



PRODUTO
TÉCNICO-TECNOLÓGICO

RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO

**PROPOSTA E IMPLANTAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE PREVISÃO DE
DEMANDA EM UMA INDÚSTRIA DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS**

ABDIAS KELLY DE PAIVA NETO / PROF. DR. ÉRICO VERAS MARQUES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E
CONTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E
CONTROLADORIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO E CONTROLADORIA

ABDIAS KELLY DE PAIVA NETO

Produto Técnico resultado da pesquisa
PROPOSTA E IMPLANTAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE PREVISÃO DE
DEMANDA EM UMA INDÚSTRIA DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS

FORTALEZA
2025

ABDIAS KELLY DE PAIVA NETO

**PROPOSTA E IMPLANTAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE PREVISÃO DE DEMANDA
EM UMA INDÚSTRIA DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS**

Produto Técnico-Tecnológico resultante do Trabalho de Conclusão de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria da Universidade Federal do Ceará, como produção técnica da área de concentração de Gestão Organizacional.

Linha de Pesquisa: Estratégia e Sustentabilidade

Orientador: Prof. Dr. Érico Veras Marques

FORTALEZA
2025

Título do Produto Técnico Tecnológico (PTT): Proposta e implantação de uma solução de previsão de demanda em uma indústria de implementos agrícolas.

Modalidade de PTT: Relatório Técnico Conclusivo

Autores: Abdias Kelly de Paiva Neto e Prof. Dr. Érico Veras Marques.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação: Alessandra Carvalho de Vasconcelos, Coordenadora do PPAC Profissional; Augusto César de Aquino Cabral, Vice coordenador do PPAC Profissional Editor: Universidade Federal do Ceará (UFC)

Edição Eletrônica: outubro de 2025

ISBN: 978-85-7485-625-4

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade (FEAAC)

Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria – PPAC Profissional

Av. da Universidade, 2431, Benfica, CEP 60020-180, Fortaleza-se

Telefone: (85) 3366-7816

Endereço eletrônico: <https://ppacprof.ufc.br>

Produto Técnico-Tecnológico (PTT) resultante da dissertação intitulada Proposta e implantação de uma solução de previsão de demanda em uma indústria de implementos agrícolas

Resultado da pesquisa Proposta e implantação de uma solução de previsão de demanda em uma indústria de implementos agrícolas

Turma: MPAC/2023

Instituição contratante: IEL CE

Prezado Sr.(a) Superintendente do IEL-CE,

Apresentamos a seguir um Relatório Técnico Conclusivo referente à pesquisa que fundamenta a dissertação elaborada por **Abdias Kelly de Paiva Neto** sob a orientação do Prof. Dr. Érico Veras Marques, no período de 2023 a 2025, no âmbito do Mestrado Profissional em Administração e Controladoria da Universidade Federal do Ceará.

Estamos certos de que este trabalho constitui um relevante instrumento para melhorias das ações empreendidas pelo(a) “instituição contratante” junto a suas instituições parceiras.

Atenciosamente,

Abdias Kelly de Paiva Neto, Me. em Administração e Controladoria (UFC)

Prof. Dr. Érico Veras Marques, Dr. em Administração de Empresas (FGV)

1. APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

A previsão de demanda desempenha papel fundamental no planejamento organizacional, uma vez que decisões relacionadas à produção, gestão de estoques, compras de insumos e planejamento financeiro dependem direta ou indiretamente de estimativas sobre o comportamento futuro das vendas. Nesse sentido, a qualidade dos processos de planejamento operacional está intrinsecamente relacionada à qualidade das previsões utilizadas pelas organizações (Petrooulos et al., 2018).

No setor industrial, a previsão de demanda exerce impacto transversal em diferentes áreas da organização. Informações mais precisas sobre o comportamento esperado do mercado permitem que a área financeira projete fluxos de caixa com maior confiabilidade, que o setor de recursos humanos planeje melhor suas necessidades de mão de obra e que a área comercial organize estratégias de vendas e ações promocionais de forma mais eficiente (Pellegrini; Fogliatto, 2001).

O processo de construção de previsões envolve diferentes etapas estruturadas, que incluem a definição do problema de previsão, a coleta e análise de dados históricos, a seleção de modelos adequados e a avaliação da performance dos métodos utilizados. A aplicação estruturada dessas etapas contribui para reduzir a subjetividade das decisões e aumentar a confiabilidade das estimativas geradas (Montgomery; Jennings; Kulachi, 2016).

No entanto, o ambiente de negócios contemporâneo apresenta níveis crescentes de complexidade e incerteza. Mudanças nas condições econômicas, ciclos de vida cada vez menores dos produtos, além da influência de fatores sazonais e externos, tornam o processo de previsão mais desafiador para as organizações. Nesse contexto, torna-se necessário utilizar métodos analíticos capazes de lidar com grandes volumes de dados e identificar padrões relevantes para a tomada de decisão (Moroff; Kurt; Kamphunes, 2021).

No caso específico do setor de implementos agrícolas, essas dificuldades são ampliadas pela forte influência de fatores externos como condições climáticas, dinâmica das safras e acesso ao crédito rural, elementos que afetam diretamente o comportamento da demanda por equipamentos agrícolas. Essas características tornam a previsão de demanda um processo crítico para o planejamento das operações industriais e para a gestão da cadeia de suprimentos (Arvan et al., 2019).

