

**Aplicação de métodos de previsão de demanda como ferramenta de consultoria organizacional no  
centro cirúrgico de um hospital privado**

**Application of demand forecasting methods as an organizational consulting tool in the surgical  
center of a private hospital**

**Aplicación de métodos de pronóstico de la demanda como herramienta de consultoría  
organizacional en el centro quirúrgico de un hospital privado**

Recebido: 21/01/2026 | Revisado: 01/04/2026 | Aceito: 09/04/2026 | Publicado: 18/06/2026

**Antônio Reinaldo Silva Neto**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9655-4510>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: [antonio.silvaneto@ufpe.br](mailto:antonio.silvaneto@ufpe.br)

**Eduardo Fernando da Silva Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2644-8603>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: [eduardo.fssouza@ufpe.br](mailto:eduardo.fssouza@ufpe.br)

## **Resumo**

A eficiência da gestão de estoques em centros cirúrgicos é vital para a qualidade do atendimento e o equilíbrio financeiro hospitalar. Este estudo teve como objetivo aplicar e comparar métodos de previsão de demanda por séries temporais para otimizar a gestão de insumos em um hospital privado de médio porte em Caruaru/PE. A metodologia consistiu em uma abordagem quantitativa e aplicada, utilizando dados de consumo de 22 itens críticos (Classe A) coletados entre junho de 2022 e julho de 2024. Foram testados 11 modelos, variando de métodos tradicionais (Médias Móveis, Holt-Winters, ARIMA) a técnicas de aprendizado de máquina (LSTM, Prophet e Regressões Ridge e Lasso). Os resultados indicaram que o modelo Prophet apresentou o melhor desempenho global, com maior acurácia (menor RMSE) em séries de alta sazonalidade e complexidade. Na análise financeira, o modelo proposto superou a gestão manual atual, apresentando um erro acumulado menor em relação às metas orçamentárias estabelecidas. Conclui-se que a adoção de métodos quantitativos avançados reduz o risco de desabastecimento e a imobilização desnecessária de capital, oferecendo uma solução prática e replicável para a logística hospitalar. Adicionalmente, os resultados apresentam potencial de aplicação em consultorias organizacionais, ao subsidiar diagnósticos e intervenções analíticas em gestão de estoques, bem como em contextos educacionais, servindo como base para o desenvolvimento de estudos de caso voltados ao ensino aplicado em cursos de gestão, administração e áreas correlatas.

**Palavras-chave:** Previsão de demanda; Centro cirúrgico; Gestão de estoques; Séries temporais; Prophet.

## **Abstract**

Efficient inventory management in surgical centers is crucial for ensuring quality of care and maintaining hospital financial sustainability. This study aimed to apply and compare time series demand forecasting methods to optimize the management of medical supplies in a medium-sized private hospital located in Caruaru, Pernambuco, Brazil. The methodology adopted a quantitative and applied approach, using consumption data from 22 critical items (Class A) collected between June 2022 and July 2024. A total of 11 models were tested, ranging from traditional methods (Moving Averages, Holt-Winters, ARIMA) to machine learning techniques (LSTM, Prophet, and Ridge and Lasso regressions). The results indicated that the Prophet model achieved the best overall performance, with higher accuracy (lower RMSE) in time series characterized by high seasonality and complexity. In the financial analysis, the proposed model outperformed the current manual management approach, presenting a lower cumulative error relative to the established budget targets. It is concluded that the adoption of advanced quantitative methods reduces the risk of stockouts and unnecessary capital immobilization, offering a practical and replicable solution for hospital logistics. Additionally, the findings demonstrate potential applicability in organizational consulting, by supporting analytical diagnostics and interventions in inventory management, as well as in educational contexts, serving as a basis for the development of case studies aimed at applied teaching in management, administration, and related fields.

**Keywords:** Demand Forecasting; Surgical Center; Inventory Management; Time Series; Prophet.

## **Resumen**

La gestión eficiente del inventario en centros quirúrgicos es vital para la calidad de la atención y la estabilidad financiera del hospital. Este estudio tuvo como objetivo aplicar y comparar métodos de pronóstico de demanda de series temporales para optimizar la gestión de suministros en un hospital privado de tamaño mediano en Caruaru/PE, Brasil. La metodología consistió en un enfoque cuantitativo y aplicado, utilizando datos de consumo de 22 artículos críticos (Clase A) recopilados entre junio de 2022 y julio de 2024. Se probaron once modelos, desde métodos tradicionales (medias móviles, Holt-Winters, ARIMA) hasta técnicas de aprendizaje automático (LSTM, Prophet y regresiones Ridge y Lasso). Los resultados indicaron que el modelo Prophet presentó el mejor desempeño general, con mayor precisión (menor RMSE) en series temporales altamente estacionales y complejas. En el análisis financiero, el modelo propuesto superó la gestión manual actual, presentando un menor error acumulado en relación con los objetivos presupuestarios establecidos. Se concluye que la adopción de métodos cuantitativos avanzados reduce el riesgo de desabastecimiento y la inmovilización innecesaria de capital, ofreciendo una solución práctica y replicable para la logística hospitalaria. Además, los resultados muestran potencial de aplicación en

consultoria organizacional, al apoyar diagnósticos e intervenciones analíticas en la gestión de inventarios, así como en contextos educativos, sirviendo de base para el desarrollo de estudios de caso centrados en la enseñanza aplicada en cursos de gestión, administración y áreas relacionadas.

**Palabras clave:** Previsión de la demanda; Centro quirúrgico; Gestión de inventarios; Series temporales; Prophet.

## Introdução

A gestão eficiente de recursos hospitalares é uma questão crítica para a manutenção da qualidade dos serviços prestados em unidades de saúde. Os hospitais, por se caracterizarem como organizações complexas (Farias; Araújo, 2017), apresentam diferenças peculiares nas suas atividades em comparação com outros tipos de organizações, principalmente porque sua atividade primordial é salvar vidas humanas. Estes nosocômios são repartidos em diversos setores, dentre eles há o centro cirúrgico<sup>1</sup>, que demanda um controle rigoroso de materiais, dada a sua importância na realização de procedimentos cirúrgicos e no atendimento dos pacientes. Todas essas questões requerem que estas organizações possuam gestões racionais de seus estoques, que mostram-se como atividades indispensáveis para que a unidade hospitalar consiga manter-se competitiva e principalmente não permita a ausência de qualquer insumo que interfira na realização das intervenções médicas (Pacheco; Novais; Liberal, 2021).

Nesse cenário, o campo da logística representa uma área primordial para o funcionamento das unidades hospitalares, visto que a alta variedade de itens utilizados para realização dos atendimentos, associada ao risco de falta de insumos, pode comprometer a saúde e até mesmo a vida dos pacientes (Correia; Cruz; Silva, 2020). Além disso, na outra ponta, concentrar estoques altos para garantir que não haja a falta dos materiais, pode imobilizar recursos financeiros que poderiam ser aplicados em outras áreas da instituição (Pacheco; Novais; Liberal, 2021). Em meio a este *tradeoff*, faz-se necessário haver um equilíbrio na concentração dos estoques de insumos para subsidiar a prestação dos serviços realizados por essas organizações.

Com este preâmbulo, infere-se que os métodos quantitativos dispostos aos gestores mostram-se úteis para auxiliar nesses tipos de problemas. Corroborando com esta dedução, Kotler e Keller (2012) afirmam que a previsão de demanda tem o potencial de auxiliar nas principais tomadas de decisão, tanto no nível operacional, quanto no nível estratégico. Assim, os métodos de previsão de demanda mostram-se úteis para auxiliar nas decisões das organizações hospitalares. Desta forma, utilizar estas técnicas em um hospital privado localizado no agreste pernambucano, pode auxiliar os gestores daquela unidade a ter maior controle e tomar decisões mais acertadas sobre os estoques dos materiais necessários para abastecer o centro cirúrgico.

Por isso, este estudo tem por objetivo aplicar métodos de previsão de demanda em dados oriundos

do centro cirúrgico de um hospital privado localizado em Caruaru/PE, utilizando uma abordagem quantitativa para propor melhorias na gestão dos recursos hospitalares. Com base em uma análise exploratória e na revisão de métodos existentes na literatura, busca-se desenvolver uma solução prática e eficiente para otimizar o uso de insumos, garantindo maior previsibilidade no atendimento das demandas do centro cirúrgico. Assim, o presente trabalho se configura como um estudo de caso, proporcionando uma análise detalhada e focada na realidade operacional desse hospital.

