



**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACIG  
MEDICINA**

**EFICÁCIA CLÍNICA E RACIONALIDADE ECONÔMICA NO TRATAMENTO DA  
ANEMIA FALCIFORME: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE TÉCNICAS  
TRANSFUSIONAIS EM MANHUAÇU-MG**

**Camila de Freitas Gomes Fonseca**

Manhuaçu / MG  
**2025**

**CAMILA DE FREITAS GOMES FONSECA**

**EFICÁCIA CLÍNICA E RACIONALIDADE ECONÔMICA NO TRATAMENTO DA  
ANEMIA FALCIFORME: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE TÉCNICAS  
TRANSFUSIONAIS EM MANHUAÇU-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no  
Curso de Superior de Medicina do Centro  
Universitário UNIFACIG, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Me. Juliana Santiago da Silva

Manhuaçu / MG  
**2025**

**CAMILA DE FREITAS GOMES FONSECA**

**EFICÁCIA CLÍNICA E RACIONALIDADE ECONÔMICA NO TRATAMENTO DA  
ANEMIA FALCIFORME: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE TÉCNICAS  
TRANSFUSIONAIS EM MANHUAÇU-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no  
Curso de Superior de Medicina do Centro  
Universitário UNIFACIG, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Me. Juliana Santiago da Silva

Banca Examinadora:

Data da Aprovação:

---

Profa. Me. Juliana Santiago da Silva – UNIFACIG (Orientador)

---

Dra. Leticia Magali Oliveira Marques – Médica

---

Prof. Dr. Lucas Dornelas da Silva – UNIFACIG

## RESUMO

A anemia falciforme é uma doença genética de elevada prevalência no Brasil, associada a complicações clínicas graves, como síndrome torácica aguda, crises vaso-oclusivas e acidentes vasculares cerebrais. Diante desse cenário, as transfusões sanguíneas representam uma das principais estratégias terapêuticas, com destaque para a exsanguineotransfusão manual e a eritrocitaférese terapêutica automatizada. Embora ambas tenham como objetivo a redução da proporção de hemácias falciformes circulantes, suas diferenças técnicas e operacionais geram impactos distintos sobre a eficácia clínica, a segurança transfusional e os custos associados ao tratamento. O objetivo deste estudo é comparar os dois métodos transfusionais, considerando a aplicabilidade clínica, os custos diretos e indiretos e a qualidade de vida dos pacientes. Para isso, foi realizada uma análise descritiva e comparativa, baseada em levantamento bibliográfico e dados econômicos oficiais do sistema público de saúde, abrangendo as etapas técnicas, a frequência das sessões, os riscos de complicações e a viabilidade de implantação em diferentes contextos assistenciais. Os resultados demonstram que a exsanguineotransfusão manual, apesar do menor custo por sessão, apresenta limitações como maior dependência da habilidade da equipe, menor precisão no controle dos volumes retirados e maior frequência de procedimentos, geralmente quinzenais. Esse perfil está associado a maior risco de sobrecarga de ferro e maior incidência de complicações clínicas, o que aumenta a necessidade de hospitalizações. Por outro lado, a eritrocitaférese automatizada mostrou maior seletividade na remoção das hemácias falciformes, melhor estabilidade hemodinâmica, menor tempo de execução e intervalos mais longos entre as sessões, em média mensais. Esses fatores contribuem para a redução da sobrecarga transfusional, do risco de eventos adversos e das internações hospitalares, ainda que a técnica apresente custo inicial mais elevado e demande treinamento especializado. Conclui-se que a eritrocitaférese terapêutica automatizada representa uma alternativa eficaz e segura para o manejo da anemia falciforme, com vantagens clínicas e econômicas a médio e longo prazo. A análise evidencia que, apesar do investimento inicial, a redução das complicações graves e das internações hospitalares gera economia significativa para o sistema de saúde, além de melhorar a qualidade de vida dos pacientes. Já a exsanguineotransfusão manual mantém sua relevância em contextos com restrição de recursos, mas reforça a necessidade de estratégias que viabilizem o acesso progressivo às tecnologias automatizadas em regiões de menor infraestrutura.

**Palavras-chave:** Anemia Falciforme. Eritrocitaférese Terapêutica Automatizada. Exsanguineotransfusão Manual. Sobrecarga de Ferro. Síndrome vaso-oclusivas.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	5
2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	8
4. CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
5. REFERÊNCIAS.....	23

## 1 INTRODUÇÃO

A Anemia Falciforme (AF) é uma doença genética causada pela produção anormal de hemoglobina, resultando na formação de hemácias em forma de foice sob condições de baixa oxigenação. Esta condição é devido à substituição do ácido glutâmico por valina na cadeia beta da hemoglobina, formando a hemoglobina S (HbS) e é mais grave em pacientes homocigotos (Hb SS) (Steinberg *et al.*, 2008). No Brasil, a prevalência da AF é estimada entre 60.000 e 100.000 casos, além disso, de acordo com o Programa de Triagem Neonatal de Minas Gerais, a incidência da doença falciforme no estado de Minas Gerais é de 1:1.400 recém-nascidos. Adicionalmente, estima-se que outras 2 milhões de pessoas tenham o gene HbS (Ministério da Saúde, 2019).