De maneira complementar, Lv et al. (2024) afirmam que os métodos de previsão demanda disponíveis na literatura são poucos efetivos ao ser aplicados na cadeia de suprimentos

de equipamentos agrícolas, devido à complexidade desse mercado que conta com diversos fatores influenciadores.

A empresa objeto deste estudo é uma fabricante brasileira de implementos agrícolas com mais de cinquenta anos de atuação no mercado. Apesar da experiência acumulada ao longo de sua trajetória, o processo de previsão de demanda utilizado pela organização era predominantemente empírico e pouco estruturado, baseado principalmente na experiência dos gestores e em comparações simples com resultados de períodos anteriores.

Embora o julgamento gerencial represente uma importante fonte de conhecimento sobre o mercado, a ausência de métodos estruturados pode limitar a capacidade da organização de identificar padrões de comportamento da demanda e reduzir a confiabilidade das estimativas utilizadas no planejamento. Nesse sentido, a literatura destaca que a qualidade das previsões exerce influência direta sobre a eficiência do processo produtivo e sobre o desempenho operacional das empresas industriais (Veríssimo et al., 2012).

Diante desse contexto, torna-se relevante desenvolver soluções que integrem métodos quantitativos de análise de dados com informações qualitativas provenientes da experiência dos especialistas envolvidos no processo comercial. Conforme discutido por Ackermann e Sellitto (2022), a previsão de demanda consiste em uma metodologia gerencial que busca estimar o comportamento futuro do mercado a partir da identificação de padrões históricos ou da análise de fatores que influenciam o comportamento da demanda.

Dessa forma, a presente pesquisa buscou responder à seguinte questão de pesquisa: Como estruturar uma solução de previsão de demanda que atenda às necessidades de planejamento de uma indústria de implementos agrícolas? A partir dessa questão, foi definido como objetivo geral da pesquisa: desenvolver e avaliar uma solução de previsão de demanda aplicada a uma indústria de implementos agrícolas.

Para alcançar esse objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) definir um processo de previsão de demanda adequado à realidade da organização estudada;
- b) identificar os elementos mais relevantes para a construção do modelo de previsão, considerando abordagens qualitativas e quantitativas;
- c) desenvolver uma solução computacional capaz de operacionalizar o processo de previsão proposto;
- d) aplicar a solução desenvolvida para geração de previsões de demanda para os produtos da empresa estudada.

Do ponto de vista metodológico, o estudo envolveu a construção de um processo estruturado de previsão de demanda, composto por etapas que incluem definição do problema, levantamento de variáveis relevantes, seleção de métodos quantitativos e qualitativos, geração das previsões e monitoramento da performance dos modelos utilizados, conforme sugerido pela literatura da área (Montgomery; Jennings; Kulachi, 2016; Alves et al., 2019).

Como resultado da pesquisa desenvolvida, foi estruturado um processo de previsão de demanda apoiado por uma solução computacional capaz de integrar métodos quantitativos de análise de dados com o julgamento de especialistas. Essa solução foi desenvolvida com o objetivo de apoiar o processo de planejamento organizacional da empresa estudada, permitindo maior sistematização das análises de demanda e maior suporte às decisões relacionadas ao planejamento de produção, suprimentos e metas comerciais.

2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação da solução de previsão de demanda desenvolvida nesta pesquisa. Inicialmente são analisados os resultados das previsões realizadas para os meses avaliados, comparando os valores previstos com os valores efetivamente realizados. Em seguida, são discutidas as diferenças observadas entre regiões e famílias de produtos, bem como os impactos gerenciais percebidos após a implantação da solução na empresa estudada.

A partir da aplicação da solução proposta, foi possível confrontar as previsões geradas com os resultados efetivamente observados em dois dos três meses projetados. A comparação entre os valores previstos e realizados permitiu avaliar o desempenho da solução no contexto real da empresa.

Tabela 1 – Previsto vs. Realizado

Região	Família	Agosto				Setembro			
		Previsto	Realizado	MAE	WAPE	Previsto	Realizado	MAE	WAPE
Nordeste	Carretas	99	96	3	3,13%	85	81	4	4,94%
	Tanques	2	5	3	60,00%	4	17	13	76,47%
Sudeste	Carretas	92	93	1	1,08%	87	127	40	31,50%

Região	Família	Agosto				Setembro			
		Previsto	Realizado	MAE	WAPE	Previsto	Realizado	MAE	WAPE
	Tanques	0	1	1	100,00%	2	1	1	100,00%
Norte	Carretas	27	14	13	92,86%	24	4	20	500,25%
	Tanques	3	0	3	-	3	2	1	50,00%
Centro-Oeste	Carretas	5	2	3	150,00%	8	7	1	14,29%
	Tanques	6	6	0	0,00%	10	0	10	-
Total	Carretas	223	205	18	8,78%	204	219	15	6,84%
	Tanques	11	12	1	8,33%	19	20	1	5,00%
	Geral	234	217	17	7,83%	223	239	16	6,69%

Fonte: elaborado pelo autor (2025)

A análise dos dados apresentados na Tabela 6 evidencia uma redução significativa dos erros de previsão quando comparados ao período de validação utilizado na construção do modelo. Durante o período de validação, os resultados indicaram um WAPE médio de 27,64% e um MAE de 86,54 unidades, enquanto nos dois meses analisados após a implementação da solução o erro consolidado apresentou um WAPE geral de 6,69% e um MAE de 16 unidades. Esses resultados demonstram que a incorporação de variáveis causais e do julgamento qualitativo dos especialistas contribuiu para aproximar as estimativas do comportamento real do mercado.

