Região Centro- Oeste

Fonte: elaborados pelos autores (2023)

O estado de Goiás possuía em 2005 a capacidade estática de armazenamento de 98,8% dos grãos produzidos, com uma produção anual estimada de 11,4 milhões de toneladas, enquanto em 2021, com produção estimada de 25,8 milhões de toneladas, o estado suporta apenas 54,3% da produção estadual em unidades armazenadoras fixadas no estado.

Goiás apresentou aumento de 128% na produção durante os últimos 16 anos, no entanto, apresentou aumento de apenas 25% de sua capacidade estática, ou seja, percebe-se que o investimento em instalações de unidades armazenadoras foi deficiente em comparação a evolução do crescimento da produtividade. De acordo com estudos realizados por Mur (2014) o estado necessitaria de aproximadamente 40 unidades armazenadoras espalhadas por 156 municípios onde têm-se armazenagem, sendo que essas unidades representariam em torno de 7 milhões de toneladas.

Avaliando os dados da Figura 1, nota-se que em 2021 somente o estado de Goiás necessita do dobro da estimativa apontada por Mur (2014), sendo necessárias unidades armazenadoras que comportem 14,5 milhões de toneladas de grãos.

Dentre os estados da região Centro-Oeste, Mato Grosso é o que apresenta maior produção e capacidade estática, produzindo em 2021 aproximadamente 73 milhões de toneladas e capacidade estática de quase 39 milhões de toneladas. Constatou-se que dentre

os estados ele foi o que apresentou maior salto em produtividade e capacidade estática desde 2005, apresentando aumento de 195 e 141% respectivamente, em comparação ao ano de 2021.

O estado do Mato Grosso do Sul apresentou aumento de 75% da capacidade estática entre 2005 e 2021, apresentando o estado capacidade de suporte de 10,3 milhões de toneladas, representando 54,4% da produção de grãos estadual.

O Distrito Federal apresenta baixa produção quando comparado aos demais estados da região Centro-Oeste, apresentando apenas 0,63% da produção da região, apesar da baixa taxa de produção o Distrito Federal apresentou porcentagem de capacidade estática média em relação a sua produção próxima aos estados integrantes da região, em torno de 51,8%.

Para superar os problemas da capacidade estática de armazenagem, Leite (2013) sugere a utilização de silos-bolsa para reduzir temporariamente o déficit, além do financiamento de armazéns nas próprias propriedades produtoras, como alternativa duradoura.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano) e ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio do Projeto TED 05/2020 - MAPA/IF Goiano, pelo apoio financeiro indispensável para execução deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, L. F.; et al. A capacidade estática de armazenagem de grãos no Brasil. Rio de Janeiro: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável, 2008.

BEIRÃO, E. S.; SILVEIRA, N. D. S.; GOMES, T. A. Capacidade de armazenagem de produtos agrícolas em armazéns dos municípios da mesorregião Norte de Minas. Revista Cerrados, Montes Claros - MG, v. 19, n. 02, p. 161-182, jul/dez, 2021.

CAVAZZINI, L. S.; CAVALCANTI, L. de L.; MACHADO, A. R.; DENNY, D. M. T.; SALEME, E. R. Aplicabilidade da indústria 4.0 na cadeia produtiva agroindustrial: sonho ou realidade? **VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**. Ponta Grossa, 26 de setembro, 2018.

CRAVINHO, P.A.M.; SCOLARI, D.; BROCHADO, A. M.; OLIVEIRA, L. A.; MOREIRA, R. **Perdas na Agropecuária Brasileira, Relatório Preliminar da Comissão Técnica para Redução das Perdas na Agropecuária**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento,

1994.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Dados de produção e capacidade de armazenamento. 2022.

MEDEIROS, A. D. de; PINHEIRO, D. T.; XAVIER, W. A.; SILVA, L. J. da; DIAS, D. C. F. dos S. **Quality classification of *Jatropha curcas* seeds using radiographic images and machine learning**. *Industrial Crops and Products*, 2020. p.112–162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112162>.

LEITE, G.L. D. **Capacidade de armazenamento e escoamento de grãos do Estado do Mato Grosso**. 2013.

MOSLEM, A.; YOUNESSI-HMAZEKHANLU, M.; RAMMAZANI, S. H. R.; OMIDI, A. H. **Artificial neural networks and multiple linear regression as potential methods for modeling seed yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.)**. *Industrial Crops and Products*, 2019. p. 185-194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.10.050>.

MUR, C. C. **Otimização da localização de unidades armazenadoras no estado de Goiás**. UNB, 2014.

NAYAK, P.; RAYAGURU, K.; BAL, L. M.; DAS, S.; DASH, S. K. **Artificial Neural Network Modeling of Hot-air Drying Kinetics of Mango Kernel**. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 2021. p. 750-758.

SAFFARIHA, M.; JAHANI, A.; POTTER, D. **Seed germination prediction of *Salvia limbata* under ecological stress in protected areas: an artificial intelligence modeling approach**. *BMC Ecology*, 2020. p.1-14. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12898-020-00316-4>.

SILVA NETO, W. A.; ARRUDA, P. N.; BASTOS, A. C. O deficit na capacidade estática de armazenagem de grãos no estado de Goiás. **Gestão & Regionalidade**, v. 32, n. 96, p. 151-196, 2016.