Diante da gravidade da doença e das complicações clínicas recorrentes, como a síndrome torácica aguda e os acidentes vasculares cerebrais, estratégias terapêuticas como a eritrocitaférese automatizada e manual tornam-se ferramentas fundamentais no manejo desses pacientes. Estas técnicas permitem reduzir de forma mais eficaz a proporção de hemácias falciformes (HbS) circulantes e elevar os níveis de hemoglobina normal (HbA), sem aumentar excessivamente a viscosidade sanguínea. Na prática, esses procedimentos melhoram a oxigenação tecidual e previnem a recorrência de eventos graves aos pacientes (Lawson *et al.*, 1999; Swerdlow *et al.*, 2006).

Assim, na eritrocitaférese automatizada, há separadores celulares que funcionam de duas formas: por fluxo contínuo ou fluxo descontínuo. No fluxo contínuo, o sangue é retirado e devolvido simultaneamente por meio de dois acessos venosos, o que proporciona maior estabilidade hemodinâmica e agilidade no processo (Dedeken *et al.*, 2018). Logo, enquanto em um acesso venoso o sangue é retirado (geralmente no braço direito, por exemplo), os demais componentes do sangue como plasma, leucócitos, plaquetas e concentrado de hemácias saudáveis são devolvidos por outro acesso venoso (no braço esquerdo, por exemplo). Já no fluxo descontínuo, o sangue é processado em ciclos, com apenas um acesso venoso: primeiro é coletado, depois separado, e então os componentes desejados são reinfundidos. Ambas as modalidades são eficazes e a escolha entre elas depende da condição clínica do paciente (aguda ou crônica) e dos recursos disponíveis. Em comparação ao fluxo descontínuo, o contínuo tende a ser mais rápido e é mais comumente utilizado

em ambientes de emergência ou quando a condição do paciente exige uma intervenção mais imediata (Tsitsikas *et al.*, 2021; Kanungo *et al.*, 2024).

Durante a automatizada, o sangue é centrifugado dentro do próprio aparelho, e o hemocomponente a ser descartado (como os glóbulos vermelhos) é direcionado a uma bolsa. O restante do sangue, junto com o líquido de reposição, retorna ao paciente com a infusão de hemácias homólogas. Quando não há veias periféricas adequadas ou há previsão de múltiplos procedimentos, pode ser necessário o uso de um cateter venoso central de duplo lúmen. Exames laboratoriais prévios, como hemograma completo, TAP e PTTa, que avaliam, respectivamente, as vias extrínseca e intrínseca da coagulação, além de testes para cálcio, magnésio e proteínas totais, são fundamentais tanto para a investigação de distúrbios hemorrágicos quanto para o monitoramento de anticoagulantes, garantindo a programação adequada do equipamento e a segurança do procedimento (Tsitsikas *et al.*, 2021; Kanungo *et al.*, 2024). Vale ressaltar que a maior aplicabilidade deste método tem sido demonstrada nas doenças falciformes.

Ademais, quando a técnica terapêutica é realizada sem o uso de equipamento automatizado, a retirada do sangue do paciente ocorre manualmente (exsanguineotransfusão). Na técnica de exsanguineotransfusão manual, o sangue é coletado por flebotomia e separado por sedimentação ou centrifugação manual. As hemácias anormais são descartadas e os demais componentes podem ser reinfundidos no paciente. A etapa final consiste na reposição volêmica, com soluções compatíveis, como soro fisiológico ou hemácias concentradas (Sturgeon *et al.*, 2009). Enquanto que a técnica da eritrocitoférese automática demanda equipe especializada e equipamentos para a sua realização.

A técnica manual exige maior envolvimento da equipe médica, responsável por monitorar sinais vitais, volumes coletados, estabilidade hemodinâmica e possíveis reações adversas durante todas as etapas. Por isso, ela é geralmente aplicada em contextos específicos, como em locais com recursos limitados ou na ausência de equipamentos automatizados (Sturgeon *et al.*, 2009).

A anemia falciforme é uma condição genética de alta prevalência e morbidade no Brasil, frequentemente associada a complicações graves, como síndrome torácica aguda, acidentes vasculares cerebrais e internações recorrentes. Neste contexto, o presente estudo ganha relevância por oferecer uma análise comparativa entre a eritrocitoférese automatizada e a exsanguineotransfusão manual. A pesquisa avalia a

eficácia clínica de cada técnica, além de considerar seus custos e desafios logísticos, oferecendo subsídios para decisões mais qualificadas na assistência a pacientes falciformes.

A análise é especialmente pertinente em Manhuaçu-MG, onde a prática manual ainda predomina, evidenciando a necessidade de alternativas que melhorem os resultados clínicos e promovam o uso sustentável dos recursos em saúde. Nesse sentido, questiona-se: seria a eritrocitaférese terapêutica, uma técnica capaz de proporcionar maior eficácia clínica, redução de eventos graves e melhor custo benefício ao município em estudo?

Diante dessa questão, o objetivo central deste trabalho é comparar a eficácia clínica da eritrocitaférese automatizada e da exsanguineotransfusão manual, por meio de uma análise que inclua qualidade de vida ao paciente e também os aspectos econômicos dessas abordagens no tratamento da anemia falciforme. Para isso, o estudo propõe-se a descrever as diferenças operacionais entre os métodos; avaliar a frequência e a duração das sessões; investigar a incidência de complicações transfusionais; examinar a satisfação dos pacientes quanto ao conforto e à qualidade do atendimento; analisar os custos e os recursos necessários para a realização de cada procedimento; e discutir a viabilidade da implementação da eritrocitaférese automatizada na microrregião de Manhuaçu como alternativa capaz de otimizar tanto os resultados clínicos quanto a utilização de recursos no manejo da doença.