Durante a análise dos resultados também foi identificada uma limitação no uso da métrica WAPE. Em situações nas quais o volume realizado é igual a zero, o cálculo da métrica torna-se inviável, pois o denominador da fórmula se anula. Nesses casos, optou-se por utilizar apenas o MAE, métrica que permanece interpretável mesmo em mercados com baixo volume de vendas. Essa observação reforça a importância da utilização de métricas complementares na avaliação do desempenho de modelos de previsão, especialmente em contextos de vendas reduzidas ou intermitentes.

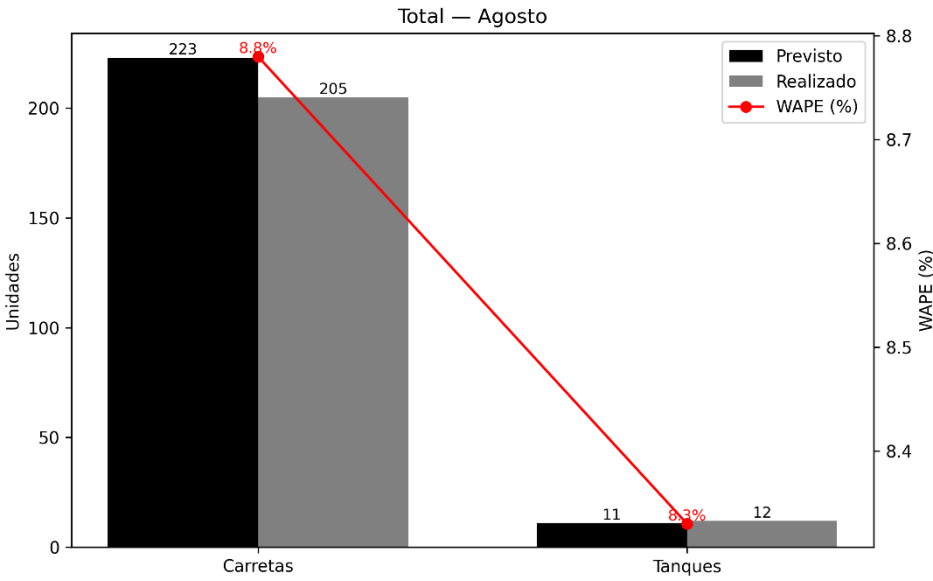
Ao analisar os resultados por região, verificou-se comportamento semelhante ao observado durante o período de validação. As regiões Nordeste e Sudeste apresentaram menores erros médios de previsão, indicando maior aderência da solução proposta aos mercados onde a empresa possui maior volume de vendas. Já nas regiões Norte e Centro-Oeste, embora os desvios absolutos em unidades tenham sido pequenos, os valores de WAPE foram relativamente mais elevados, consequência direta do baixo volume de vendas nessas localidades. Essa diferença indica que, em mercados de menor escala, as previsões devem ser utilizadas com maior cautela e acompanhadas de julgamentos qualitativos mais robustos.

Quando os resultados são analisados por família de produtos, observa-se comportamento distinto entre as duas linhas avaliadas. A linha de carretas, principal responsável pelo faturamento da empresa, apresentou melhor desempenho de previsão, com erros sistematicamente inferiores aos observados na linha de tanques. Esse resultado indica que as variáveis utilizadas no modelo capturam de forma mais eficaz os determinantes da demanda desse segmento.

Por outro lado, a linha de tanques apresentou maior instabilidade nas previsões, registrando valores de WAPE relativamente elevados mesmo em situações de baixo MAE. Essa diferença reforça a discussão apresentada por Lv et al. (2024), segundo a qual a previsibilidade da demanda no setor agrícola está associada não apenas às técnicas utilizadas, mas também ao grau de maturidade e regularidade do mercado em que o produto está inserido.

