

Análise do desempenho das atividades de captação e coleta de doadores de sangue em um hemocentro público brasileiro: Avaliação baseada em dados operacionais e apoio de inteligência artificial

Analysis of the performance of blood donor recruitment and collection activities at a Brazilian public blood center: An evaluation based on operational data and artificial intelligence support

Análisis del desempeño de las actividades de captación y recolección de donantes de sangre en un centro público de donación de sangre brasileño: Una evaluación basada en datos operativos y apoyo de inteligencia artificial

Recebido: 21/03/2026 | Revisado: 28/03/2026 | Aceitado: 29/03/2026 | Publicado: 30/03/2026

Weber de Santana Teles

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1770-8278>
Centro Universitário Pio Décimo, Brasil
E-mail: weber.telles@hotmail.com

Max Cruz da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6944-5986>
Centro Universitário Pio Décimo, Brasil
E-mail: maxlfi@hotmail.com

Florita Moura Aquino

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5994-3285>
Centro de Hemoterapia de Sergipe, Brasil
E-mail: florita.aquino@fshp.se.gov.br

Rozeli Dantas Azevedo Moura

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3600-5927>
Centro de Hemoterapia de Sergipe, Brasil
E-mail: rozeli.dantas@fshp.se.gov.br

Ana Paula Barreto Prata Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9635-2042>
Universidade Tiradentes, Brasil
E-mail: anapratta@hotmail.com

Douglas Abilio

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4413-2505>
Centro de Hemoterapia de Sergipe, Brasil
E-mail: douglas.abilio@hotmail.com

Orleane Souza Rezende

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3487-7858>
Centro de Hemoterapia de Sergipe, Brasil
E-mail: leane8579@hotmail.com

Ádamo Newton Marinho Andrade

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4699-9413>
Centro de Hemoterapia de Sergipe, Brasil
E-mail: adamonewtonmarinhoandrade@gmail.com

Lorena Eugênia Rosa Coelho

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6734-5555>
Centro de Hemoterapia de Sergipe, Brasil
E-mail: coelho.loreana@gmail.com

Carlos Henrique Santiago Martins

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4706-9565>
Universidade Tiradentes, Brasil
E-mail: chsmartins10@gmail.com

Resumo

A doação de sangue é essencial para o funcionamento dos sistemas de saúde e para a realização de transfusões seguras. Entretanto, a manutenção de estoques adequados permanece como um desafio, exigindo estratégias eficientes de captação e mobilização de doadores. Este estudo teve como objetivo analisar o desempenho das atividades de captação e coleta de doadores de sangue em um hemocentro público brasileiro, utilizando análise estatística e

modelagem computacional aplicadas a dados operacionais institucionais. Trata-se de um estudo observacional retrospectivo de abordagem quantitativa, baseado em registros administrativos referentes às atividades de mobilização de candidatos, triagem clínica e realização de coletas de sangue. Foram considerados como indicadores operacionais o número de campanhas realizadas, candidatos convocados, atendimentos individuais, atividades de coleta externa e triagens clínicas, tendo como variável de saída o número de coletas efetivas de sangue. Inicialmente foi realizada análise estatística exploratória e avaliação de correlação entre as variáveis operacionais, seguida da aplicação de um modelo de regressão linear para investigar a relação entre os indicadores de captação e a efetivação das coletas. Os resultados evidenciaram associação positiva entre o número de triagens clínicas e o número de coletas efetivas, indicando que o volume de candidatos avaliados na triagem constitui um fator determinante para a produção hemoterápica. Conclui-se que a integração entre análise estatística e modelagem computacional aplicada a dados institucionais pode contribuir para aprimorar a gestão de hemocentros e fortalecer as estratégias de captação de doadores.

Palavras-chave: Doação de Sangue; Serviço de Hemoterapia; Análise de Dados; Aprendizado de Máquina.

Abstract

Blood donation is essential for the functioning of health systems and for the performance of safe transfusions. However, maintaining adequate stocks remains a challenge, requiring efficient strategies for donor recruitment and mobilization. This study aimed to analyze the performance of blood donor recruitment and collection activities in a Brazilian public blood center, using statistical analysis and computational modeling applied to institutional operational data. This is a retrospective observational study with a quantitative approach, based on administrative records relating to candidate mobilization activities, clinical screening, and blood collection. The operational indicators considered were the number of campaigns carried out, candidates summoned, individual consultations, external collection activities, and clinical screenings, with the number of effective blood collections as the output variable. Initially, exploratory statistical analysis and correlation assessment between operational variables were performed, followed by the application of a linear regression model to investigate the relationship between recruitment indicators and the effectiveness of collections. The results showed a positive association between the number of clinical screenings and the number of effective collections, indicating that the volume of candidates evaluated in the screening is a determining factor for blood production. It is concluded that the integration between statistical analysis and computational modeling applied to institutional data can contribute to improving the management of blood centers and strengthening donor recruitment strategies.