Logo, parte-se da hipótese que a eritrocitaférese terapêutica automatizada possa apresentar vantagens potenciais em relação à exsanguineotransfusão manual no tratamento da anemia falciforme, especialmente no que diz respeito à segurança, à eficiência operacional e à redução de complicações clínicas. Acredita-se que a incorporação de tecnologias mais modernas e inovadoras possa contribuir para a melhoria da qualidade do cuidado ao paciente, facilitar o trabalho das equipes de saúde e, possivelmente, otimizar o uso dos recursos públicos. Entretanto, reconhece-se que esses benefícios dependem da realidade estrutural e logística local, sendo importante investigar o impacto dessas técnicas Em contextos com diferentes níveis de infraestrutura, como a microrregião de Manhuaçu.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo consiste em uma abordagem descritiva e comparativa das técnicas de eritrocitaférese terapêutica automatizada e exsanguineotransfusão manual, com

ênfase em sua aplicação clínica na anemia falciforme. A análise foi baseada em levantamento bibliográfico de artigos científicos, guias técnicos e manuais de conduta obtidos em bases de dados como PubMed, SciELO, LILACS e Google Scholar, utilizando os seguintes descritores: “eritrocitaférese”, “exsanguineotransfusão manual”, “troca de hemácias” e “anemia falciforme”.

Foram selecionadas fontes que descrevem os princípios técnicos, as indicações clínicas, as vantagens e limitações de cada método, com destaque para aspectos como mecanismo de ação, controle volêmico, necessidade de equipamento especializado, riscos associados e aplicabilidade em diferentes contextos assistenciais. A análise comparativa foi conduzida de forma qualitativa, com organização dos dados em tabela descritiva, evidenciando as diferenças e similaridades entre os dois métodos, especialmente quanto à efetividade, segurança e viabilidade em ambientes com ou sem acesso a tecnologias de aférese.

A análise de custos foi realizada a partir de dados do SIGTAP (Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos do SUS), com extração dos códigos referentes à exsanguineotransfusão manual e à eritrocitaférese terapêutica, permitindo estimar o custo unitário por sessão em cada técnica. Os custos foram classificados em diretos, relacionados ao procedimento (tempo médio, bolsas de sangue, insumos, equipamentos e mão de obra), e indiretos, associados às complicações clínicas e à maior frequência transfusional. Para padronização, os valores foram expressos em reais e ajustados a um cenário hipotético de acompanhamento, considerando frequência quinzenal para a exsanguineotransfusão manual e mensal para a eritrocitaférese automatizada. Foram ainda incorporados dados da literatura sobre o impacto econômico de complicações graves, como hospitalizações e acidente vascular cerebral, permitindo comparar as técnicas sob a perspectiva de custo-efetividade.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A anemia falciforme é uma doença hematológica crônica que exige manejo terapêutico contínuo, sendo as transfusões sanguíneas essenciais para prevenir complicações e melhorar a qualidade de vida dos pacientes. Neste estudo, primeiro será apresentada a eritrocitaférese terapêutica automatizada, seguida da exsanguineotransfusão manual, permitindo uma análise comparativa de seus princípios técnicos, eficácia clínica, segurança transfusional, frequência de

procedimentos e impactos econômicos. A eritrocitaférese automatizada realiza a remoção seletiva das hemácias falciformes, preservando outros componentes sanguíneos e oferecendo maior controle do procedimento. A exsanguineotransfusão manual, por sua vez, baseia-se na retirada e reposição fracionada de sangue total, dependendo da experiência clínica da equipe para monitoramento e segurança.

A análise considera também custos diretos e indiretos, incidência de complicações e redução de internações, contextualizada à realidade do Hemonúcleo de Manhuaçu, Minas Gerais. Dessa forma, o estudo possibilita avaliar de maneira equilibrada a aplicação clínica, operacional e econômica de ambas as técnicas na gestão da anemia falciforme.

### **3.1 Análise dos princípios técnicos, eficácia clínica, segurança transfusional e impacto operacional da eritrocitaférese automatizada e da exsanguineotransfusão manual**

Primeiramente, na eritrocitaférese automatizada o sangue do paciente é processado por um equipamento que realiza a separação dos seus componentes por meio de centrifugação. Nesse processo, as hemácias anormais — como aquelas encontradas na anemia falciforme — são removidas seletivamente, enquanto os demais componentes, como o plasma, leucócitos e plaquetas, são preservados e devolvidos ao paciente juntamente com hemácias saudáveis provenientes de doadores. Esse procedimento é planejado com base em parâmetros individuais, como peso, hematócrito atual e, em alguns casos, o nível de hemoglobina S (Kanungo *et al.*, 2024).

Os dados obtidos do paciente são utilizados para calcular tanto o volume de hemácias a ser removido quanto a quantidade que será repostas, garantindo segurança e eficácia na troca. Embora o processo seja automatizado, ele requer programação adequada e supervisão constante da equipe de saúde. Essa programação é realizada por profissionais treinados, como enfermeiros especializados, técnicos em hemoterapia ou médicos com formação específica, que acompanham ativamente o procedimento. Durante a sessão, a máquina controla os volumes retirados e infundidos em tempo real, mas cabe à equipe ajustar os parâmetros, monitorar sinais vitais e intervir em caso de intercorrências, como alterações hemodinâmicas ou reações adversas (Kanungo *et al.*, 2024).