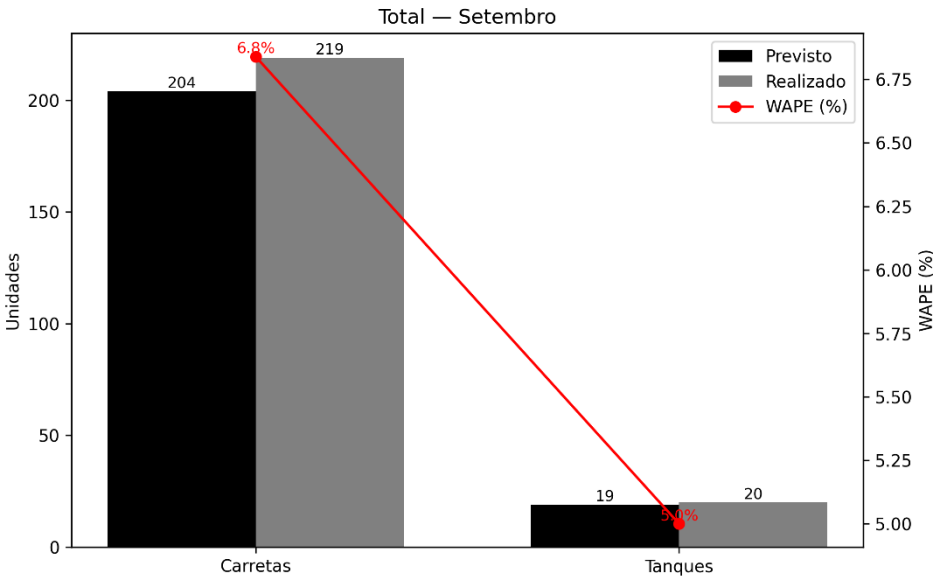
Os resultados consolidados das previsões para os meses analisados também foram avaliados em nível agregado, considerando a soma das vendas previstas e realizadas para as famílias de Carretas e Tanques. Os Gráficos 2 e 3 apresentam o desempenho consolidado das previsões para os meses de agosto e setembro, respectivamente. Os valores foram obtidos pela soma das previsões e das vendas realizadas das famílias Carretas e Tanques. O WAPE exibido corresponde ao erro percentual calculado a partir desses valores totais, permitindo avaliar a acurácia da solução em nível agregado.

Gráfico 1 - Total Previsto vs. Realizado em agosto



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Gráfico 2 - Total Previsto vs. Realizado em setembro

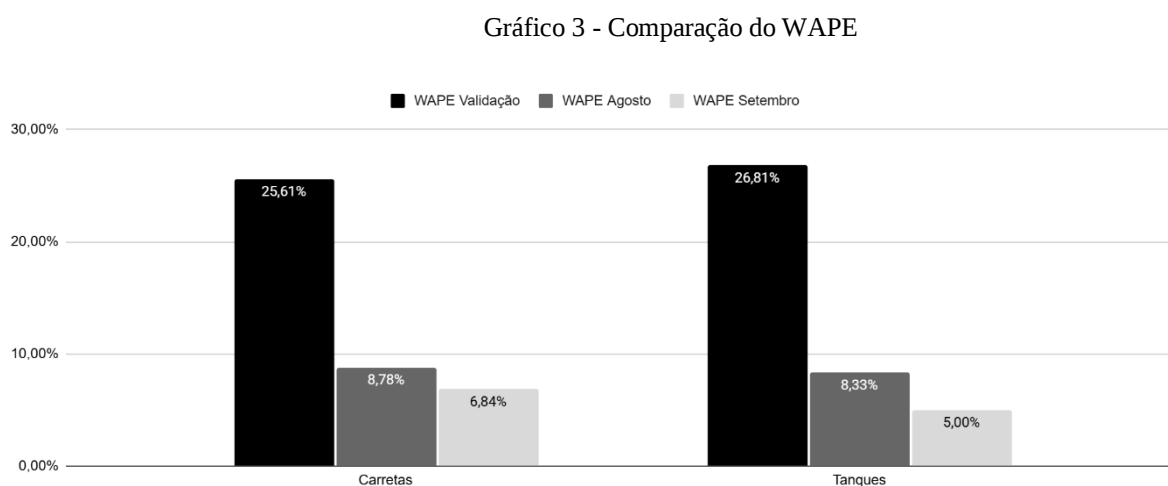


Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Ao analisar os números totais, percebe-se o potencial da solução como ferramenta de planejamento global, permitindo antecipar necessidades de insumos, dimensionar a capacidade produtiva e projetar o fluxo de caixa com maior segurança. Além disso, a estabilidade observada nas previsões totais indica que a ferramenta pode ser utilizada como referência para o acompanhamento do desempenho da empresa, servindo como indicador complementar às previsões regionais e por família de produtos.

De modo semelhante ao apontado por Lemos e Fogliatto (2008), os resultados indicam que a integração estruturada entre modelagem quantitativa e avaliação sistemática contribui para redução relativa do erro quando comparada a abordagens menos estruturadas. Ainda que persistam variações regionais e familiares, observa-se melhora na consistência das previsões ao se adotar processo comparativo baseado em métricas objetivas e reavaliação periódica.

A evolução das métricas de erro ao longo do período analisado também evidencia melhorias no desempenho das previsões após a implementação da solução, conforme o Gráfico 3:



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Observa-se que as métricas de erro apresentaram redução significativa nos meses de agosto e setembro de 2025, quando comparadas ao período de validação do modelo, realizado entre janeiro e julho de 2025. Essa redução pode ser explicada por características sazonais do mercado de implementos agrícolas. Tradicionalmente, o primeiro semestre apresenta maior variabilidade nas vendas, influenciada por fatores como lançamento do Plano Safra, liberação de crédito rural e realização de feiras agroindustriais. Esses eventos introduzem maior instabilidade nas séries históricas e tendem a elevar os erros de previsão.