Assim, o presente trabalho se configura como um estudo de caso, proporcionando uma análise detalhada e focada na realidade operacional desse hospital. A relevância de analisar dilemas operacionais práticos sob a ótica da gestão estratégica é amplamente corroborada no ambiente de negócios atual, onde decisões individuais impactam diretamente o crescimento futuro e a sustentabilidade de novos arranjos organizacionais, demandando ferramentas estruturadas de suporte à decisão (Soares, 2025).

Esta pesquisa justifica-se pela conveniência de implementar, no hospital estudado, modelos precisos de previsão de demanda. Tal medida busca o aprimoramento da gestão de estoques e a eficiência operacional, focando na redução de custos e na manutenção da qualidade assistencial. Além disso, a pesquisa também se justifica pela contribuição científica que pode oferecer ao campo da administração hospitalar. Destaca-se que apesar da relevância do tema, há uma carência de estudos específicos que abordem a previsão de demanda em centros cirúrgicos de hospitais de médio porte. Este estudo pode servir como base para o desenvolvimento de novos conhecimentos e práticas no campo da gestão hospitalar, com potencial de aplicação em outras instituições similares.

Adicionalmente, destaca-se que os resultados deste estudo apresentam potencial de aplicação não apenas no contexto organizacional investigado. Isto porque, para profissionais que atuam em consultorias, especialmente na área de gestão hospitalar e logística, os achados oferecem subsídios práticos para a implementação de modelos de previsão de demanda em diferentes contextos institucionais, contribuindo para diagnósticos mais precisos e proposição de melhorias operacionais. Do ponto de vista educacional, o estudo pode servir como material de apoio para docentes e discentes, sobretudo na elaboração e análise de estudos de caso aplicados, favorecendo a articulação entre teoria e prática na formação acadêmica.

Com isto, esperamos com este trabalho oferecer contribuições valiosas para uma aplicação mais precisa dos modelos de previsão de demanda, resultando em benefícios tanto para a literatura quanto para a organização investigada. Entre os principais ganhos destacam-se: a diminuição de custos, a mitigação do risco de falta de materiais essenciais e a implementação prática dos métodos de previsão de demanda discutidos na literatura.

O presente trabalho está dividido em 6 seções. Além desta introdutória, foi realizada uma incursão na literatura para buscar os temas basilares desta pesquisa e revisitou-se os conceitos dos principais modelos de previsão de demanda. Na sequência, a seção 4 delineou a abordagem metodológica utilizada na pesquisa. A seção 5 tratou dos resultados encontrados e por último as considerações finais.

## **Centro cirúrgico e a farmácia hospitalar**

No ambiente hospitalar, o centro cirúrgico pode ser considerado uma das unidades mais complexas do hospital devido à sua especificidade e à presença constante de estresse (Possari, 2007). A Sociedade Brasileira de Enfermeiros de Centro Cirúrgico, Recuperação Anestésica e Centro de Material e Esterilização, SOBECC, também define o centro cirúrgico como uma área complexa e de acesso restrito. Vale ressaltar que diferentes áreas hospitalares apresentam níveis variados de tensão, dependendo da atividade, complexidade, arsenal tecnológico e da relação permanente entre a vida e a morte.

De acordo com Carvalho, Bianchi e Cianciarullo (2016), o centro cirúrgico é definido como o conjunto de elementos destinados às atividades cirúrgicas, recuperação anestésica e pós-operatória. Dada a sua finalidade e a complexidade da assistência prestada a pacientes submetidos a tratamento cirúrgico, seja em caráter eletivo ou emergencial, esta área desempenha um papel de relevância significativa no âmbito hospitalar. Segundo Canella (2009), o centro cirúrgico é um setor especializado dentro do hospital, onde são realizados procedimentos invasivos que demandam condições específicas de funcionamento, suporte técnico-administrativo adequado em relação à planta física, localização, equipamentos, regimentos e normas, além de mecanismos de controle e prevenção de riscos.

Assim, a complexidade e a natureza emergencial dos procedimentos cirúrgicos exigem respostas imediatas, demandando planejamento e gestão eficiente por parte dos profissionais envolvidos. Por isso, a integração dos setores responsáveis pelo fornecimento dos insumos é crucial. Os setores que fornecem materiais e medicamentos, normalmente são conhecidos por farmácias hospitalares, e estes departamentos precisam alinhar-se efetivamente com o centro cirúrgico. Neste sentido, um sistema de dispensação de medicamentos eficiente, mostra-se útil para tal integração. A partir da união e eficiência destes setores hospitalares é possível atingir resultados satisfatórios para a organização, a exemplo da redução de gastos, aumento do controle sobre o uso de insumos e diminuição dos erros de administração (Canella, 2009).

Segundo a Sociedade Brasileira de Farmácia Hospitalar e Serviços de Saúde (SBRAFH), a farmácia hospitalar é compreendida como uma unidade de caráter clínico e assistencial, dotada de capacidade autônoma, administrativa e gerencial, que compõem o complexo hospitalar. Sendo o setor responsável pelo fornecimento seguro e racional de medicamentos e materiais médico-hospitalares, e que está ligada hierarquicamente à direção clínica e administrativa da instituição (SBRAFH, 2017). Diversas são as atribuições desta unidade, que compreende, as etapas centrais ligadas ao ciclo da assistência farmacêutica (seleção, programação, aquisição, armazenamento, distribuição e dispensação de medicamentos), gestão de recursos humanos, financeiros e materiais e as ações especializadas (Meine *et al.*, 2019; Kruger.; Vaidya; Sokn, 2019; Nasution; Noah; Harahap, 2020; Chand *et al.*, 2022; Wylegala; Religioni; Czech, 2023).

## **Previsão de demanda**

A previsão de demanda desempenha um papel essencial na gestão de materiais em ambientes hospitalares, especialmente em setores críticos, como o centro cirúrgico. Esse conjunto de técnicas busca uma forma de trazer para perto as informações do futuro, de modo a buscar uma melhor esquematização para as decisões futuras (Moreira, 2008; Lanna, 2011; Fang *et al.*, 2020). A aplicação de métodos adequados de previsão permite que os gestores hospitalares otimizem os estoques, reduzindo tanto o risco de escassez quanto os custos relacionados ao excesso de materiais (Armstrong, 2001).

A literatura divide os métodos de previsão de demanda em dois conjuntos, sendo um quantitativo e o outro qualitativo. Kotler e Keller (2012) discorrem que os métodos qualitativos são utilizados quando não há dados históricos disponíveis para fundamentar as previsões, e podem incluir técnicas como análise de cenários, opiniões e julgamentos de especialistas, envolvimento da equipe de vendas e realização de pesquisas de mercado, entre outras abordagens.

Na outra ponta, destacam-se os métodos quantitativos, que se baseiam em dados numéricos e modelos estatísticos para identificar tendências e padrões. Assim sendo, realizar a escolha do método de previsão de demanda adequado para o caso específico é uma tarefa fundamental para as organizações (Cecatto; Belfiore, 2015). Erros de previsão podem levar a um descompasso entre oferta e demanda, o que resulta em prejuízos financeiros, como aumento de custos devido a compras emergenciais ou desperdício de insumos. No âmbito da liderança e da governança corporativa, o desenvolvimento de modelos preditivos mais robustos melhora significativamente a performance dos colaboradores envolvidos no planejamento estratégico, gerando maior comprometimento com as metas organizacionais instituídas (Fuoco; Calvosa, 2025).

## **Séries temporais**

As séries temporais constituem um conjunto de observações sequenciais ao longo do tempo, organizadas cronologicamente, e são amplamente utilizadas para a análise e previsão de padrões de dados. No contexto da previsão de demanda, as séries temporais permitem identificar tendências, sazonalidades e padrões repetitivos nos dados, sendo especialmente úteis em ambientes onde há registros históricos de consumo ou vendas (Box; Jenkins; Reinsel, 2015). Assumpção e Rosa (2022) afirmam que a escolha do modelo adequado é determinada pelo comportamento da série temporal.