Além disso, medidas complementares são adotadas para a segurança do paciente, como o uso de anticoagulantes, a manutenção da temperatura ideal no equipamento e a hidratação com solução fisiológica, prevenindo complicações como crises vaso-oclusivas que acontecem quando as hemácias em forma de foice se deformam e agregam, dificultando a passagem pelo microcirculatório. Isso leva a obstrução dos vasos sanguíneos, causando isquemia tecidual, dor intensa e inflamação. Essa abordagem torna a eritrocitaférese automatizada uma técnica que se destaca pela substituição precisa das hemácias defeituosas, preservação dos demais componentes sanguíneos e menor risco de efeitos colaterais, como a sobrecarga de ferro, que é frequentemente observada em técnicas menos seletivas (Kanungo *et al.*, 2024).

Em contrapartida, a exsanguineotransfusão manual é um procedimento tradicional amplamente utilizado, especialmente em contextos com limitações estruturais. Nessa técnica, o sangue do paciente é retirado em etapas e substituído por concentrados de hemácias alogênicas, isto é, glóbulos vermelhos doados por outra pessoa, ou seja, provenientes de um doador compatível e não do próprio paciente. Na primeira fase, denominada retirada, uma porção do sangue total é removida por flebotomia, de forma controlada, respeitando os limites de segurança clínica. Na segunda fase, ocorre a reposição do volume com hemocomponentes previamente preparados, principalmente hemácias lavadas ou concentradas, o que permite diluição da hemoglobina S, redução da viscosidade sanguínea e melhora da oxigenação tecidual. Por fim, esse ciclo de retirada e reposição é repetido em volumes fracionados, até atingir o volume-alvo, que pode corresponder a até 1 a 1,5 vezes a volemia estimada do paciente, dependendo da gravidade clínica e dos objetivos terapêuticos. Trata-se de um método com reconhecido valor clínico, sobretudo em ambientes onde o acesso a tecnologias avançadas, como separadores celulares, é restrito (Sturgeon *et al.*, 2009).

No entanto, na exsanguineotransfusão manual, o controle dos volumes retirados e infundidos depende exclusivamente da experiência clínica da equipe e de sua capacidade de monitoramento constante, o que torna o procedimento mais suscetível a imprecisões ou variações (Sturgeon *et al.*, 2009). Já a eritrocitaférese automatizada oferece controle rigoroso e contínuo dos volumes processados, com o suporte de sensores e monitores integrados ao equipamento, possibilitando ajustes

em tempo real e maior previsibilidade no alcance das metas terapêuticas, como a redução da hemoglobina S e a manutenção da normovolemia.

Além disso, cada unidade de concentrado de hemácias contém uma quantidade considerável de ferro, e o organismo humano não possui mecanismos eficientes para eliminar esse excesso. Assim, o ferro transfundido, pela eritrocitaférese manual, pode acumular-se progressivamente nos tecidos, podendo causar danos a órgãos como fígado, coração e pâncreas. Com isso, se por um lado, ao remover seletivamente as hemácias defeituosas e repor volumes controlados de hemácias saudáveis, a eritrocitaférese automatizada reduz significativamente esse risco. Por outro lado, a exsanguineotransfusão manual, geralmente associada a volumes transfusionais maiores e menor seletividade, favorece o acúmulo de ferro no organismo (Kanungo *et al.*, 2024).

Essa premissa é corroborada por resultados que evidenciam os benefícios da eritrocitaférese automatizada no controle da sobrecarga de ferro. Em um protocolo transfusional modificado, desenvolvido com o objetivo de prevenir acidentes vasculares em pacientes com anemia falciforme, a aplicação da eritrocitaférese em fluxo descontínuo — modalidade na qual a remoção e reposição de hemácias ocorre de forma segmentada, com pausas intercaladas para avaliação clínica e ajustes precisos — demonstrou reduzir de maneira significativa o acúmulo de ferro quando comparada aos métodos tradicionais de exsanguineotransfusão manual, evidenciando a eficácia desta abordagem no manejo das complicações associadas à doença (Smith *et al.*, 1999).

O fluxo contínuo, por sua vez, caracteriza-se pela remoção e reposição simultâneas e contínuas de hemácias, proporcionando maior celeridade ao procedimento. Apesar das diferenças operacionais, ambas as modalidades apresentam eficácia comprovada na redução da sobrecarga de ferro e na minimização de riscos transfusionais, contribuindo para um manejo clínico mais seguro e controlado da anemia falciforme (Kanungo *et al.*, 2024). Nesse aspecto, uma análise de 344 sessões de troca de hemácias em adultos revelou que a eritrocitaférese automatizada foi mais eficaz na redução da hemoglobina S e manteve níveis mais baixos de ferritina, indicando melhor controle da sobrecarga de ferro em comparação com a técnica manual (Mozain *et al.*, 2023).

Outro aspecto relevante da eritrocitaférese automatizada é a eficiência e celeridade do procedimento, especialmente quando realizado em fluxo contínuo, o

que reduz significativamente o tempo total da intervenção e o desconforto do paciente. Vale ressaltar que, quando executada em fluxo contínuo, a eritrocitaférese pode ser concluída em aproximadamente 90 minutos, enquanto o procedimento em fluxo descontínuo apresenta duração média estimada entre 120 e 150 minutos, dependendo do protocolo e das características do paciente. Em comparação, a exsanguineotransfusão manual tende a ser mais prolongada, com duração média entre 120 e 240 minutos, além de exigir atenção constante da equipe de saúde (Sturgeon *et al.*, 2009; Tsitsikas *et al.*, 2021). Por depender de múltiplas etapas manuais de coleta, sedimentação e reinfusão, a técnica tradicional apresenta maior complexidade operacional e desgaste para a equipe.