No segundo semestre, essas interferências tendem a diminuir, tornando o comportamento da demanda mais estável e, conseqüentemente, mais previsível pelos modelos utilizados. Esses resultados também se alinham às conclusões de Lv et al. (2024), que argumentam que técnicas desenvolvidas especificamente para setores inseridos na cadeia de suprimentos do agronegócio tendem a apresentar desempenho superior quando comparadas a soluções padronizadas.

A solução proposta neste estudo foi construída considerando as particularidades do setor de implementos agrícolas, incorporando segmentação regional, variáveis causais específicas e seleção dinâmica de modelos conforme desempenho observado. Dessa forma, os resultados obtidos reforçam a importância da adaptação metodológica ao contexto setorial como fator determinante para melhoria da acurácia das previsões.

Por fim, observa-se que a solução apresentou melhor desempenho justamente nos mercados e produtos mais representativos para a empresa estudada. As regiões Nordeste e Sudeste, responsáveis por mais de 80% do faturamento, e a linha de carretas, que concentra a maior parte da produção, apresentaram os melhores resultados de previsão. Esse comportamento reforça a utilidade prática da ferramenta para os segmentos mais estratégicos do negócio, ainda que existam limitações em mercados de menor escala.

Durante o período de utilização da solução de previsão de demanda, gestores da empresa relataram impactos práticos no processo de planejamento. Entre os principais exemplos mencionados está o uso das previsões para apoiar a programação da produção e a negociação antecipada com fornecedores de insumos. De acordo com os gestores entrevistados, a possibilidade de visualizar as projeções de vendas por região e por família de produtos permitiu antecipar decisões relacionadas à compra de materiais e ao planejamento da capacidade produtiva, reduzindo a necessidade de ajustes emergenciais ao longo do mês.

Outro exemplo citado pelos membros da empresa refere-se ao apoio ao processo de definição de metas comerciais. As previsões passaram a servir como referência inicial para as discussões entre a área comercial e a diretoria, permitindo que as metas fossem estabelecidas com base em estimativas mais estruturadas do comportamento esperado da demanda. Além disso, os gestores destacaram que a visualização gráfica das previsões facilitou a compreensão das tendências de mercado, contribuindo para alinhar as expectativas entre as áreas de vendas, produção e suprimentos.

3. CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo desenvolver e avaliar uma solução de previsão de demanda aplicada a uma indústria de implementos agrícolas. Para isso, foi estruturado um processo de previsão que integra métodos quantitativos de análise de dados com o julgamento de especialistas, buscando reduzir a subjetividade presente no processo de planejamento anteriormente utilizado pela organização.

O primeiro objetivo específico, relacionado à definição de um processo estruturado de previsão de demanda, foi atendido por meio da elaboração do processo-modelo apresentado na seção de desenvolvimento da solução. O segundo objetivo, referente à identificação dos elementos relevantes para a construção do modelo de previsão, foi alcançado a partir da análise de dados históricos da empresa e da realização de entrevistas com gestores e representantes comerciais. O terceiro objetivo, relacionado ao desenvolvimento de uma solução computacional capaz de operacionalizar o processo de previsão, foi concretizado por meio da aplicação desenvolvida em linguagem Python com interface em Streamlit. Por fim, o objetivo de aplicar a solução para geração de previsões foi atendido por meio da realização das previsões para as famílias de produtos analisadas e da comparação entre valores previstos e realizados.

No âmbito deste trabalho, foi possível comparar os erros de previsão de dois dos três meses previstos, uma vez que os resultados reais de outubro ainda não estavam disponíveis. Para agosto e setembro, o WAPE médio geral foi de 6,69% e o MAE de 16 unidades, demonstrando erro significativamente menores quando comparado ao período de validação do modelo, que foi entre janeiro e julho de 2025. Ao aferir os impactos observados, através de uma reunião com os gestores da empresa, observou-se melhorias práticas nos processos de gestão da empresa: o setor de suprimentos fez programação de compras junto aos fornecedores com base na previsão, direcionando apenas para o que está previsto vender no período; a produção pôde nivelar o quadro de pessoal e antecipar a fabricação em períodos de pico; e o setor comercial passou a definir metas regionais com base em previsões realizadas.

A partir da aplicação prática e da análise dos resultados, constatou-se que o objetivo geral foi alcançado, uma vez que a solução desenvolvida considerou as especificidades da empresa estudada e do mercado em que está inserida. O desempenho observado demonstrou aderência satisfatória às séries analisadas e já proporcionou aplicações gerenciais concretas. A

ferramenta implementada reduziu a dependência de julgamentos empíricos isolados, conferindo maior previsibilidade ao planejamento comercial, operacional e financeiro.

Outro resultado relevante refere-se à adaptação metodológica ao contexto específico do agronegócio. Conforme discutido ao longo do estudo, o comportamento da demanda por implementos agrícolas é influenciado por fatores externos como condições climáticas, acesso ao crédito rural e dinâmica das safras. Nesse sentido, a estruturação de um processo de previsão que considere essas particularidades contribui para aumentar a utilidade prática das estimativas geradas, conforme discutido na literatura sobre previsão de demanda aplicada a cadeias do agronegócio (Lv et al., 2024).