Os métodos de análise de séries temporais se destacam por sua capacidade de modelar a relação entre o tempo e a variável de interesse, facilitando a criação de previsões com base em comportamentos passados. Em contextos hospitalares, como a previsão de demanda para materiais cirúrgicos, a aplicação de modelos de séries temporais pode contribuir significativamente para a eficiência operacional, uma vez

que as demandas muitas vezes apresentam padrões repetitivos devido à natureza cíclica de certos procedimentos ou períodos de alta ocupação (Taylor, 2003). A identificação dessas regularidades permite um planejamento mais preciso e evita tanto o excesso de estoque quanto a falta de suprimentos essenciais.

### **Modelos de previsão de demanda**

Entre os métodos considerados tradicionais, a Média Móvel Simples (MMS) e a Média Móvel Ponderada (MMP) se destacam por sua simplicidade e aplicação direta a dados históricos. Esses modelos suavizam as flutuações da demanda ao considerar a média de períodos anteriores, sendo que a MMP atribui pesos diferentes a cada período, conforme sua relevância para a previsão (Makridakis; Wheelwright; Hyndman, 1998). A MMS é mais adequada para previsões de curto prazo, onde a tendência e a sazonalidade são negligenciáveis ou podem ser ignoradas. No entanto, a Média Móvel Ponderada (MMP) é uma alternativa mais precisa que visa reduzir o erro da MMS por meio da atribuição de diferentes pesos aos diferentes valores da série temporal. No entanto, esses modelos podem não capturar adequadamente tendências ou sazonalidades mais complexas.

A Suavização Exponencial Simples (SES) foi outro método aplicado, sendo particularmente útil para séries temporais sem tendências ou sazonalidades marcantes. O método SES dá maior peso aos dados mais recentes, ajustando-se rapidamente a mudanças no padrão de demanda (Hyndman; Athanasopoulos, 2018). Essa técnica usa uma média ponderada de valores passados para suavizar as flutuações estocásticas. Morettin e Toloí (2018) afirmam que as técnicas de suavização exponencial (SES) são utilizadas de forma ampla na literatura porque lidam com as causas de volatilidade das séries temporais.

Já os modelos *Holt-Winters* Aditivo e Multiplicativo lidam com séries temporais que apresentam tanto tendência quanto sazonalidade, sendo o modelo aditivo adequado para padrões de variação constante e o multiplicativo para sazonalidades de magnitude variável. Esses métodos são extensões do modelo de *Holt* que captura as flutuações sazonais que ocorrem regularmente durante um determinado período. Hyndman e Athanasopoulos (2018) discorrem que o modelo *Holt-Winters* é amplamente utilizado em diversos campos, tais como: previsão de vendas, demanda de energia, previsão climática, dentre outros.

Além dos métodos clássicos, modelos mais sofisticados, como o ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) e o SARIMA (*Seasonal ARIMA*), que são amplamente utilizados em previsões de séries temporais complexas, capturando componentes autorregressivos, médias móveis e sazonalidades (Box; Jenkins; Reinsel, 2015). O modelo ARIMA combina regressão linear autorregressiva (AR) e de média móvel (MA), além de diferenciação para tornar a série estacionária. Já o modelo SARIMA incorpora diferenças sazonais e componentes sazonais AR e MA (Brockwell; Davis, 2016). É válido destacar que de acordo com Box, Jenkins e Reinsel (2015) os modelos ARIMA são amplamente utilizados em áreas como finanças, economia, engenharia e ciências sociais para prever séries temporais. Por último, ainda, é possível

ressaltar que o modelo *Prophet*, desenvolvido pelo Facebook, também foi utilizado, sendo conhecido por sua capacidade de lidar com séries temporais com tendências e sazonalidades complexas, além de oferecer boa flexibilidade para ajustar feriados e eventos externos (Taylor; Letham, 2018).

Já na categoria de aprendizado de máquina, pode-se utilizar o modelo de redes neurais recorrentes LSTM (*Long Short-Term Memory*), que se destaca pela capacidade de capturar dependências de longo prazo em séries temporais, sendo especialmente eficaz em séries com padrões não lineares ou complexos (Hochreiter; Schmidhuber, 1997). Complementarmente, também pode-se utilizar modelos de regressão, como a Regressão Linear de Ridge e Lasso, técnicas que introduzem penalizações nos coeficientes do modelo, visando reduzir a complexidade e melhorar a generalização das previsões (Tibshirani, 1996).

## Erros de Previsão

Os erros de previsão são uma medida essencial para avaliar a eficácia dos modelos de previsão de demanda. Eles representam a diferença entre os valores reais observados e os valores estimados pelos modelos, sendo fundamentais para identificar a acurácia de cada técnica utilizada. O objetivo ao analisar os erros de previsão é minimizar essa discrepância, garantindo que as estimativas sejam tão próximas quanto possível da demanda real, o que é especialmente importante em ambientes hospitalares, onde a precisão pode impactar diretamente a qualidade do serviço e a eficiência da gestão de estoques (Makridakis; Wheelwright; Hyndman, 1998).

Existem diferentes métricas para calcular os erros de previsão, cada uma com características específicas. Entre as mais utilizadas estão:

- Erro Absoluto Médio (MAE - *Mean Absolute Error*): Mede a média dos erros absolutos, ou seja, a magnitude dos erros, independentemente de sua direção (positiva ou negativa). É uma métrica simples e amplamente utilizada, que ajuda a compreender a precisão geral do modelo.
- Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE - *Root Mean Squared Error*): Essa métrica penaliza erros maiores, uma vez que os erros são elevados ao quadrado antes de serem somados e, posteriormente, é extraída a raiz quadrada. O RMSE é útil quando grandes erros são indesejáveis, pois destaca discrepâncias significativas entre a previsão e os valores reais (Hyndman; Athanasopoulos, 2018).
- Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE - *Mean Absolute Percentage Error*): Mede o erro em termos percentuais, proporcionando uma visão da precisão relativa do modelo em relação ao valor real observado. O MAPE é bastante utilizado para comparações entre séries temporais, mas pode ser sensível a valores próximos de zero, distorcendo a avaliação nesses casos (Makridakis; Wheelwright; Hyndman, 1998).

- Erro Médio (ME - *Mean Error*): Também conhecido como viés de previsão, essa métrica avalia se o modelo tende a subestimar ou superestimar a demanda. Se o ME for próximo de zero, o modelo é considerado balanceado; caso contrário, pode haver viés nas previsões.

## Método da pesquisa

O estudo é de natureza aplicada, uma vez que tem por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática e voltados para a solução de problemas específicos (Silva; Menezes, 2005). A sua abordagem é quantitativa, já que a proposição de melhoria foi realizada por métodos estatísticos (Prodanov; Freitas, 2013). A pesquisa possui objetivo exploratório, uma vez que, através de revisão de critérios e métodos, propõe técnicas para uma melhor elaboração de uma previsão de demanda.

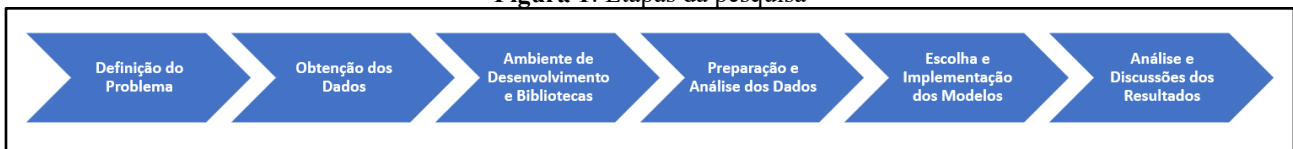
Este trabalho também caracteriza-se como um estudo de caso, focado na aplicação de modelos de previsão de demanda para materiais hospitalares na farmácia de um centro cirúrgico (Gil, 2002). Em intervenções de consultoria, mapear e aprimorar as competências dos profissionais envolvidos nos fluxos de trabalho diários representa uma fase importante para alinhar o desenho metodológico às reais demandas populacionais e operacionais do cenário investigado (Santos, 2024).

A investigação busca explorar os aspectos metodológicos e operacionais envolvidos na gestão desses materiais, visando à otimização dos recursos e à melhoria da eficiência. Conforme Yin (2001), a incorporação de abordagens quantitativas em estudos de caso é essencial para uma compreensão mais precisa e detalhada dos fenômenos analisados, especialmente em contextos onde a acurácia nas previsões impacta diretamente a qualidade dos serviços prestados.

## Etapas da pesquisa

A pesquisa é composta por seis etapas que contemplam desde a definição do problema até a discussão dos resultados, conforme apresentado na Figura 1.