Keywords: Blood Donation; Blood Transfusion Service; Data Analysis; Machine Learning.

Resumen

La donación de sangre es esencial para el funcionamiento de los sistemas de salud y para la realización de transfusiones seguras. Sin embargo, mantener reservas adecuadas sigue siendo un reto, que requiere estrategias eficientes para la captación y movilización de donantes. Este estudio tuvo como objetivo analizar el desempeño de las actividades de captación y recolección de donantes de sangre en un centro público de sangre brasileño, utilizando análisis estadísticos y modelado computacional aplicados a datos operacionales institucionales. Se trata de un estudio observacional retrospectivo con un enfoque cuantitativo, basado en registros administrativos relacionados con las actividades de movilización de candidatos, la evaluación clínica y la recolección de sangre. Los indicadores operacionales considerados fueron el número de campañas realizadas, candidatos convocados, consultas individuales, actividades de recolección externa y evaluaciones clínicas, con el número de recolecciones de sangre efectivas como variable de salida. Inicialmente, se realizó un análisis estadístico exploratorio y una evaluación de correlación entre las variables operacionales, seguido de la aplicación de un modelo de regresión lineal para investigar la relación entre los indicadores de captación y la efectividad de las recolecciones. Los resultados mostraron una asociación positiva entre el número de evaluaciones clínicas y el número de recolecciones efectivas, lo que indica que el volumen de candidatos evaluados en la evaluación es un factor determinante para la producción de sangre. Se concluye que la integración entre el análisis estadístico y el modelado computacional aplicados a datos institucionales puede contribuir a mejorar la gestión de los centros de transfusión sanguínea y fortalecer las estrategias de captación de donantes.

Palabras clave: Donación de Sangre; Servicio de Transfusión Sanguínea; Análisis de Datos; Aprendizaje Automático.

1. Introdução

A disponibilidade de sangue seguro constitui um componente essencial para o funcionamento dos sistemas de saúde, sendo indispensável para procedimentos cirúrgicos, atendimento de emergências, tratamento de doenças hematológicas e suporte terapêutico em diversas condições clínicas. A manutenção de estoques adequados depende diretamente da participação

voluntária da população na doação de sangue, o que exige estratégias permanentes de mobilização e organização dos serviços de hemoterapia (World Health Organization, 2023).

No Brasil, os hemocentros desempenham papel estratégico na estruturação da rede de hemoterapia, sendo responsáveis pela captação de candidatos à doação, realização da triagem clínica e coleta de hemocomponentes destinados ao atendimento das demandas hospitalares. Entretanto, a manutenção de estoques adequados permanece como um desafio constante para os serviços hemoterápicos, especialmente diante de variações sazonais na participação de doadores e de fatores sociais que influenciam a decisão de doar sangue (Ministério da Saúde, 2022).

A captação de doadores representa uma etapa fundamental nesse processo, pois envolve estratégias destinadas a sensibilizar e mobilizar indivíduos aptos à doação. Ações educativas, campanhas institucionais, convocação ativa de doadores e realização de coletas externas são amplamente utilizadas pelos hemocentros para ampliar o número de candidatos à doação e fortalecer a cultura da doação voluntária (Silva et al., 2021).

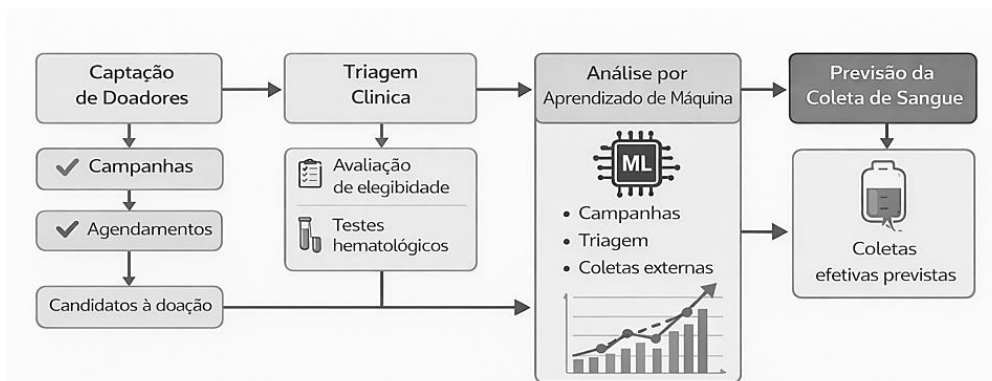
A conversão de candidatos em doadores efetivos constitui um indicador estratégico para os serviços de hemoterapia, pois permite avaliar a eficiência das ações de captação, triagem clínica e coleta de sangue. Esse processo envolve múltiplas etapas operacionais e fatores comportamentais que influenciam a elegibilidade e a efetivação da doação. Estudos internacionais apontam que a análise integrada dessas etapas pode revelar padrões importantes relacionados à adesão, elegibilidade clínica e aproveitamento das coletas realizadas (World Federation of Hemophilia, 2023; Srivastava et al., 2020).