Do ponto de vista gerencial, a solução desenvolvida demonstrou potencial para apoiar o processo de planejamento organizacional da empresa estudada. Relatos dos gestores indicam que as previsões passaram a ser utilizadas como referência para decisões relacionadas ao planejamento da produção, negociação com fornecedores e definição de metas comerciais. Além disso, a visualização estruturada das previsões por região e família de produtos contribuiu para melhorar o alinhamento entre as áreas comercial, produção e suprimentos.

Outro aspecto relevante da pesquisa foi o desenvolvimento de uma solução computacional capaz de operacionalizar o processo de previsão de forma estruturada. A aplicação desenvolvida em linguagem Python permite executar os modelos de previsão, visualizar os resultados e acompanhar métricas de desempenho, contribuindo para a sistematização das análises de demanda e para a continuidade do processo de previsão na organização.

Apesar dos resultados positivos observados, o estudo apresenta algumas limitações. Entre elas destaca-se o período relativamente curto de acompanhamento das previsões após a implementação da solução, o que limita a avaliação de seu desempenho ao longo de diferentes ciclos de mercado. Além disso, mercados com menor volume de vendas tendem a apresentar maior variabilidade relativa nas métricas de erro, o que pode reduzir a confiabilidade das previsões nesses contextos.

Como sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se ampliar o período de análise das previsões, incorporando novos ciclos agrícolas e avaliando o desempenho da solução em diferentes condições de mercado. Também se sugere explorar a inclusão de novas variáveis explicativas relacionadas ao ambiente do agronegócio, bem como avaliar a aplicação da abordagem desenvolvida em outras empresas do setor.

REFERÊNCIAS

- ACKERMANN, A. E. F.; SELLITTO, M. A. Métodos de previsão de demanda: uma revisão da literatura. **Innovar**, v. 32, n. 85, p. 83-99, 2021.
- AKTEPE, A.; YANIK, E.; ERSÖZ, S. Demand forecasting application with regression and artificial intelligence methods in a construction machinery company. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 32, p. 1587–1604, 2021.
- ALVES, C. C.; HOEPERS, E.; CORAZZA, E. J.; SANTOS, G. J.; CRISTOFOLINI, R.; CRUZ, A. C. Aplicação de métodos estatísticos com suavização exponencial dupla e tripla para previsão de demanda na gestão de estoques. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 1001-1026, 2019.
- ARMSTRONG, J. S.; GREEN, K. C. Demand Forecasting: Evidence-Based Methods. **SSRN Electronic Journal**, 2005. DOI: 10.2139/ssrn.3063308. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3063308>. Acesso em: 08 set. 2025.
- ARVAN, M; FAHIMNIA, B; REISI, M; SIEMSEN, E. Integrating human judgement into quantitative forecasting methods: A review. **Omega**, v. 86, p. 237–252, 2019.
- ASSAD, E D.; ASSAD, M. L. R. C. L. Mudanças do clima e agropecuária: impactos, mitigação e adaptação — desafios e oportunidades. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 38, n. 112, p. 271-292, 2024. DOI: 10.1590/s0103-4014.202438112.015.
- ATWANI, M; HLYAL, M; ALAMI, J. E. AI-Based Demand Forecasting Models: A Systematic Literature Review. **International Journal of Industrial Engineering & Production Research**, v. 35, n. 2, p.1-20, 2024.
- BATISTA, A.; LOPES, A. C. V.; COSTA, J. R. M. Gestão de custos na produção agrícola: um estudo na cultura da soja. In: XIX Congresso Brasileiro de Custos. 2022. **Anais...** João Pessoa: ABC, 2022.
- BARROS, Geraldo. Agronegócio e o dólar. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA/Esalq/USP**, 27 nov. 2019. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/opiniao-cepea/agronegocio-e-o-dolar.aspx>. Acesso em: 15 set. 2025.
- BORSATO, R.; CORSO, L. L. Aplicação de Inteligência Artificial e ARIMA na Previsão de Demanda no setor metal mecânico. **Scientia cum industria**, v. 7, n. 2, p. 165-176. 2019.
- CALOBA, G. M.; CALOBA, L. P; SALIBY. E. Cooperação entre redes neurais artificiais e técnicas “clássicas” para previsão de demanda de uma série de vendas de cerveja na Austrália. **Pesquisa Operacional**, v.22, n.3, p.345-358, 2002.

CEPEA - Centro de Pesquisa Avançada em Economia Aplicada. **PIB-Agro/CEPEA: Após dois trimestres em queda, PIB do agro reage no 3º tri, e recuo esperado para 2024 diminui para 2,49%**. Disponível em: <

CHAN, F; PAUWELS, L. Optimal Forecast Combination with Mean Absolute Error Loss. **CAMA Working Paper** 59/2023, Australian National University, Novembro 2023. Disponível em: <https://crawford.anu.edu.au/sites/default/files/2025-01/59_2023_chan_pauwels_0.pdf> Acesso em: 05 set. 2025.

FARAGO, F. E; OLIVEIRA, D. M; KAPP JUNIOR, C; VOICHCOSKI, G. M. Custos de Produção de Sete Culturas Brasileiras e a Taxa Selic. **Revista ADMPG**, v. 9, n. 1, 2016.