A estabilidade hemodinâmica durante a eritrocitaférese automatizada também representa um diferencial importante. O retorno contínuo ou fracionado do plasma e dos demais componentes preservados, aliado ao uso de acessos venosos duplos, proporciona maior equilíbrio circulatório ao longo do procedimento. Na técnica manual, o equilíbrio depende integralmente do monitoramento clínico, ou seja, da capacidade da equipe em ajustar volumes, controlar pressão arterial, frequência cardíaca e sinais de sobrecarga volêmica em tempo real, tornando-a mais suscetível a oscilações hemodinâmicas (Kanungo *et al.*, 2024).

Vale ressaltar, que a frequência desses procedimentos varia conforme a técnica empregada e a resposta clínica do paciente. Na exsanguineotransfusão manual, a menor seletividade e controle do procedimento frequentemente exigem sessões mais frequentes, em geral a cada 15 dias. Em contraste, a eritrocitaférese terapêutica automatizada possibilita uma remoção mais precisa e seletiva das hemácias falciformes, o que permite aumentar os intervalos entre as sessões para cerca de 3 a 4 semanas, diminuindo a exposição do paciente a transfusões e seus riscos associados (Agência Minas, 2023).

### **3.2 Investigação da associação entre o uso das técnicas transfusionais na redução de internações hospitalares e de eventos graves em pacientes com anemia falciforme**

A transfusão sanguínea, incluindo a automatizada e a manual, é um componente fundamental no manejo da anemia falciforme, embora não seja curativa. Esses procedimentos não corrigem a mutação genética responsável pela produção

de hemácias em formato anormal — as falciformes — que causam complicações clínicas (Brasil, 2019). Ao reduzir a proporção de hemoglobina S, as transfusões substituem hemácias defeituosas por normais, diminuindo a viscosidade sanguínea e melhorando a oxigenação tecidual.

O principal benefício é a prevenção de eventos vaso-oclusivos, como crises dolorosas, síndrome torácica aguda e acidentes vasculares cerebrais (AVC), evitando danos a órgãos-alvo e a necessidade de hospitalizações para manejo especializado, incluindo analgesia intensiva, suporte respiratório ou outras intervenções emergenciais (NIH, 2014).

As transfusões podem ser emergenciais ou regulares (profiláticas). As emergenciais são indicadas em complicações agudas, como crises intensas, priapismo prolongado, ictus neurológicos ou infecções graves, enquanto as regulares são realizadas periodicamente em pacientes com maior risco de eventos, mantendo a hemoglobina S abaixo de níveis críticos e prevenindo novas complicações (Brasil, 2019).

A eritrocitaférese automatizada se destaca por sua precisão na remoção de hemácias falciformes, permitindo intervalos maiores entre sessões e menor exposição do paciente a transfusões frequentes. Estudos mostram que, em pacientes adultos submetidos a sessões regulares a cada oito semanas, a média de dias de internação anual caiu de 34,8 para 7,6 dias, além de apresentar melhor controle da hemoglobina S e menor sobrecarga de ferro em comparação à técnica manual (Sturgeon *et al.*, 2009; Mozain *et al.*, 2023).

No Brasil, centros como o Hemocentro de Minas Gerais (Hemominas) e o Hemoce, no Ceará, já aplicam a técnica, promovendo melhoria da qualidade de vida e redução de complicações clínicas (SES-MG, 2023; Hemocentro Ceará, 2023). Ao agir diretamente sobre a causa das complicações graves, a eritrocitaférese previne crises vaso-oclusivas, AVC, síndrome torácica aguda e outros eventos que normalmente exigiriam hospitalização, contribuindo para maior estabilidade clínica do paciente.

Além dos benefícios clínicos diretos, a eritrocitaférese automatizada traz vantagens econômicas indiretas importantes. A redução de internações hospitalares diminui gastos com leitos, equipe médica e materiais hospitalares, enquanto a menor necessidade de transfusões frequentes reduz custos com sangue, reagentes e bolsas transfusionais. A prevenção de complicações graves, como crises vaso-oclusivas e

acidentes vasculares cerebrais, evita procedimentos emergenciais e cuidados intensivos. Além disso, pacientes mais estáveis conseguem manter suas atividades diárias e produtividade, gerando impacto positivo na economia e reduzindo a sobrecarga do sistema de saúde. Dessa forma, a técnica melhora a qualidade de vida dos pacientes e contribui para maior eficiência e sustentabilidade do atendimento à saúde pública.

### **3.3 Avaliação econômica, frequência de procedimentos e eventos adversos preveníveis das técnicas transfusionais**

Sabe-se que escolha da técnica transfusional influencia diretamente os custos globais do tratamento da anemia falciforme, abrangendo os gastos imediatos com procedimentos e os custos indiretos associados a complicações clínicas. Embora a eritrocitaférese automatizada tenha custo operacional por sessão mais elevado, sua maior eficácia na remoção seletiva de hemácias falciformes permite ampliar os intervalos entre as sessões e proporciona maior estabilidade clínica, reduzindo a ocorrência de eventos graves, como hospitalizações por crises vaso-oclusivas e acidentes vasculares cerebrais (Agência Minas, 2023).

A exsanguineotransfusão manual, embora apresente menor custo unitário, requer sessões mais frequentes e apresenta menor precisão no controle dos níveis de hemoglobina S, o que pode aumentar a incidência de complicações. Apesar dessas limitações, a técnica continua sendo necessária e vigente em muitos serviços de saúde, especialmente em locais sem acesso a equipamentos automatizados. Isso, por sua vez, eleva a necessidade de internações, intervenções emergenciais e tratamentos de reabilitação, gerando um impacto progressivo sobre os custos do sistema de saúde (Mozain *et al.*, 2023).