Nesse contexto, abordagens analíticas baseadas em ciência de dados e aprendizado de máquina têm sido utilizadas para compreender padrões complexos em sistemas de saúde e otimizar processos operacionais. Na área da hemoterapia, esses métodos possibilitam identificar relações entre estratégias de captação de doadores, critérios de triagem clínica e taxas de coleta efetiva, contribuindo para a previsão de resultados e para o planejamento de campanhas mais eficientes (Rajkomar et al., 2019; Topol, 2019).

A Figura 1 apresenta um modelo conceitual da análise da conversão de candidatos em doadores de sangue baseada em aprendizado de máquina, evidenciando a relação entre as etapas de captação de doadores, triagem clínica e efetivação da coleta de sangue. Nesse modelo, dados provenientes de campanhas de captação, agendamentos de doação, avaliação de elegibilidade clínica e testes hematológicos são analisados de forma integrada por técnicas de aprendizado de máquina, possibilitando a identificação de padrões operacionais e a previsão da conversão de candidatos em doadores efetivos.

Essa abordagem contribui para o aprimoramento das estratégias de captação, otimização dos processos de triagem e aumento da eficiência das coletas de sangue, apoiando a tomada de decisões estratégicas nos serviços de hemoterapia.

Figura 1 – Modelo conceitual da análise da conversão de candidatos em doadores de sangue baseada em aprendizado de máquina.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

A análise integrada desses indicadores permite compreender não apenas o volume de candidatos mobilizados, mas também o impacto real das estratégias de captação na efetivação das doações. Estudos recentes indicam que a avaliação sistemática de dados operacionais pode contribuir para identificar padrões de comportamento dos doadores, otimizar campanhas de mobilização e melhorar o planejamento das atividades dos hemocentros (Carvalho et al., 2023).

Nos últimos anos, ferramentas analíticas baseadas em ciência de dados e inteligência artificial têm ampliado as possibilidades de análise de sistemas complexos de saúde. Técnicas de aprendizado de máquina têm sido utilizadas para identificar padrões em grandes bases de dados, prever tendências de demanda e apoiar processos de tomada de decisão. No campo da hemoterapia, essas abordagens têm sido exploradas para análise de padrões de doação e planejamento estratégico das atividades de captação e coleta (Rajkomar et al., 2022).

Diante desse contexto, a análise integrada das atividades de captação e coleta torna-se essencial para compreender o desempenho operacional dos hemocentros e avaliar o impacto das estratégias institucionais na efetivação das doações. A utilização de dados provenientes de relatórios operacionais e instrumentos de planejamento institucional permite identificar padrões, avaliar o cumprimento de metas e subsidiar estratégias de gestão baseadas em evidências (Davenport & Kalakota, 2021).

Este estudo teve como objetivo analisar o desempenho das atividades de captação e coleta de doadores de sangue em um hemocentro público brasileiro, utilizando análise estatística e modelagem computacional aplicadas a dados operacionais institucionais.

2. Metodologia

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa observacional, retrospectiva, documental de fonte direta em relatórios e registros hospitalares e, numa investigação de abordagem quantitativa (Pereira et al., 2018; Risemberg et al., 2026), com uso de estatística descritiva simples com emprego de Gráfico de linhas e, modelo de regressão linear (Shitsuka et al., 2018) e, que foi realizada a partir da análise de dados operacionais provenientes dos registros administrativos dos setores de captação e coleta de doadores de sangue de um hemocentro público brasileiro.

As informações foram obtidas diretamente dos relatórios institucionais de produção e dos registros operacionais utilizados no acompanhamento das atividades de mobilização de candidatos à doação, triagem clínica e coleta de sangue. Estudos observacionais baseados em dados administrativos são amplamente utilizados em pesquisas em saúde pública, pois permitem analisar processos assistenciais a partir de registros institucionais rotineiros (Song & Chung, 2010; (World Health Organization, 2022).

O conjunto de dados analisado corresponde a um recorte temporal de sete meses, compreendendo o período entre junho de 2025 e fevereiro de 2026, configurando uma coorte observacional baseada em registros operacionais do serviço. Esse período foi selecionado por apresentar dados operacionais completos e padronizados, permitindo acompanhar de forma contínua as atividades relacionadas à captação de candidatos à doação, triagem clínica e realização das coletas de sangue no hemocentro. A utilização de séries temporais operacionais em serviços de saúde permite avaliar padrões institucionais e identificar fatores associados ao desempenho dos serviços (Bertsimas & Dunn, 2019).

Após a extração dos registros institucionais, os dados foram organizados e estruturados em uma planilha analítica, possibilitando a sistematização das variáveis operacionais associadas ao processo de doação de sangue e sua posterior análise estatística e computacional. A organização e preparação de dados estruturados constituem etapas fundamentais em estudos de ciência de dados aplicada à saúde, permitindo a realização de análises exploratórias e modelagem preditiva (James et al., 2021).