GOMES, G.; RODRIGUES, A. L. V; BOUZON, M.; STAUDT, F. H. Aplicação de Machine learning e séries temporais para previsão de demanda: um estudo de caso em uma empresa de bens de consumo. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v.9, n.8, p. 23110-23132, 2023.

GUTH, S. C.; SALVADOR, A. B. Características da formação do preço de venda no segmento comercial de implementos agrícolas. **Estudos do CEPE**, n. 45, p. 18-34, 2017.

HONJO, K.; ZHOU, X.; SHIMIZU, S. CNN-GRU based deep learning model for demand forecast in retail industry. In: **International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)**, 2022. Proceedings [...]. IEEE, 2022.

KE, G. et al. LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree. In: **Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)**, 2017. Disponível em: <https://papers.nips.cc/paper/2017/file/6449f44a102fde848669bdd9eb6b76fa-Paper.pdf>. Acesso em: 5 set. 2025.

KUMAR, L.; KHEDLEKAR, S.; KHEDLEKAR, U. K. A comparative assessment of holt winter exponential smoothing and autoregressive integrated moving average for inventory optimization in supply chains. **Supply Chain Analytics**, v. 8, n. 100084, p. 100084, 2024.

LIMA, V. A.; SANTOS, I. C.; AMATO NETO, J. A indústria de máquinas agrícolas no Brasil: uma análise evolucionária no período de 1985-2015. In: XVII Congresso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica. **Anais...** Ciudad de México: ALTEC, 2017.

LUKOSEVICIUS, A. P. Executar é preciso, planejar não é preciso: proposta de framework para projetos de pesquisa. **Administração Ensino e Pesquisa**, v. 19, n. 1, p. 32–65, 2018.

LV, F.; LIU, F.; ZHANG, S; ZHANG Y. Agricultural equipment demand forecast based on data decomposition and integration. **International journal of innovative computing, information & control**, v. 20, n. 03, p. 739, 2024.

MONTGOMERY, D. C.; JENNINGS, C. L.; KULAHCI, M. Introduction to time series analysis and forecasting. 2nd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2016.

MOROFF, N. U.; KURT, E.; KAMPHUES, J. Machine Learning and Statistics: A Study for assessing innovative Demand Forecasting Models. **Procedia computer science**, v. 180, p. 40–49, 2021.

PANARESE, A.; SETTANNI, G.; VITTI, V.; GALIANO, A. Developing and preliminary testing of a machine learning-based platform for sales forecasting using a gradient boosting approach. **Applied Sciences**, v. 12, n. 21, p. 11054, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/app122111054>

PAVLYSHENKO, B. M. Machine learning models for sales times series forecasting. **Data**, v. 4, n. 15, 2019.

PELLEGRINI, F. R; FOGLIATTO, F. S. Passos para implantação de sistemas de previsão de demanda - Técnicas de Estudo de Caso. **Revista Produção**, v. 11, n. 1, p. 43-64, 2001.

PETROPOULOS, F; KOUTENTEZES, N; NIKOLOPOULOS, K; SIEMSEN, E. Judgmental selection of forecasting models. **Journal of operations management**, v. 60, n. 1, p. 34–46, 2018.

PINATTI, E. Efeitos das cotações do dólar comercial e do índice pluviométrico sobre os preços do boi gordo no estado de são paulo, no período após o plano real. **Rev. de Economia Agrícola**. São Paulo, v. 55, n. 1, p. 77-88, 2008.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2a ed. Novo Hamburgo: Universidade FEEVALE, 2013.

SIEBERT, J.; GROSS, J.; SCHROTH, C. A systematic review of Python packages for time series analysis. **arXiv preprint** arXiv:2104.07406, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2104.07406>. Acesso em: 15 set. 2025.

STAUDT, F. H.; GONÇALVES, M. B.; RODRIGUEZ, C. M. T. Procedimento para implantar um modelo de previsão de demanda com incorporação de julgamento de especialistas. **Production**, v. 26, n. 2, p. 459–475, 2015.

TAYLOR, S. J.; LETHAM, B. Forecasting at scale. **PeerJ Preprints**, v. 6, p. e3190v2, 2018. Disponível em: <https://peerj.com/preprints/3190.pdf>. Acesso em: 8 set. 2025.

VERÍSSIMO, A. J.; ALVES, C. C.; HENNING, E.; AMARAL, C. E.; CRUZ, A.C. Métodos estatísticos de suavização exponencial holt-winters para previsão de demanda em uma empresa do setor mecânico. **Revista Gestão Industrial**. Ponta Grossa, v. 8, n. 4, 2016

DETALHAMENTO DO RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO

1. ADERÊNCIA

1.1 Relação/afinidade da produção com a área de concentração do Programa:

A presente produção apresenta afinidade com a Gestão Organizacional - área de concentração do Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria (PPAC Profissional), uma vez que propõe e implementa uma solução estruturada para o processo de previsão de demanda e planejamento operacional em uma indústria de implementos agrícolas. Ao transformar um processo predominantemente empírico em um processo analítico e sistematizado, o trabalho contribui para a melhoria da qualidade da tomada de decisão gerencial e para o aumento da eficiência organizacional.