Para fins de comparação econômica, foram considerados os valores de referência dos procedimentos disponíveis no SIGTAP — Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses, Próteses e Materiais do SUS, como mostrados na Tabela 1 abaixo.

**Tabela 1**– Apresenta o resumo descritivo e os custos estimados por procedimento, utilizados no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), conforme dados oficiais atualizados.

<b>Critério</b>	<b>Exsanguíneo Transfusão</b>	<b>Eritrocitoaférese Terapêutica</b>
Técnica	Bolsas e separação manual	Máquina de aférese
Tempo	120 a 240 minutos	90 minutos
Operador	Alta exigência técnica	Operação técnica da máquina
Precisão	Menor precisão	Alta precisão
Frequência estimada	A cada 15 dias	Uma vez ao mês
Reposição de Volume	Plasma fresco ou solução salina	Automática com solução balanceada
Riscos	Mais instável	Mais seguro
Códigos	03.06.01.001-1; 03.06.01.002-0; 03.06.02.010-0; 03.06.02.006-8; 02.12.02.003-0; 03.06.02.009-2; 03.06.02.008-4	03.04.06.015-5
Valor Estimado	R\$ 100-250	R\$ 773,50

Fonte: elaborado pelo autor com dados do SIGTAP — Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses, Próteses e Materiais do SUS. Disponível em: <https://sigtap.datasus.gov.br/>. Acesso em: 02 maio. 2025.

Primeiramente, na comparação entre a eritrocitaférese manual e a automatizada, o tempo necessário para a execução do procedimento se mostra significativamente diferente. A técnica automatizada reduz de forma significativa o período em que o paciente permanece em tratamento, o que representa um benefício em duas dimensões: maior conforto ao usuário e maior eficiência operacional para o serviço de saúde. Ao encurtar a duração do procedimento, cria-se a possibilidade de ampliar a rotatividade de atendimentos, aumentando o número de pacientes beneficiados sem a necessidade imediata de expansão da infraestrutura física existente (Dierick *et al.*, 2023).

Além disso, a técnica manual exige operadores altamente especializados, capazes de realizar a retirada do sangue e a manipulação das bolsas de forma segura, o que aumenta a complexidade do procedimento. A técnica automatizada, por sua vez, também requer profissionais treinados para configurar, operar e supervisionar a

máquina durante todo o processo, garantindo a segurança do paciente e a eficiência do procedimento, embora a complexidade da manipulação direta do sangue seja menor do que na técnica manual (Dierick *et al.*, 2023).

No que diz respeito à técnica em si, a eritrocitaférese manual demanda a separação individual das bolsas de sangue e a manipulação direta durante todo o procedimento, o que aumenta a variabilidade e a dependência da habilidade do operador. Por outro lado, na técnica automatizada, a própria máquina realiza a separação e a troca de hemácias de forma contínua e controlada, garantindo maior precisão no volume e na qualidade das hemácias trocadas. Essa precisão permite um controle mais rigoroso dos parâmetros do procedimento, reduzindo a probabilidade de falhas operacionais, assegurando uniformidade terapêutica e oferecendo maior confiabilidade para o acompanhamento clínico do paciente. Além disso, a automatização contribui para a padronização do tratamento, proporcionando segurança, previsibilidade e eficácia consistentes em cada sessão de eritrocitaférese (Dierick *et al.*, 2023).

Esse conjunto de vantagens repercute positivamente no bem-estar do paciente — que vivencia um procedimento mais ágil, seguro e previsível — e no sistema de saúde, que passa a distribuir seus custos e recursos de maneira mais racional. Cabe destacar, ainda, que em muitos protocolos assistenciais a eritrocitaférese manual exige intervalos menores entre as sessões devido à menor precisão na remoção das hemácias falciformes, enquanto a eritrocitaférese terapêutica automatizada possibilita uma remoção mais precisa e seletiva dessas hemácias, permitindo aumentar os intervalos entre as sessões para cerca de 3 a 4 semanas, diminuindo a exposição do paciente a transfusões e aos riscos associados (Dierick *et al.*, 2023; Agência Minas, 2023).

Outrossim, a análise comparativa entre os procedimentos de transfusão manual e a eritrocitaférese terapêutica automatizada revela diferenças substanciais no consumo de insumos, tempo de execução e eficiência operacional. Os procedimentos manuais, conforme os códigos SIGTAP 03.06.01.001-1 (coleta de sangue total), 03.06.01.002-0 (coleta de plaquetas), 03.06.02.010-0 (transfusão de sangue total), 03.06.02.006-8 (transfusão de concentrado de hemácias), 02.12.02.003-0 (irradiamento de sangue e componentes destinados à transfusão), 03.06.02.009-2 (transfusão de plaquetas por aférese) e 03.06.02.008-4 (transfusão de crioprecipitado), demandam uma variedade de insumos, incluindo bolsas de coleta,

seringas, agulhas, sistemas de infusão, filtros, frascos de diluição, anticoagulantes, luvas, campos estéreis e tubos de coleta. Além disso, é necessário o envolvimento de profissionais altamente especializados para a execução e monitoramento dos procedimentos, o que implica em maior tempo de execução e custos operacionais elevados (BRASIL, 2023).