**Figura 1:** Etapas da pesquisa



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2024)

A primeira etapa do processo de aplicação do método consistiu na definição clara do problema a ser abordado pelas previsões. Nesta etapa, procurou-se levantar informações suficientes do processo atual para avaliar-se uma possível oportunidade de melhoria no processo de previsão. Foram feitas análises com o objetivo de definir se o processo se adequa à estrutura da organização, a quem é destinado e se realmente é uma ferramenta que agrega valor para organização.

Na etapa seguinte, procedeu-se à obtenção dos dados necessários na organização, utilizando-se de relatórios gerenciais e de acompanhamento para coletar dados quantitativos relevantes. Esses dados foram então preparados para servirem como insumos para a modelagem preditiva.

Dado que a implementação de métodos quantitativos exige o uso de *softwares* especializados, a terceira etapa envolveu a seleção da linguagem de programação e das bibliotecas computacionais a serem utilizadas. A escolha foi baseada em critérios como as exigências do processo de previsão, custos envolvidos e a manutenção necessária. Optou-se por um pacote computacional que se destacou por sua flexibilidade em lidar com diferentes volumes e tipos de dados de entrada, sua capacidade de ajuste e pelos métodos de previsão disponíveis.

A etapa subsequente foi dedicada à construção inicial do modelo, onde os dados históricos foram organizados e visualizados graficamente. Gráficos das demandas reais foram gerados para identificar componentes como sazonalidade, nível, tendência e ciclos. Testes estatísticos foram conduzidos para validar as hipóteses referentes aos padrões de demanda observados.

Na quinta etapa, procedeu-se à escolha e implementação dos modelos de previsão. As análises de séries temporais, que utilizam o histórico de demanda para prever futuros padrões, foram implementadas na linguagem selecionada, e os resultados das previsões foram plotados.

Por fim, realizou-se uma análise comparativa dos modelos aplicados para identificar aquele com maior acurácia preditiva, utilizando-se o *Root Mean Squared Error* (RMSE) como métrica principal. O RMSE foi escolhido por suas vantagens em penalizar mais fortemente grandes erros, fornecer uma medida intuitiva e estar na mesma unidade da variável predita, sendo amplamente reconhecido e utilizado em modelagem preditiva.

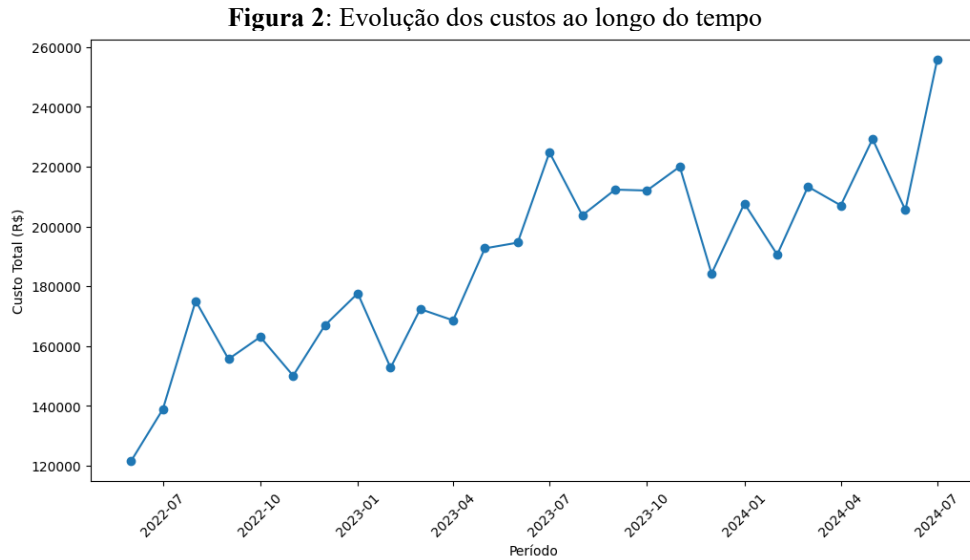
## **Descrição do cenário e definição do problema**

O presente trabalho foi desenvolvido na farmácia do centro cirúrgico de um hospital particular da cidade de Caruaru, Pernambuco. O hospital conta com mais de 417 médicos divididos em 45 especialidades e mais de 80 mil clientes. A sua área de atuação abrange mais de 50 cidades pernambucanas.

A farmácia que é responsável pelo abastecimento do centro cirúrgico é uma das oito (8) unidades farmacêuticas satélites do hospital e é responsável por garantir a distribuição, controle, rastreabilidade e uso racional dos materiais. Dentre esses produtos, estão os itens hospitalares dispensados para o centro cirúrgico para que sejam utilizadas pelos pacientes em procedimentos no hospital. Vale salientar que a farmácia do centro cirúrgico funciona 24 horas, dividindo os turnos de trabalho em dois plantões de 12 horas, com 36 horas de folga, mais conhecido como plantão 12x36.

O problema estudado identifica a necessidade de aprimorar a acurácia das previsões de demanda dos materiais hospitalares de maior utilização no centro cirúrgico do hospital. Tal necessidade decorre da

alta relevância e criticidade desse setor, tanto para a segurança dos pacientes quanto para a eficiência operacional, uma vez que este setor concentra o maior volume de uso diário de materiais, com um consumo e custos crescentes ao longo do tempo, conforme Figura 2.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Assim, antecipar o consumo desses materiais permite à instituição não apenas otimizar a gestão de estoque, reduzir custos, mas também fortalecer o poder de negociação com os fornecedores, possibilitando compras mais assertivas e no momento oportuno. No presente estudo, foi estudada a oportunidade de aprimorar as previsões para os itens com maiores custos, a qual, atualmente, não é realizada seguindo métodos matemáticos formais.

## Coleta dos dados

A coleta de dados foi realizada por meio do sistema de informações da empresa, onde foram extraídos relatórios mensais detalhados de consumo dos materiais hospitalares utilizados no setor do centro cirúrgico. O período de análise abrangeu desde junho de 2022 até julho de 2024, permitindo uma avaliação contínua e abrangente do padrão de consumo de materiais hospitalares nesse setor crítico. Esses dados, obtidos diretamente do sistema de informação gerencial, forneceram uma base sólida e consistente para a subsequente modelagem preditiva, garantindo a precisão e a relevância das análises realizadas.

## Ambiente de desenvolvimento e bibliotecas

O desenvolvimento e implementação dos modelos de previsão de demanda foram conduzidos utilizando a linguagem de programação *Python*, amplamente reconhecida por sua flexibilidade e pelo vasto

ecossistema de bibliotecas voltadas para análise de dados e aprendizado de máquina. O ambiente de desenvolvimento escolhido foi o *Google Collaboratory*, que oferece uma infraestrutura robusta e escalável para execução de código em nuvem, eliminando a necessidade de configuração local e permitindo acesso fácil a recursos computacionais avançados.

As bibliotecas *'pandas'* e *'numpy'* foram utilizadas para manipulação e análise dos dados, proporcionando um gerenciamento eficiente de grandes volumes de informações e operações matemáticas complexas. A visualização dos resultados foi realizada com *'matplotlib'*, que permitiu a criação de gráficos claros e intuitivos, essenciais para a interpretação visual dos padrões de demanda.

Para a modelagem de séries temporais, a biblioteca *'Prophet'* foi selecionada devido à sua eficácia em lidar com sazonalidades e tendências não lineares, características frequentemente observadas nos dados de demanda hospitalar. Além disso, foram implementados modelos preditivos mais sofisticados utilizando *'Scikit-learn'* e *'TensorFlow'*, aproveitando suas capacidades avançadas de aprendizado de máquina.

Adicionalmente, a biblioteca *'statsmodels'* foi utilizada para implementar modelos mais tradicionais de previsão de demanda, como o modelo de *Holt-Winters*, ARIMA e SARIMA, fornecendo uma base estatística robusta e permitindo comparações com os modelos mais modernos. Essa combinação de ferramentas garantiu a precisão e a robustez das previsões, proporcionando um ambiente de desenvolvimento completo e integrado para a realização das análises necessárias.

## Resultados

Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação dos modelos de previsão de demanda, seguidos de uma discussão acerca destes números.