As variáveis consideradas como indicadores de entrada (features) incluíram o número de candidatos convocados para doação, campanhas realizadas, atividades de coleta externa, atendimentos individuais a candidatos e número de triagens clínicas realizadas. Esses indicadores representam dimensões operacionais relacionadas às estratégias de captação e mobilização de doadores implementadas pelo serviço de hemoterapia. Estudos sobre recrutamento de doadores indicam que campanhas educativas, estratégias de comunicação e convocação de doadores são fatores importantes para ampliar a participação da população em programas de doação voluntária de sangue (France et al., 2021).

Como variável de saída (target), foi considerado o número de coletas efetivas de sangue, utilizado como indicador do resultado final do processo de doação. A análise buscou compreender a relação entre os indicadores de captação e triagem e a efetivação das coletas, permitindo avaliar o impacto das estratégias de mobilização de candidatos na produção hemoterápica. A análise de indicadores operacionais é amplamente utilizada para avaliar a eficiência de serviços de hemoterapia e orientar estratégias de gestão de doadores (Eichler et al., 2021).

Inicialmente, foi realizada uma análise estatística exploratória, incluindo estatística descritiva e análise de correlação entre as variáveis operacionais, com o objetivo de identificar possíveis relações entre os indicadores de captação e o número de coletas efetivas de sangue. A análise exploratória de dados constitui uma etapa essencial em estudos quantitativos, pois permite identificar padrões, tendências e associações entre variáveis antes da aplicação de modelos preditivos (James et al., 2021).

Posteriormente, foram aplicadas técnicas de aprendizado de máquina supervisionado, com o objetivo de estimar o número de coletas efetivas a partir dos indicadores operacionais de captação e triagem. Foram utilizados três modelos amplamente empregados em ciência de dados: Regressão Linear, Random Forest e Gradient Boosting. Esses algoritmos são frequentemente utilizados em estudos de previsão e modelagem em saúde, devido à sua capacidade de identificar padrões em bases de dados estruturadas e modelar relações complexas entre variáveis (Hastie et al., 2017; Chen & Guestrin, 2016).

A implementação dos modelos computacionais foi realizada utilizando a linguagem Python, com apoio de bibliotecas de ciência de dados amplamente utilizadas, incluindo Pandas, NumPy, Scikit-learn e Matplotlib, que permitem a manipulação de dados, construção de modelos preditivos e visualização de resultados analíticos (Pedregosa et al., 2011).

Os modelos foram treinados para aprender a relação existente entre as variáveis de entrada associadas às atividades de captação e triagem e a variável de saída correspondente ao número de coletas efetivas de sangue. O fluxo analítico seguiu uma estrutura de pipeline de aprendizado de máquina, incluindo preparação dos dados, treinamento dos modelos, validação e avaliação de desempenho.

A validação dos modelos foi realizada por meio de validação cruzada (cross-validation), técnica amplamente utilizada em estudos de modelagem preditiva para avaliar a estabilidade e a capacidade de generalização dos algoritmos. Esse método permite dividir o conjunto de dados em subconjuntos de treinamento e teste, reduzindo o risco de sobreajuste e fornecendo estimativas mais robustas do desempenho dos modelos (Hastie et al., 2017).

O desempenho dos modelos preditivos foi avaliado por meio de métricas estatísticas amplamente utilizadas em problemas de regressão, incluindo o coeficiente de determinação (R^2), o erro absoluto médio (MAE) e o erro quadrático médio (RMSE). Essas métricas permitem quantificar a capacidade dos modelos em estimar o número de coletas efetivas de sangue a partir das variáveis operacionais analisadas, possibilitando a comparação entre diferentes algoritmos de aprendizado de máquina (James et al., 2021).

Essa abordagem analítica possibilita examinar o fluxo operacional do processo de doação representado pela sequência captação → triagem → coleta, permitindo identificar padrões operacionais e fornecer subsídios analíticos para o planejamento das estratégias de mobilização de doadores em serviços de hemoterapia. A integração entre análise de dados e gestão de serviços de saúde tem sido apontada como uma estratégia promissora para melhorar a eficiência operacional e apoiar a tomada de decisão em sistemas de saúde (World Health Organization, 2023).

3. Resultados

A análise dos registros operacionais do setor de captação e coleta de doadores do hemocentro permitiu identificar a dinâmica mensal das atividades relacionadas ao processo de mobilização, triagem e efetivação das doações de sangue no período compreendido entre junho de 2025 e fevereiro de 2026.

Durante esse período, foram observadas variações no volume de triagens clínicas realizadas e no número de coletas efetivas de sangue. De modo geral, os dados indicam uma relação direta entre o número de candidatos avaliados na triagem clínica e o número de bolsas de sangue coletadas, evidenciando a importância dessa etapa no fluxo operacional do processo de doação.