Em contraste, a eritrocitaférese terapêutica automatizada (código SIGTAP 03.04.06.015-5) utiliza um sistema fechado que realiza a separação e troca de hemácias de forma contínua e controlada, exigindo apenas bolsas compatíveis com o equipamento, seringas, agulhas e profissionais treinados para configurar e monitorar a máquina. Embora haja um custo de energia associado ao funcionamento do equipamento, a técnica automatizada reduz significativamente o consumo de insumos, diminui o tempo de cada procedimento e permite atender um maior número de pacientes em menos tempo. Essa eficiência operacional resulta em economia de recursos materiais e financeiros, além de contribuir para a redução dos custos relacionados à hospitalização e às transfusões repetidas (BRASIL, 2023).

Apesar do custo direto da eritrocitaférese terapêutica automatizada (R\$ 773,50) ser significativamente maior do que o da técnica manual (R\$ 100,00), uma análise econômica mais abrangente evidencia vantagens importantes a médio e longo prazo. A técnica automatizada exige treinamento específico da equipe para operar a máquina, representando um investimento inicial relevante (Hemominas, 2024), mas permite reduzir significativamente o consumo de insumos, como bolsas de sangue, seringas, agulhas, filtros e kits de transfusão, que são utilizados em maior quantidade na técnica manual. Adicionalmente, a redução do tempo de internação constitui um fator determinante na economia global. Como o procedimento automatizado é mais rápido, seguro e preciso, os pacientes permanecem menos tempo hospitalizados, diminuindo custos com leitos, alimentação, materiais de suporte e equipe de enfermagem.

Esses benefícios operacionais e em insumos refletem diretamente nos custos do sistema de saúde. Um estudo realizado na Bahia entre 2008 e 2014 apontou que o estado gastou cerca de R\$ 2,89 milhões com internações hospitalares por anemia falciforme, sendo que o custo médio por internação foi de R\$ 357,80 (SESAB, 2017). Além disso, complicações graves como o acidente vascular cerebral (AVC) acarretam custos ainda mais elevados, com tratamento médio estimado em aproximadamente R\$ 143.850 por paciente no Brasil (The Lancet Regional Health, 2025). Com isso, fica

evidente que ao reduzir a frequência e a gravidade das crises vaso-oclusivas e dos AVCs, a eritrocitaférese terapêutica automatizada contribui para a diminuição dessas hospitalizações e tratamentos de alto custo, configurando-se como uma estratégia eficaz que combina segurança clínica, eficiência operacional e sustentabilidade econômica para o sistema público de saúde.

Logo, mesmo que nem todos os pacientes desenvolvam complicações graves, a eritrocitaférese automatizada atua preventivamente, reduzindo a probabilidade de eventos graves em indivíduos de alto risco. Dessa forma, o benefício se estende a toda a população atendida, diminuindo a frequência e gravidade das crises vaso-oclusivas e dos AVCs, além de reduzir internações, transfusões repetidas e custos associados ao sistema de saúde. Assim, a técnica configura-se como uma estratégia eficaz que combina segurança clínica, eficiência operacional e sustentabilidade econômica para o sistema público de saúde, permitindo ainda que a mesma equipe realize um maior número de procedimentos em menos tempo, otimizando os recursos do serviço (ALMEIDA, 2019).

Além dos benefícios clínicos e econômicos, a eritrocitaférese automatizada contribui para a sustentabilidade do sistema de saúde. Ao reduzir a necessidade de internações prolongadas, transfusões repetidas e consumo excessivo de insumos, a técnica diminui o impacto ambiental associado à produção e descarte de materiais hospitalares, como bolsas de sangue, seringas e kits de transfusão. Essa otimização de recursos promove um uso mais responsável e consciente dos insumos de saúde, alinhando a prática clínica à gestão sustentável, sem comprometer a qualidade do atendimento. Dessa forma, a adoção da técnica automatizada representa não apenas uma melhoria em eficiência e segurança, mas também um avanço na sustentabilidade operacional e ambiental do serviço público de saúde (ALMEIDA, 2019).

### **3.4 Ampliação terapêutica: do modelo manual à eritrocitaférese automatizada em Manhauçu**

A ampliação do modelo terapêutico do Hemonúcleo de Manhauçu, migrando da exsanguineotransfusão manual para a eritrocitaférese automatizada, representa um avanço estratégico em termos de eficácia clínica, segurança do paciente e eficiência operacional. Embora a adoção da tecnologia exija investimentos iniciais significativos, tanto na aquisição do equipamento quanto na capacitação da equipe,

os benefícios potenciais justificam o esforço. A formação de profissionais especializados — enfermeiros, técnicos de hemoterapia e médicos — permite a operação segura da máquina e a consolidação de competências técnicas avançadas que elevam o padrão de qualidade do serviço prestado (Tsitsikas *et al.*, 2021; Kanungo *et al.*, 2024).

O Hemonúcleo de Manhuaçu, unidade da Fundação Hemominas, presta assistência hemoterápica especializada a uma microrregião composta por 12 municípios, abrangendo aproximadamente 170 mil habitantes (IBGE, 2022). Considerando que, segundo dados do Programa de Triagem Neonatal de Minas Gerais, a incidência da doença falciforme no estado é de 1:1.400 recém-nascidos, estima-se a detecção contínua de novos casos na região (Gomes *et al.*, 2022). Ressalta-se que, embora a população total da microrregião seja ampla, o Hemonúcleo atende, também, os indivíduos diagnosticados com a doença falciforme, que estão sob risco de desenvolver complicações graves, como crises vaso-oclusivas. Nesse cenário, medidas preventivas mais eficazes e contínuas tornam-se essenciais, e a introdução da eritrocitaférese automatizada contribui para reduzir a frequência de eventos agudos de forma mais significativa que a técnica manual. Além disso, a técnica automatizada garante acesso a procedimentos terapêuticos de maior precisão, reduz deslocamentos para centros de referência e promove equidade no tratamento especializado da anemia falciforme (ALMEIDA, 2019).