1.2 Relação/afinidade da produção com uma das linhas de pesquisa do Programa:

A produção apresenta aderência à linha de pesquisa Estratégia e Sustentabilidade, pois aborda o desenvolvimento de uma solução gerencial voltada ao fortalecimento do processo de planejamento estratégico e operacional da organização.

Ao desenvolver um modelo híbrido de previsão que combina análise de dados históricos, variáveis explicativas do mercado e julgamento de especialistas, a pesquisa contribui para reduzir incertezas no processo decisório e fortalecer a capacidade da organização de alinhar suas estratégias comerciais e operacionais com o comportamento esperado da demanda.

1.3 Relação/afinidade da produção com um dos projetos de pesquisa do orientador do TCC:

A presente produção apresenta aderência às atividades de pesquisa desenvolvidas pelo orientador, Professor Dr. Érico Veras Marques, voltadas à aplicação de tecnologias digitais, métodos quantitativos e soluções analíticas para apoio à gestão organizacional e à tomada de decisão baseada em dados.

2. IMPACTO

- () Ausência de Impacto de transformação do ambiente ao qual se destina
- () Baixo Impacto de transformação do ambiente ao qual se destina
- (X) Médio Impacto de transformação do ambiente ao qual se destina
- () Alto Impacto de transformação do ambiente ao qual se destina

Justificativa: A aplicação da solução desenvolvida neste estudo gerou impactos concretos nos processos de planejamento da empresa analisada. A ferramenta passou a ser utilizada como suporte para decisões relacionadas à programação de compras, planejamento da produção, definição de metas comerciais e projeções financeiras. Além disso, a implantação do processo de previsão promoveu maior integração entre os setores da organização, reduzindo a dependência de decisões baseadas exclusivamente em julgamento empírico.

3. APLICABILIDADE

3.1 **Aplicabilidade realizada** - grau de facilidade com que o produto foi empregado.

- ☐ Não aplicada
- ☐ Baixa aplicabilidade realizada
- ☐ Média aplicabilidade realizada
- ☒ Alta aplicabilidade realizada

Justificativa: O nível alto de aplicabilidade se justifica já que a solução foi efetivamente implementada na empresa estudada, sendo utilizada pelos gestores para gerar previsões mensais de vendas e apoiar o planejamento das áreas de suprimentos, produção e comercial. A ferramenta foi desenvolvida com interface simples e de fácil utilização, permitindo sua aplicação contínua pela equipe da empresa.

3.2 **Replicabilidade** - capacidade de ser replicável em outros contextos.

- ☐ Restrita
- ☒ Irrestrita
- ☐ Escalável

Justificativa: A replicabilidade caracterizada como irrestrita se justifica devido ao fato de o modelo proposto pode ser replicado em outras empresas industriais que possuam dados históricos de vendas e acesso a variáveis econômicas ou setoriais relevantes. A metodologia e a estrutura da solução são flexíveis e podem ser adaptadas para diferentes contextos organizacionais.

4. **INOVAÇÃO** - intensidade do conhecimento inédito na criação e desenvolvimento do produto.

- ☐ Sem inovação
- ☐ Baixo teor de inovação - Inovação adaptativa, utilização de conhecimento pré-existente
- ☒ Médio teor de inovação - Incremental, modificação de conhecimentos pré-estabelecidos
- ☐ Alto teor de inovação - Inovação radical, mudança de paradigma

Justificativa: O teor de inovação do produto técnico caracteriza-se como inovação incremental, pois a pesquisa desenvolve uma solução de previsão de demanda adaptada às particularidades do mercado de implementos agrícolas, caracterizado por elevada volatilidade, influência de fatores externos e diferenças regionais significativas no comportamento da demanda. O diferencial da proposta está na construção de um modelo de previsão pensado especificamente para o contexto do agronegócio, incorporando variáveis e características próprias desse setor.

Além disso, a solução integra métodos quantitativos e qualitativos de previsão, combinando modelos estatísticos e algoritmos de aprendizado de máquina com o julgamento de especialistas da área comercial. Outro aspecto inovador é a seleção dinâmica de métodos de previsão por região, reconhecendo que diferentes mercados apresentam padrões de demanda distintos, o que contribui para aumentar a aderência das previsões e a utilidade prática da ferramenta no processo de planejamento organizacional.

5. **COMPLEXIDADE** (está relacionada ao grau de interação dos atores, relações e conhecimentos necessários à elaboração e ao desenvolvimento de produtos técnico tecnológicos – pessoas envolvidas na elaboração e/ou validação do produto).

() **Não complexo**

() **Baixa complexidade** - Inovação adaptativa, utilização de conhecimento pré-existente

(X) **Média complexidade** - Incremental, modificação de conhecimentos pré-estabelecidos

() **Alta complexidade** - Inovação radical, mudança de paradigma

Justificativa: O desenvolvimento do produto envolveu diferentes etapas metodológicas, incluindo levantamento de variáveis causais, tratamento de dados, modelagem estatística, aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina e construção de interface computacional. Além disso, o processo demandou interação entre pesquisadores e gestores da empresa para validação e aplicação prática da solução.

ISBN: 978-85-7485-625-4