No mês de junho de 2025, foram registradas 2.766 triagens clínicas, resultando em 2.163 coletas de sangue total. Em julho de 2025, observou-se aumento no volume de atendimentos, com 3.340 triagens clínicas e 2.684 coletas realizadas.

Em agosto de 2025, foram registradas 2.952 triagens clínicas, com 2.292 coletas de sangue, enquanto em setembro de 2025 foram observadas 2.952 triagens e 2.842 coletas, representando um dos maiores volumes de efetivação de doações no período.

No mês de outubro de 2025, foram registradas 3.406 triagens clínicas, resultando em 2.647 coletas de sangue, enquanto em novembro de 2025 ocorreram 2.767 triagens clínicas, com 2.124 coletas efetivas.

Em dezembro de 2025, foram registradas 2.950 triagens clínicas, resultando em 2.253 coletas de sangue.

Já em janeiro de 2026, foi observado o maior volume de atividade no período analisado, com 4.359 triagens clínicas e 3.383 coletas de sangue realizadas.

Por fim, em fevereiro de 2026, foram registradas 2.482 triagens clínicas, resultando em 1.918 coletas efetivas de sangue.

De forma geral, os resultados indicam que meses com maior volume de triagens clínicas tendem a apresentar maior número de coletas efetivas, sugerindo uma relação operacional consistente entre essas duas etapas do processo de doação de sangue.

Essa relação pode ser visualizada na Figura 2, que apresenta a distribuição mensal das triagens clínicas e das coletas efetivas de sangue no período analisado.

A partir da análise dos registros operacionais do setor de captação e coleta de doadores do hemocentro, foram identificadas e estruturadas as variáveis utilizadas para compreender o processo de conversão de candidatos mobilizados em doadores efetivos.

Neste estudo, o termo conversão refere-se ao processo operacional pelo qual indivíduos inicialmente convocados ou mobilizados para doação percorrem as etapas de atendimento e triagem clínica até resultar na efetivação da coleta de sangue. Dessa forma, o conceito empregado neste trabalho não se refere à conversão sorológica associada a marcadores infecciosos, mas sim à transformação de candidatos potenciais em doadores efetivos dentro do fluxo assistencial da hemoterapia.

Com base nos registros institucionais das atividades rotineiras de mobilização de candidatos à doação, os dados foram organizados em variáveis analíticas destinadas à modelagem computacional do processo de doação. As variáveis selecionadas representam indicadores operacionais associados às estratégias de captação e mobilização de doadores, incluindo ações educativas, convocação de candidatos, atividades de coleta externa, atendimentos individuais e triagens clínicas realizadas no serviço.

Esses indicadores foram considerados variáveis de entrada (features) no processo de modelagem, enquanto o número de coletas efetivas de sangue foi definido como variável de saída (target), representando o resultado final do processo de doação. A estrutura dessas variáveis utilizadas na análise é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Variáveis utilizadas na modelagem analítica do processo de doação de sangue.

Tipo de variável	Variável	Descrição
Entrada	Candidatos convocados	Número de candidatos convocados para doação de sangue
Entrada	Campanhas realizadas	Ações educativas e campanhas de mobilização de doadores
Entrada	Coletas externas	Atividades de coleta realizadas fora da unidade hemoterápica
Entrada	Atendimentos individuais	Atendimento de candidatos que compareceram por convocação
Entrada	Triagem clínica	Número de triagens clínicas realizadas
Saída	Coletas efetivas	Número de bolsas de sangue coletadas

Fonte: Elaborado pelos Autores a partir dos registros operacionais do setor de captação e coleta do hemocentro (2026).

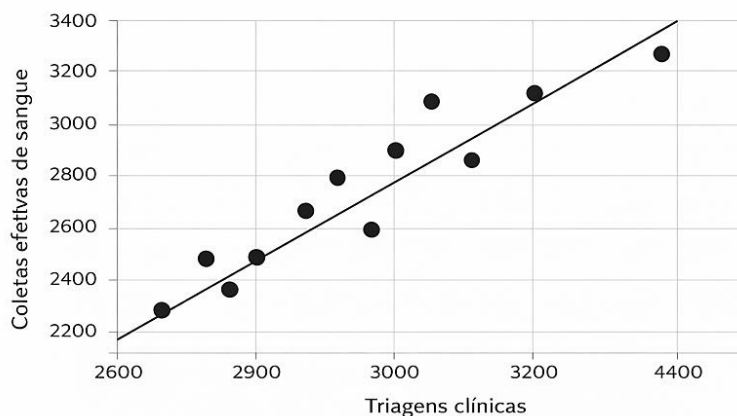
Com base nas variáveis operacionais apresentadas no Quadro 1, foi realizada inicialmente uma análise exploratória dos dados com o objetivo de identificar possíveis relações entre os indicadores de captação de doadores e o número de coletas efetivas de sangue realizadas no hemocentro. Essa etapa permitiu compreender o comportamento das variáveis ao longo do período analisado e avaliar preliminarmente como diferentes indicadores operacionais podem influenciar o resultado final do processo de doação.