### Plotagem dos dados

Para o uso dos dados coletados, foi conduzida uma análise detalhada dessa base de dados para a subsequente construção da série histórica, sobre a qual os modelos foram fundamentados. O primeiro procedimento adotado foi a classificação ABC dos produtos, utilizando como critério o custo total. Essa abordagem foi escolhida devido ao aumento reportado nos custos ao longo do tempo, enquanto o valor médio mensal dos procedimentos não acompanhou essa elevação na mesma proporção. No total, foram contabilizados 728 produtos distintos, dos quais 82 pertenciam à classe A, com um valor total acumulado de R\$ 3.913.569,15; 130 à classe B, com um valor acumulado de R\$ 734.685,80; e 516 à classe C, com um valor acumulado de R\$ 247.355,01.

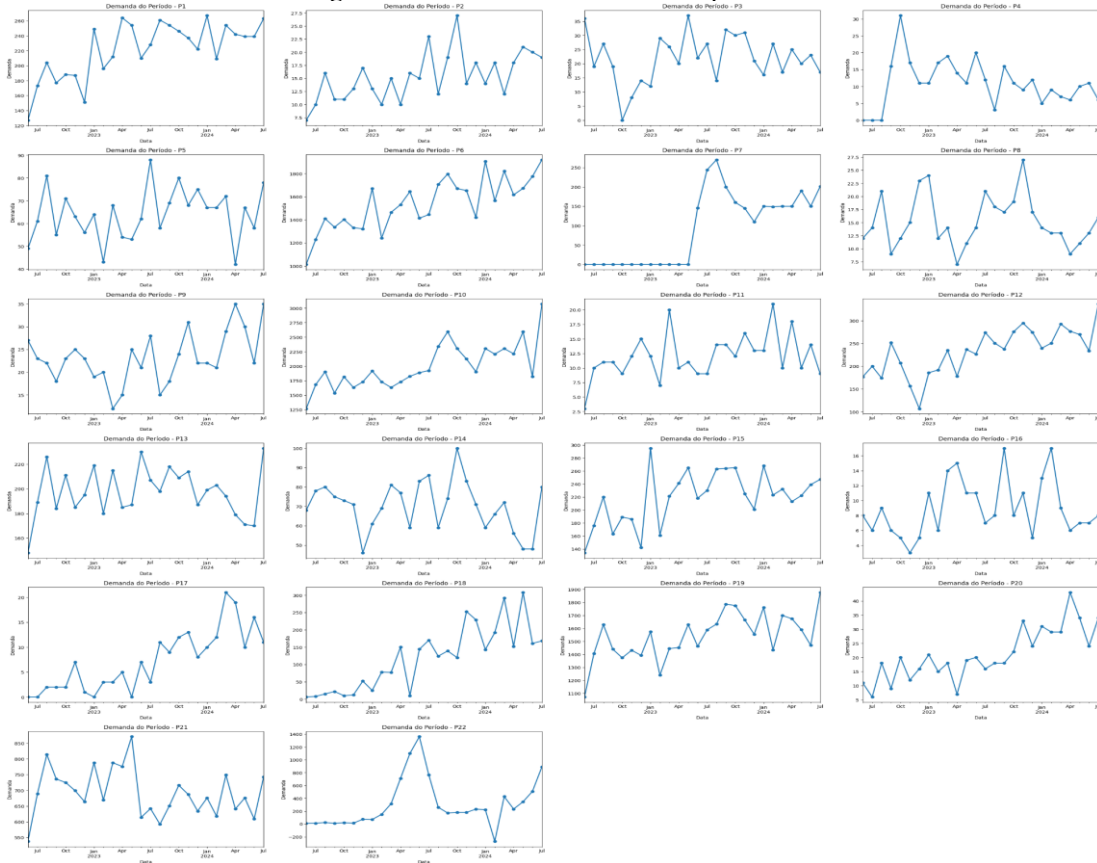
No entanto, apenas os 22 primeiros itens da classe A foram selecionados para este estudo, visto que o percentual acumulado de acordo com a demanda desses produtos correspondia a 51,22%, totalizando um

valor de R\$ 2.507.722,28, e apresentavam um impacto significativo, principalmente no aspecto financeiro, para o setor. Os produtos foram padronizados para facilitar sua identificação, sendo renomeados de P1 a P22. Os dados relativos à demanda mensal dos materiais hospitalares em análise são apresentados na Figura 3. Visando proporcionar uma compreensão mais clara e elucidativa, esses dados foram representados graficamente na mesma figura.

Ao analisar visualmente os gráficos, observa-se que as séries temporais apresentam múltiplas flutuações ao longo do tempo. Para avaliar a estacionariedade dos dados e viabilizar a aplicação de modelos adequados, foi realizado o teste estatístico ADF, considerando um nível de significância de 0,05. Os resultados para as demandas dos produtos estão dispostos na Tabela 1.

Os valores obtidos indicaram que as demandas dos produtos P1, P4, P6, P7, P8, P10, P12, P14, P17, P18 e P20 não rejeitaram a hipótese nula, ou seja, foram consideradas não estacionárias. Em contrapartida, as demandas dos demais produtos rejeitaram a hipótese nula, sendo, portanto, consideradas estacionárias.

**Figura 3: Demanda dos materiais hospitalares**



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Para conferir propriedades estacionárias aos dados previamente não estacionários das demandas, um procedimento de transformação foi executado, o qual abrangeu a aplicação de métodos de diferenciação e da transformação de Box-Cox. Subsequentemente, uma nova avaliação da estacionaridade dos dados transformados foi efetuada utilizando o teste ADF. Os resultados decorrentes desta etapa, subsequentemente à aplicação da primeira operação de diferenciação, são exibidos na Tabela 2. A análise demonstra que todas as séries correspondentes aos produtos manifestaram propriedades estacionárias.

**Tabela 1: Resultados teste ADF**

Produto	p-valor	Produto	p-valor	Produto	p-valor	Produto	p-valor
P1	0.480538	P7	0.532769	P13	0.000001	P19	0.001312
P2	0.000476	P8	0.515005	P14	0.226759	P20	0.570394
P3	0.000828	P9	0.030629	P15	0.000065	P21	0.000076
P4	0.302084	P10	0.525910	P16	0.002751	P22	0.000262
P5	6.39e-07	P11	2.81e-08	P17	0.508578		
P6	0.589554	P12	0.470278	P18	0.479520		

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

**Tabela 2: Resultados teste ADF com 1 diferenciação**

Produto	p-valor	Produto	p-valor	Produto	p-valor
P1	7.45e-30	P8	0.042275	P17	0.008765
P4	0.000006	P10	0.004556	P18	0.019361
P6	2.49e-08	P12	0.040052	P20	0.007326
P7	0.041482	P14	0.050079		

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Após a estacionarização de todas as séries temporais, procedeu-se à seleção dos modelos para aplicação, conforme detalhado na seção a seguir.

### Escolha e implementação dos modelos de previsão de demanda

Foram contemplados para a aplicação os modelos de previsão de demanda de Média Móvel Simples (MMS), Média Móvel Ponderada (MMP), Suavização Exponencial Simples (SES), *Holt-Winters* Aditivo e Multiplicativo, ARIMA, SARIMA, Prophet, LSTM e Regressão Linear de *Ridge* e *Lasso*. A aplicação dos modelos teve todos os parâmetros baseados na experiência prévia dos pesquisadores com os modelos de previsão de demanda.

Os valores específicos dos parâmetros constantes empregados em cada modelo selecionado foram fixados em [0,6, 0,3, 0,1], correspondendo, respectivamente, aos parâmetros associados ao nível, tendência e sazonalidade. Para os modelos ARIMA e SARIMA, os coeficientes [1, 1, 1] foram utilizados para os parâmetros (p, d e q), sendo o componente sazonal do SARIMA definido para um período de 12 meses. No caso do modelo Prophet, optou-se pela utilização dos parâmetros padrão fornecidos pela biblioteca.

No desenvolvimento do modelo LSTM, uma janela temporal de 12 períodos anteriores foi empregada para prever o próximo período. Para o treinamento, 80% dos dados foram utilizados, reservando-se 20% para a etapa de teste. O processo de treinamento ocorreu ao longo de 100 *epochs*, com lotes de 16 amostras por iteração. A fim de evitar *overfitting*, foi aplicada a técnica de *EarlyStopping* com paciência de 10 *epochs*, interrompendo o treinamento quando não houvesse melhorias no desempenho.