A partir dessa análise inicial, foi aplicada uma técnica de aprendizado de máquina supervisionado baseada em regressão linear, com o objetivo de modelar a relação entre o número de triagens clínicas realizadas e o número de coletas efetivas de sangue. A regressão linear foi utilizada como modelo preditivo inicial por sua capacidade de identificar relações lineares entre variáveis e estimar o comportamento esperado da variável de saída a partir das variáveis de entrada.

Nesse contexto, o número de triagens clínicas foi considerado um dos principais indicadores do fluxo operacional do processo de doação, uma vez que representa a etapa intermediária entre a mobilização de candidatos e a efetivação das coletas. Dessa forma, o modelo buscou estimar como variações no volume de triagens clínicas podem influenciar o número de coletas efetivas realizadas no serviço.

Os resultados da modelagem indicaram associação positiva entre o número de triagens clínicas e o número de coletas de sangue realizadas, sugerindo que o aumento do número de candidatos avaliados na triagem tende a resultar em maior efetivação de doações. A representação gráfica do ajuste do modelo e a distribuição dos dados observados são apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – Modelo preditivo baseado em regressão linear para estimativa do número de coletas efetivas de sangue a partir do número de triagens clínicas realizadas no período de junho de 2025 a fevereiro de 2026



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos registros operacionais do setor de captação e coleta de doadores do hemocentro (2026).

Após a modelagem inicial baseada em regressão linear, foi realizada uma análise de correlação entre todas as variáveis operacionais incluídas no estudo, com o objetivo de identificar a intensidade das associações existentes entre os diferentes indicadores de captação e o número de coletas efetivas de sangue. Para essa finalidade, foi utilizada a correlação de Pearson, amplamente empregada em análises exploratórias de dados para avaliar relações lineares entre variáveis quantitativas.

A matriz de correlação permite visualizar simultaneamente as associações entre todas as variáveis analisadas, contribuindo para a compreensão da estrutura de relacionamento entre os indicadores operacionais do processo de doação. Valores próximos de 1 indicam correlação positiva forte, enquanto valores próximos de 0 indicam associação fraca ou inexistente.

Os resultados indicaram que variáveis relacionadas às etapas intermediárias do processo de doação, especialmente triagens clínicas e atendimentos individuais, apresentam maior associação com o número de coletas efetivas de sangue, evidenciando o papel dessas etapas na eficiência do fluxo assistencial da hemoterapia. A representação gráfica dessa matriz de correlação é apresentada na Figura 3.

Figura 3 – Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis operacionais relacionadas às atividades de captação e coleta de doadores de sangue em um hemocentro público brasileiro no período de junho de 2025 a fevereiro de 2026.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos registros operacionais do setor de captação e coleta de doadores do hemocentro (2026)

4. Discussão

A análise das variáveis apresentadas na Tabela 1 evidencia que o processo de captação e coleta de doadores de sangue é composto por múltiplas etapas interdependentes, que envolvem desde estratégias de mobilização populacional até a efetivação da coleta de hemocomponentes. A estrutura dessas variáveis reflete o modelo operacional adotado pelos serviços de hemoterapia, no qual ações de recrutamento, triagem clínica e coleta constituem fases sequenciais do processo de doação. Estudos internacionais apontam que a organização dessas etapas é essencial para garantir a sustentabilidade dos estoques de sangue e a segurança transfusional (World Health Organization, 2023).

A inclusão de indicadores como campanhas realizadas, candidatos convocados e atendimentos individuais permite compreender a dinâmica das estratégias de mobilização de doadores. Pesquisas indicam que campanhas educativas e estratégias de comunicação institucional desempenham papel fundamental na ampliação da participação da população na doação voluntária de sangue. Essas ações contribuem para aumentar o número de candidatos potenciais e fortalecer a cultura de doação regular na comunidade (France et al., 2021).

A análise apresentada na Figura 2, baseada em um modelo de regressão linear aplicado aos dados operacionais do hemocentro, demonstrou uma associação positiva entre o número de triagens clínicas e o número de coletas efetivas de sangue. Esse resultado sugere que o aumento do número de candidatos avaliados na triagem tende a resultar em maior número de doações realizadas. A triagem clínica constitui uma etapa fundamental no fluxo da doação, pois é nesse momento que são avaliadas as condições clínicas e epidemiológicas dos candidatos para garantir a segurança do processo transfusional (Srivastava et al., 2020).

A relação observada entre triagens clínicas e coletas efetivas também é descrita em estudos sobre gestão de hemocentros, que indicam que o volume de candidatos avaliados representa um dos principais determinantes da produção de hemocomponentes. A ampliação das estratégias de recrutamento e convocação de doadores tende a aumentar o número de triagens realizadas, o que pode resultar em maior disponibilidade de bolsas de sangue para utilização clínica (Zou et al., 2022).

Além da análise da regressão linear, a Figura 3, que apresenta a matriz de correlação de Pearson entre as variáveis operacionais, permite compreender de forma mais abrangente as relações existentes entre os diferentes indicadores do processo de captação. A análise de correlação é amplamente utilizada em estudos de ciência de dados aplicados à saúde, pois permite identificar associações entre variáveis e orientar a construção de modelos preditivos (James et al., 2021).

A matriz de correlação indicou associação positiva entre campanhas realizadas e candidatos convocados, sugerindo que ações educativas e estratégias de mobilização social contribuem para ampliar o número de indivíduos mobilizados para doação. Evidências científicas demonstram que campanhas de sensibilização e programas de educação em saúde são capazes de aumentar significativamente a adesão da população à doação voluntária de sangue (Bednall & Bove, 2011).

Observou-se também uma associação entre atendimentos individuais e triagens clínicas, indicando que o comparecimento dos candidatos ao serviço hemoterápico constitui um fator determinante para a continuidade do processo de avaliação clínica que antecede a coleta. Estudos sobre comportamento de doadores demonstram que a adesão ao comparecimento após convocação representa um dos principais desafios operacionais para os serviços de hemoterapia (Eichler et al., 2021).

Por outro lado, algumas variáveis apresentaram correlações mais fracas com o número de coletas efetivas, como observado em determinadas relações envolvendo coletas externas. Esse resultado pode refletir características específicas da logística dessas atividades, que dependem de fatores como disponibilidade de equipe, infraestrutura e perfil populacional das localidades atendidas. Pesquisas indicam que a eficácia das coletas externas pode variar significativamente entre diferentes contextos regionais e institucionais (Thorpe et al., 2024).

A aplicação de técnicas de modelagem computacional neste estudo evidencia o potencial da utilização de métodos de análise de dados na gestão de serviços de hemoterapia. A utilização de modelos estatísticos e de aprendizado de máquina tem sido cada vez mais empregada para prever demanda por hemocomponentes, otimizar estratégias de recrutamento e apoiar o planejamento operacional de bancos de sangue (Bertsimas & Dunn, 2020).

De forma geral, os resultados obtidos indicam que o processo de captação e coleta de doadores de sangue apresenta uma dinâmica operacional estruturada, na qual as estratégias de mobilização, o comparecimento dos candidatos e a realização da triagem clínica desempenham papel central na efetivação das doações. A análise integrada de indicadores operacionais e métodos computacionais pode contribuir para o aprimoramento da gestão de hemocentros e para o fortalecimento da disponibilidade segura de sangue nos sistemas de saúde.

5. Considerações Finais

O presente estudo analisou o desempenho das atividades de captação e coleta de doadores de sangue em um hemocentro público brasileiro a partir da integração entre análise estatística e modelagem computacional aplicada a dados operacionais institucionais. A investigação permitiu compreender de forma estruturada como diferentes indicadores relacionados às estratégias de mobilização de doadores e às etapas operacionais do processo de doação se associam ao número de coletas efetivas realizadas no serviço de hemoterapia.

A definição das variáveis operacionais analisadas possibilitou representar o fluxo funcional do processo de doação de sangue, estruturado pelas etapas sequenciais de captação de candidatos, realização da triagem clínica e efetivação da coleta. Essa abordagem permitiu identificar padrões operacionais relevantes para a compreensão da dinâmica de funcionamento do serviço e para a avaliação da eficiência das estratégias de mobilização de doadores.

Os resultados obtidos evidenciaram associação positiva entre o número de triagens clínicas realizadas e o número de coletas efetivas de sangue, indicando que o volume de candidatos avaliados na triagem constitui um dos principais determinantes operacionais da produção hemoterápica. A análise de regressão linear demonstrou que variações no número de triagens tendem a refletir diretamente no número de bolsas coletadas, evidenciando o papel central dessa etapa no fluxo de conversão de candidatos em doadores efetivos.

A análise da matriz de correlação entre as variáveis operacionais também revelou associações relevantes entre diferentes indicadores relacionados às estratégias de captação de doadores. Essas relações sugerem que ações de mobilização social, campanhas educativas e estratégias de convocação de candidatos contribuem para ampliar o fluxo de indivíduos avaliados no processo de triagem, fortalecendo a capacidade de coleta do serviço de hemoterapia.

Do ponto de vista metodológico, a utilização de técnicas de análise de dados e aprendizado de máquina demonstrou o potencial da aplicação de abordagens computacionais na avaliação de processos operacionais em serviços de saúde. A integração entre indicadores institucionais e métodos analíticos permite identificar padrões de funcionamento do sistema e fornecer subsídios para o planejamento de estratégias mais eficientes de captação e mobilização de doadores.