Por fim, no desenvolvimento das regressões *Ridge* e *Lasso*, utilizou-se um conjunto de dados com variáveis preditoras baseadas em defasagens temporais e janelas móveis, com o objetivo de capturar a estrutura temporal das séries. Após a normalização dos dados, a divisão entre treino e teste foi realizada, destinando-se 20% dos dados para a fase de teste.

### Discussões dos resultados

A análise dos resultados apresentados na Figura 4 mostra a comparação detalhada entre os modelos

de previsão de demanda, utilizando o RMSE como métrica de desempenho. De maneira geral, o modelo Prophet destacou-se como o mais eficaz, particularmente em produtos que apresentam alta sazonalidade e variações não lineares. Isso é evidente ao observar os produtos P2, P5, P6, P7, P8, P9 e P10, nos quais o Prophet consistentemente apresentou os menores valores de RMSE, indicando uma superioridade em termos de precisão preditiva.

Por exemplo, no caso do produto P2, o Prophet obteve um RMSE de 0,89, significativamente inferior aos modelos ARIMA e SARIMA, que apresentaram RMSE de 4,17 e 5,58, respectivamente. Este padrão se repete em outros produtos, como no caso do produto P10, onde o Prophet registrou um RMSE de 50,96, contrastando com os RMSE de 512,46 e 601,33 dos modelos LSTM e Ridge, respectivamente, demonstrando uma clara vantagem do Prophet em condições de maior complexidade temporal.

Além disso, uma análise mais profunda dos erros de previsão revela que modelos tradicionais, como Holt e Winter-Multiplicativo, que dependem de suposições mais rígidas sobre a linearidade e sazonalidade constante, enfrentaram dificuldades significativas em capturar as dinâmicas mais complexas das séries temporais dos produtos testados. Por exemplo, para o produto P6, o Prophet apresentou um RMSE de 17,61, enquanto modelos como *Holt* e *Winter-Aditivo* apresentaram valores de RMSE muito mais elevados, de 194,51 e 109,53, respectivamente.

Esses resultados reforçam a robustez do Prophet, evidenciando que, além de fornecer maior acurácia global, ele também reduz de maneira significativa os erros sistemáticos que outros modelos não conseguiram mitigar. Essa análise destaca a escolha do *Prophet* como a mais adequada para a maioria dos produtos, especialmente em cenários com alta variabilidade e complexidade, proporcionando uma vantagem significativa em termos de previsão de demanda.

Outro resultado estudado está apresentado na Tabela 3, que oferece uma comparação entre o modelo atual de previsão de demanda e o modelo proposto, avaliando seu desempenho em termos de diferença entre o valor médio realizado e a meta em diferentes semestres. Observa-se que o modelo proposto demonstra uma performance um pouco superior em relação ao modelo atual, e em termos de precisão das previsões.

A meta média de gastos para os produtos em cada semestre ficou definida em R\$ 578.658,00. No período 2023.1, a forma manual, que chamaremos de modelo atual apresentou um valor realizado de R\$ 566.703,57, resultando em uma diferença de -R\$ 11.954,43, evidenciando uma leve subestimação da demanda. O modelo proposto, por sua vez, apresentou um valor realizado de R\$ 548.915,64, com uma diferença de -R\$ 29.742,36, indicando uma subestimação um pouco mais considerável em comparação ao modelo atual. Assim, o modelo atual foi mais preciso neste período, com uma maior redução em relação à meta.

**Figura 4:** Erros associados por produto

Produto	MMS	MMP	SES	Holt	Winter-Add	Winter-Mul	ARIMA	SARIMA	Prophet	LSTM	Ridge	Lasso
P1	26,70	27,18	28,54	29,30	18,34	15,87	27,15	41,22	2,56	10,80	13,22	13,80
P2	4,32	4,43	4,26	4,10	2,74	2,71	4,17	5,58	0,89	1,01	3,08	5,89
P3	9,16	10,12	8,82	8,76			8,90	14,56	4,37	5,50	4,93	4,54
P4	7,90	8,80	7,51	7,38			7,03	8,93	4,30	5,97	1,98	2,38
P5	11,86	11,87	11,86	13,54	6,14	6,22	11,07	15,32	2,47	8,16	9,11	8,19
P6	172,92	184,55	169,91	194,51	109,53	77,70	162,80	226,75	17,61	91,16	228,54	165,06
P7	64,92	78,11	65,21	45,25			42,92	57,51	28,65	29,78	35,88	42,78
P8	5,86	6,71	5,24	5,35	3,00	3,08	4,81	6,49	1,49	2,13	6,99	5,66
P9	6,33	6,92	5,74	5,69	3,93	3,62	5,68	7,49	2,80	5,16	9,65	6,63
P10	308,14	319,18	307,88	372,08	150,67	216,41	289,53	298,66	50,96	512,46	601,33	598,66
P11	4,04	4,08	4,06	4,37	2,92	2,87	3,67	5,03	1,12	2,25	3,49	3,34
P12	44,22	48,57	41,12	40,97	31,67	26,12	40,88	54,47	11,10	40,97	44,96	45,93
P13	19,64	19,74	19,37	23,82	17,45	14,91	18,49	32,14	2,75	30,99	24,58	31,86
P14	15,21	16,24	14,09	15,23	8,62	8,92	13,17	15,23	3,61	15,58	21,53	21,19
P15	37,41	37,23	37,78	38,99	27,09	23,24	35,19	61,42	5,96	11,50	11,69	10,44
P16	4,39	4,79	4,04	4,19	3,05	3,07	3,95	5,37	1,31	1,58	6,82	2,89
P17	4,20	4,59	4,19	3,97			4,06	3,69	1,17	2,53	7,26	10,09
P18	61,31	60,58	64,78	59,67	50,78	82,44	60,91	77,86	9,12	76,88	80,24	75,91
P19	144,95	154,82	139,98	196,13	96,94	81,31	138,21	207,14	11,54	168,35	167,58	170,85
P20	6,09	6,34	6,42	6,31	4,80	4,59	6,13	8,89	0,53	4,98	8,47	9,31
P21	81,83	93,15	72,47	104,27	43,22	43,76	75,71	141,37	27,27	55,50	50,63	58,12
P22	372,90	438,61	367,95	293,75			293,51	310,02	222,31	326,20	298,76	296,60

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

**Tabela 3:** Validação do modelo por semestre

Período	Meta	Modelo Atual		Modelo Proposto	
		Realizado	Diferença	Realizado	Diferença
2023.1	R\$ 578.658,00	R\$ 566.703,57	-R\$ 11.954,43	R\$ 548.915,64	-R\$ 29.742,36
2023.2	R\$ 578.658,00	R\$ 655.177,56	R\$ 76.519,56	R\$ 632.997,72	R\$ 54.339,72
2024.1	R\$ 578.658,00	R\$ 650.617,38	R\$ 71.959,38	R\$ 672.771,66	R\$ 97.113,66
Total	R\$ 1.735.974,00	R\$ 1.872.498,51	R\$ 136.524,51	R\$ 1.854.685,02	R\$ 118.891,02

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

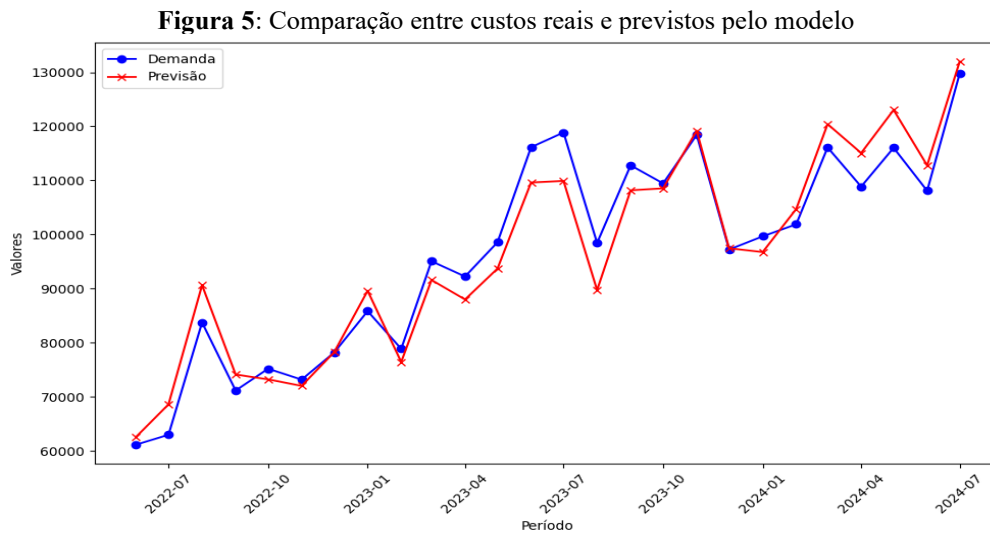
No período 2023.2, o modelo atual registrou um valor realizado de R\$ 655.177,56, resultando em uma diferença de R\$ 76.519,56, o que reflete uma superestimação da demanda em aproximadamente 13,22%. Já o modelo proposto apresentou um valor realizado de R\$ 632.997,72, com uma diferença de R\$ 54.339,72, o que indica uma superestimação menor. Neste caso, o modelo proposto foi mais eficaz, apresentando uma previsão mais próxima da meta, com um desvio percentual menor em relação ao modelo atual.

No período 2024.1, o modelo atual previu um valor realizado de R\$ 650.617,38, com uma diferença de R\$ 71.959,38, demonstrando novamente uma superestimação. O modelo proposto apresentou um valor realizado de R\$ 672.771,66, com uma diferença de R\$ 97.113,66, o que indica uma superestimação mais acentuada. Assim, neste período, o modelo atual foi mais preciso, apresentando uma diferença menor em relação à meta.

Quando analisado o desempenho total, a meta acumulada foi de R\$ 1.735.974,00. O modelo atual resultou em um valor total realizado de R\$ 1.872.498,51, com uma diferença acumulada de R\$ 136.524,51,

enquanto o modelo proposto apresentou um valor total realizado de R\$ 1.854.685,02, com uma diferença acumulada de R\$ 118.891,02. Esses dados indicam que o modelo proposto, apesar de apresentar superestimções em determinados períodos, teve um desempenho global mais próximo das metas estabelecidas, com uma diferença total menor em relação ao modelo atual.

De forma geral, o modelo proposto mostrou-se mais eficaz no período 2023.1 e 2023.2, mas apresentou maior sensibilidade à superestimção no período 2024.1, onde sua previsão foi excessivamente otimista. O modelo atual, por sua vez, foi mais consistente no período 2024.1, mas apresentou maiores divergências nos outros períodos. Considerando o desempenho total, o modelo proposto foi globalmente mais preciso, mas ainda necessita de ajustes para melhorar sua capacidade de previsão, especialmente em períodos onde a superestimção foi mais acentuada. Isso sugere a necessidade de incorporar variáveis adicionais que possam capturar melhor as flutuações da demanda, reduzindo assim as variações em períodos críticos. A Figura 5 apresenta os valores dos custos do período do modelo proposto em comparação com o atual.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Com o intuito de aprimorar a visualização e análise dos dados, também foram elaborados os gráficos apresentados na Figura 5. Esses gráficos permitem observar as demandas dos produtos ao longo do período estudado, além de comparar essas demandas com as respectivas previsões geradas. Adicionalmente, são exibidas as projeções de demanda para até um ano, com previsão até junho de 2025.

Figura 5: Previsões do modelo



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Em resumo, o modelo do *Prophet* foi identificado como o mais adequado para todos os produtos, apresentando os melhores resultados em termos de acurácia. Esses resultados fornecem informações valiosas para a tomada de decisão em relação à previsão de demanda dos produtos investigados, permitindo uma abordagem mais precisa e eficiente na gestão do estoque e no planejamento de demanda.

### Implicações práticas

Os achados deste estudo permitem avançar para além da análise comparativa de modelos, oferecendo implicações práticas relevantes para a gestão hospitalar, a atuação de profissionais em consultoria organizacional e o campo educacional. Na prática clínica e de gestão na área da saúde, o impacto do estresse e o bem-estar psicológico das equipes atuantes em ambientes de alta pressão — como centros cirúrgicos — tornam indispensável o uso de ferramentas analíticas automatizadas que aliviem a carga de trabalho burocrática e operacional, permitindo maior foco na segurança assistencial (Paiva et al, 2024).

Do ponto de vista gerencial, a superioridade do modelo *Prophet* em cenários caracterizados por alta sazonalidade e variabilidade da demanda indica sua aplicabilidade como ferramenta de apoio à decisão na gestão de estoques, especialmente para itens críticos de classe A, cujo impacto financeiro e operacional é mais significativo. Nesse sentido, verifica-se que aparenta ser útil às organizações hospitalares

incorporarem rotinas estruturadas de previsão de demanda baseadas em modelos quantitativos, substituindo ou complementando práticas intuitivas ou manuais ainda predominantes em muitos contextos.

Adicionalmente, os resultados evidenciam a importância da adoção de uma abordagem contínua de monitoramento e avaliação dos modelos preditivos, considerando que, embora o modelo proposto tenha apresentado melhor desempenho global, também demonstrou sensibilidade a superestimações em determinados períodos. Isso reforça a necessidade de implementação de ciclos iterativos de validação, ajuste de parâmetros e incorporação de novas variáveis explicativas, como fatores sazonais específicos, eventos externos e mudanças operacionais. Tais práticas contribuem para o aumento da robustez das previsões e para uma maior aderência às dinâmicas reais de consumo dos insumos hospitalares.

No âmbito da consultoria organizacional, a estrutura metodológica adotada neste estudo apresenta elevado potencial de replicabilidade e adaptação. O processo que envolve a seleção de itens críticos via classificação ABC, a preparação e estacionarização das séries temporais, a comparação entre diferentes modelos e a validação com base em métricas de erro constitui um *framework* aplicável a diferentes setores e organizações.

Neste sentido, consultores podem utilizar essa abordagem como base para diagnósticos mais precisos e para a proposição de soluções orientadas por dados, ajustando os modelos às especificidades de cada contexto, como volume de dados disponível, complexidade operacional e nível de maturidade analítica da organização.

Ademais, a aplicação prática dos modelos de previsão de demanda em um contexto real de gestão hospitalar possibilita a construção de materiais didáticos que favorecem a integração entre teoria e prática, permitindo que estudantes analisem dados reais, interpretem resultados e proponham soluções para problemas complexos. Dessa forma, o estudo pode ser utilizado como base para a elaboração de casos de ensino em disciplinas relacionadas à gestão de operações, logística, análise de dados e métodos quantitativos, contribuindo para uma formação mais aplicada e alinhada às demandas do mercado.

Por fim, destaca-se que a adaptabilidade do modelo e da abordagem metodológica proposta permite sua aplicação em diferentes contextos organizacionais, não se restringindo ao ambiente hospitalar. Setores que lidam com demandas sazonais e variáveis, como varejo, indústria e serviços, podem se beneficiar da adoção de práticas semelhantes, desde que respeitadas suas particularidades.

Assim, o presente estudo não apenas apresenta uma solução específica para o problema investigado, mas também contribui com diretrizes práticas e replicáveis que podem orientar a tomada de decisão em múltiplos contextos.

## **Considerações Finais**

O presente estudo demonstrou a importância da aplicação de métodos quantitativos de previsão de demanda no contexto hospitalar, especialmente para a gestão de estoques do centro cirúrgico de um hospital privado. A utilização de modelos preditivos avançados, como *Prophet*, ARIMA e LSTM, resultou em uma melhoria significativa na acurácia das previsões, contribuindo para uma gestão mais eficiente dos insumos e permitindo uma tomada de decisão mais assertiva.

Os resultados evidenciaram que o modelo *Prophet* se destacou em termos de precisão preditiva, especialmente em séries temporais com alta sazonalidade e variações complexas. Essa superioridade em relação a métodos tradicionais, como Média Móvel Simples e *Holt-Winters*, destaca sua capacidade de capturar padrões não lineares e ajustar-se às flutuações sazonais, características comuns em ambientes de alta complexidade como o centro cirúrgico.

Encontramos uma limitação no que diz respeito ao período analisado, que correspondeu de junho de 2022 a julho de 2024, podendo este não ser suficientemente representativo para capturar todas as variações sazonais e tendências de longo prazo que influenciam a demanda por materiais cirúrgicos. Neste sentido, a inclusão de um período mais extenso de análise poderia proporcionar uma visão mais abrangente dos padrões de consumo e aumentar a robustez dos modelos aplicados. No entanto, isto não foi realizado pois anteriormente a isto, ocorreu o fenômeno pandêmico da COVID-19 e em assim sendo buscou-se não enviesar os dados analisados com as alterações abruptas causadas por este acontecimento mundial. Alterações abruptas na demanda, como aquelas causadas por pandemias ou mudanças nas políticas de saúde, não são facilmente capturadas por métodos tradicionais de séries temporais. A incorporação de variáveis externas e qualitativas poderia enriquecer as previsões, tornando-as mais resilientes a eventos inesperados.