Nesse sentido, os achados deste estudo reforçam a importância da utilização de ferramentas analíticas baseadas em dados para apoiar a gestão de hemocentros e otimizar a organização dos processos relacionados à doação de sangue. A análise sistemática de indicadores operacionais pode contribuir para aprimorar as estratégias institucionais de recrutamento de doadores e fortalecer a sustentabilidade dos sistemas de hemoterapia.

Por fim, os resultados apresentados indicam que a integração entre gestão operacional e análise computacional constitui uma abordagem promissora para ampliar a compreensão do processo de doação de sangue e apoiar a tomada de decisão em serviços de hemoterapia. Estudos futuros poderão ampliar essa abordagem por meio da incorporação de séries temporais mais extensas e da aplicação de modelos preditivos mais avançados, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias inovadoras de planejamento e gestão da doação de sangue.

Referências

- Bertsimas, D., & Dunn, J. (2019). *Machine learning under a modern optimization lens*. Dynamic Ideas.
- Bednall, T. C., & Bove, L. L. (2011). Donating blood: A meta-analytic review of self-reported motivators and deterrents. *Transfusion Medicine Reviews*, 25(4), 317–334. <https://doi.org/10.1016/j.tmr.2011.04.005>
- Chand, S., Amita, R., & Gupta, D. (2023). Addressing concerns and suggestions of blood donors: An assured way for donor motivation, recruitment, and retention. *Asian Journal of Transfusion Science*, 17(1), 3–8.
- Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. In *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 785–794). <https://doi.org/10.1145/2939672.2939785>

- Eichler, H., Spinella, P. C., Henschler, R., Heddle, N. M., & Irony, I. (2021). Population-based analysis of the impact of demographics on the current and future blood supply in the Saarland. *Transfusion Medicine and Hemotherapy*, 48(3), 170–177. <https://doi.org/10.1159/000512645>
- Ferguson, E., France, C. R., Abraham, C., Ditto, B., & Sheeran, P. (2007). Improving blood donor recruitment and retention: Integrating theoretical advances from social and behavioral science research agendas. *Transfusion*, 47(11), 1999–2010. <https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.2007.01423.x>
- Ferguson, E., Atkins, L., & Lawrence, C. (2020). A typology of blood donor motivations. *Transfusion*, 60(9), 2010–2020. <https://doi.org/10.1111/trf.15913>
- France, C. R., Ditto, B., France, J. L., Himawan, L. K., & Hillyer, C. D. (2021). Assessing the impact of an automated web-based motivational interview on retention of O-negative donors. *Transfusion*, 61(2), 593–602. <https://doi.org/10.1111/trf.16186>
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). *An introduction to statistical learning: With applications in R* (2nd ed.). Springer.
- Kermani, F. R., et al. (2024). Development and validation of the self-regulation of blood donation scale for blood donors. *Hematology, Transfusion and Cell Therapy*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.htct.2024.09.2482>
- Li, L., et al. (2023). Mobile applications for encouraging blood donation: A systematic review and case study. *Digital Health*, 9, 20552076231203603. <https://doi.org/10.1177/20552076231203603>
- Ministério da Saúde. (2024). *Doação de sangue*. <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saes/doacao-de-sangue>
- Pedregosa, F., et al. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825–2830.
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [Free ebook]. Santa Maria. Editora da UFSM.
- Rajkomar, A., Dean, J., & Kohane, I. (2019). Machine learning in medicine. *New England Journal of Medicine*, 380(14), 1347–1358. <https://doi.org/10.1056/NEJMr1814259>
- Risemberg, R. I. C. et al. (2026). A importância da metodologia científica no desenvolvimento de artigos científicos. *E-Acadêmica*, 7(1), e0171675. <https://doi.org/10.52076/eacad-v7i1.675>. <https://eacademica.org/eacademica/article/view/675>.
- Song, J. W., & Chung, K. C. (2010). Observational studies: Cohort and case-control studies. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 126(6), 2234–2242. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3181f44abc>
- Shitsuka, R. et al. (2014). Matemática fundamental para tecnologia. (2ed). Editora Érica.
- Srivastava, A., Santagostino, E., Dougall, A., Kitchen, S., Sutherland, M., Pipe, S. W., et al. (2020). WFH guidelines for the management of hemophilia (3rd ed.). *Haemophilia*, 26(Suppl. 6), 1–158. <https://doi.org/10.1111/hae.14046>
- Thorpe, R., et al. (2024). The health impacts of blood donation: A systematic review of donor and non-donor perceptions. *Blood Transfusion*, 22(1), 7–19. <https://doi.org/10.2450/BloodTransfus.494>
- World Federation of Hemophilia. (2023). *Report on the annual global survey 2022*. <https://www1.wfh.org/publications/files/pdf-2399.pdf>
- World Health Organization. (2022). *Global status report on blood safety and availability 2021*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240051683>
- World Health Organization. (2025). *Blood safety and availability*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blood-safety-and-availability>