Outra limitação está na dependência exclusiva de dados históricos para a construção dos modelos, o que pode tornar as previsões menos precisas em cenários de alta volatilidade ou eventos inesperados. Para superar essa limitação, é recomendável incorporar variáveis adicionais, como indicadores macroeconômicos, dados de saúde pública e informações sobre eventos externos, como pandemias ou mudanças políticas. A inclusão de dados climáticos e ambientais também pode ajudar a capturar sazonalidades específicas que afetam a demanda hospitalar. Esses dados complementares podem melhorar a acurácia e a resiliência dos modelos, proporcionando previsões mais robustas e alinhadas com as realidades do ambiente hospitalar.

Por fim, o uso de modelos de aprendizado de máquina, como LSTM, exige uma quantidade significativa de dados e recursos computacionais que podem não estar disponíveis em todos os contextos hospitalares, limitando a replicabilidade dos resultados em instituições com infraestrutura tecnológica restrita.

Apesar dessas limitações, o estudo apresenta contribuições relevantes para a gestão hospitalar, demonstrando que a aplicação de modelos preditivos pode melhorar a eficiência operacional e reduzir

custos. Futuros trabalhos podem explorar a integração de variáveis contextuais adicionais e a aplicação de modelos híbridos, ampliando o escopo e a aplicabilidade dos resultados obtidos neste estudo.

Como desdobramento deste estudo, recomenda-se a aplicação das técnicas em outros contextos hospitalares para o fortalecimento da base empírica e o refinamento dos modelos. Pretende-se, em etapas subsequentes, propor um modelo de previsão abrangente, aplicável a todos os setores da unidade hospitalar em questão.

## Notas explicativas

<sup>1</sup> O Centro Cirúrgico (CC) é uma unidade hospitalar onde são executados procedimentos anestésico-cirúrgicos, diagnósticos e terapêuticos, tanto em caráter eletivo quanto emergencial (Martins; Dall'Agnol, 2017).

## Referências

ARMSTRONG, J. S. **Principles of forecasting: a handbook for researchers and practitioners**. Boston: Kluwer Academic, 2001.

ASSUMPÇÃO, G. O.; ROSA, V. A. O. Aplicação de método quantitativo de previsão de demanda em uma doceria. **Anais do XLII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP**, Foz do Iguaçu/PR, 2022.

BOX, G. E.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. C.; LJUNG, G. M. **Time series analysis: forecasting and control**. John Wiley & Sons, 2015.

BROCKWELL, P. J.; DAVIS, R. A. **Introduction to time series and forecasting**. New York: Springer New York, 2002.

CANELLA, T. O. **Sistema de dispensação para o bloco cirúrgico: a percepção dos funcionários**. 2009 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Informação Científica e Tecnológica em Saúde) - Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; Grupo Hospitalar Conceição, Porto Alegre, RS, 2009.

CECATTO, C.; BELFIORE, P. O uso de métodos de previsão de demanda nas indústrias alimentícias Brasileiras. **Gestão e Produção**, v. 22, n. 2, p. 404–418, 2015.

CHAND, S.; SHASTRY, C. S.; HIREMATH, S.; JOEL, J. J.; KRISHNABHAT, C. Hospital pharmacy management in a tertiary care charitable hospital: compliance study with quality standards. **Clinical Epidemiology and Global Health**, v. 17, p. 101154, 2022.

CORREIA, M. F. Z.; CRUZ, L. G. Z.; SILVA, P. F. Principais desafios no suprimento para unidades hospitalares—uma abordagem com mapeamento de processos para análise de critérios de compra de materiais cirúrgicos. **Brazilian Journal of Business**, v. 2, n. 3, p. 2272-2288, 2020.

CARVALHO, R.; BIANCHI, E. R. F.; CIANCIARULLO, T. **Enfermagem em centro cirúrgico e recuperação**. Manole, 2ª ed, 2016.

FANG, Y.; WANG, X.; YAN, J. Green product pricing and order strategies in a supply chain under demand forecasting. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 2, 2020.

FARIAS, D. C.; ARAUJO, F. O. Gestão hospitalar no Brasil: revisão da literatura visando ao aprimoramento das práticas administrativas em hospitais. **Ciência & saúde coletiva**, v. 22, p. 1895-1904, 2017.

FUOCO, Allan Muriel Serra Alves; CALVOSA, Marcello Vinicius Doria. A liderança democrática gera maior comprometimento organizacional e melhora a performance dos colaboradores. **Revista de Casos e Consultoria**, v. 16, n. 1, p. e40914, 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2002.

HYNDMAN, R. J.; ATHANASOPOULOS, G. **Forecasting: principles and practice**. OTexts, 2018.

HOCHREITER, S. **Long Short-term Memory**. Neural Computation MIT-Press, 1997.

KOTLER, P.; KELLER, K. **Administração de marketing**. 14ª edição. Pearson: 2012.

KRUGER, J.; VAIDYA, R.; SOKN, E. Pharmacy management. In: **Clinical Pharmacy Education, Practice and Research**. Elsevier, 2019. p. 41–58.

LANNA, E. C. Estratégias e práticas para um gerenciamento logístico eficiente na área hospitalar. **Perspectivas Online 2007-2011**, v. 5, n. 17, 2011.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting methods and applications**. John Wiley & Sons, 1988.

MARTINS, F. Z.; DALL'AGNOL, C. M. Centro cirúrgico: desafios e estratégias do enfermeiro nas atividades gerenciais. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 37, 2017.

MEINE, M. M. M. D. A.; FIGUEIREDO, A. D. C. B.; AREDA, C. A.; GALATO, D.; CARVALHO, D. S. B. D. Process mapping methodology at a hospital pharmacy: management and quality improvement tool. **Rev Bras Farm Hosp Serv Saude [Internet]**. 2019.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2.Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais: modelos lineares univariados**. Editora Blucher, 2018.

NASUTION, M. K. M.; NOAH, S. A. M.; HARAHAAP, U. Overview of the pharmacy management system in a hospital. **Systematic Reviews in Pharmacy**, v. 11, n. 11, p. 650-655, 2020.

PACHECO, C. D. H.; NOVAIS, M. A. P.; LIBERAL, M. M. C. Gestão e classificação dos estoques em hospitais da rede privada de médio porte no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13.

PAIVA, Skarllath Maria et al. O impacto da saúde mental de mulheres durante o puerpério. **Revista de Casos e Consultoria**, v. 15, n. 1, p. e32158, 2024.

POSSARI, J. F. **Centro Cirúrgico, Planejamento, Organização e Gestão**. São Paulo: Iátria, 2007.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª Edição. Editora Feevale, 2013.

SANTOS, Antonio Nacílio Sousa dos. Aprimoramento profissional na atenção primária no município de Horizonte, Estado do Ceará: Educação permanente e demandas populacionais. **Revista de Casos e Consultoria**, v. 15, n. 1, p. e35746, 2024.

SOARES, Nahuan Alaff Virgino. O dilema do empreendedorismo acadêmico: o caso de uma estudante artesã. **Revista de Casos e Consultoria**, v. 16, n. 1, p. e40082, 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FARMÁCIA HOSPITALAR E SERVIÇOS DE SAÚDE. **Padrões mínimos para farmácia hospitalar e serviços de saúde**. 3. ed. São Paulo: SBRAFH, 2017.

TAYLOR, J. W. Short-term electricity demand forecasting using double seasonal exponential smoothing. **Journal of the Operational Research Society**, v. 54, n. 8, p. 799-805, 2003.

TAYLOR, S. J.; LETHAM, B. **Forecasting at scale**. *The American Statistician*, v. 72, n. 1, p. 37-45, 2018.

TIBSHIRANI, R. Regression shrinkage and selection via the lasso. **Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology**, v. 58, n. 1, p. 267-288, 1996.

WYLEGAŁA, K.; RELIGIONI, U.; CZECH, M. The impact of hospital pharmacy operation on the quality of patient care. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 5, p. 4137, 2023.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2001.