Do ponto de vista clínico, a eritrocitaférese automatizada oferece benefícios importantes. A remoção seletiva de hemácias falciformes reduz a sobrecarga de ferro e a ocorrência de eventos graves, como acidentes vasculares cerebrais e crises vaso-oclusivas. Conseqüentemente, a frequência de internações tende a diminuir, aliviando a pressão sobre leitos e equipes médicas, além de reduzir o risco de complicações associadas à doença (ALMEIDA, 2019). Além disso, o tempo total do procedimento — especialmente em fluxo contínuo, que pode ser concluído em cerca de 90 minutos — proporciona maior conforto aos pacientes e possibilita atender um número maior de indivíduos em menos tempo (Tsitsikas *et al.*, 2021; Kanungo *et al.*, 2024).

Outro aspecto estratégico é a otimização da mão de obra disponível. Profissionais atualmente envolvidos na exsanguineotransfusão manual podem ser realocados para outras áreas do Hemonúcleo, considerando que nem todos os pacientes atendidos possuem anemia falciforme e que a unidade atende diversas outras demandas hemoterápicas, como transfusões de plaquetas, hemácias e

plasma, acompanhamento de pacientes com talassemia, anemia aplástica, leucemias, pacientes cirúrgicos ou oncológicos, além de suporte a urgências e emergências. Essa redistribuição permite ampliar a cobertura assistencial, melhora o aproveitamento dos recursos humanos, reduz sobrecarga em atividades rotineiras e aumenta a capacidade de resposta do serviço frente a casos complexos ou emergenciais (ALMEIDA, 2019).

Atualmente, o tratamento transfusional dos pacientes com anemia falciforme é realizado majoritariamente por meio da exsanguineotransfusão manual. Embora funcional, essa técnica apresenta limitações clínicas importantes, especialmente devido à menor seletividade na remoção das hemácias anormais, reduzindo a eficiência na diminuição da massa eritrocitária falciforme (Kanungo *et al.*, 2024). Além disso, a necessidade de sessões quinzenais impõe grande desgaste físico e emocional, comprometendo a rotina diária, a capacidade de estudo ou trabalho e gerando custos indiretos com transporte e afastamento de atividades. A adoção da eritrocitaférese automatizada tem potencial para melhorar significativamente a qualidade de vida desses pacientes, permitindo intervalos transfusionais mais espaçados, menor frequência de eventos agudos e procedimentos mais confortáveis (Sturgeon *et al.*, 2009). Com isso, muitos pacientes podem retomar suas atividades profissionais e sociais de forma mais consistente, aumentando a produtividade individual e, indiretamente, contribuindo para maior disponibilidade de mão de obra na comunidade e fortalecimento da economia local (Dierick *et al.*, 2023).

Com a introdução da eritrocitaférese automatizada, muitos pacientes podem retomar suas atividades profissionais e sociais de forma mais consistente, reduzindo o absenteísmo e aumentando a produtividade individual. Embora os custos iniciais para aquisição do equipamento e capacitação da equipe sejam elevados, os ganhos em qualidade de vida podem gerar impactos indiretos importantes: menos afastamentos do trabalho, menor dependência de familiares para cuidados, redução de custos com transporte e hospitalizações, e maior integração desses indivíduos à vida produtiva e comunitária (Kanungo *et al.*, 2024). Dessa forma, o investimento inicial não apenas melhora os desfechos clínicos, mas também contribui para a economia local e para a otimização dos recursos sociais e humanos, representando um retorno positivo que vai além do âmbito estritamente hospitalar (Sturgeon *et al.*, 2009).

Além disso, a percepção dos pacientes atendidos evidencia um elevado grau de satisfação com o atendimento médico e de enfermagem, acessibilidade, condições estruturais e comprometimento da equipe (Gomes *et al.*, 2022). A ampliação do acesso à eritrocitaférese automatizada tem o potencial de reforçar ainda mais esses indicadores, pois proporciona maior precisão clínica, intervalos transfusionais mais espaçados e menor risco de efeitos adversos. Essa melhoria na experiência do paciente vai além do conforto imediato: ao sentir-se mais seguro e acolhido, o indivíduo tende a aderir de forma mais consistente ao tratamento, reduzindo ausências às sessões e complicações decorrentes de terapias interrompidas ou insuficientes (ALMEIDA, 2019).

A convergência entre a percepção favorável dos usuários e os avanços tecnológicos evidencia a importância de investimentos estruturais que promovam não apenas a efetividade terapêutica, mas também a humanização do cuidado. Pacientes que percebem atenção de qualidade, procedimentos mais seguros e menor impacto em sua rotina diária podem experimentar melhor qualidade de vida, maior independência funcional e menor estresse físico e emocional. Esses fatores, combinados, contribuem de maneira significativa para a ampliação da expectativa de vida média e para o fortalecimento do vínculo entre paciente e serviço, gerando um círculo virtuoso em que cuidados clínicos de excelência e experiência positiva caminham lado a lado (ALMEIDA, 2019).

Portanto, a incorporação da eritrocitaférese automatizada no Hemonúcleo de Manhuaçu fortalece a qualidade do cuidado prestado, posicionando a unidade como referência regional em hemoterapia avançada. A combinação de maior segurança clínica, redução de complicações, eficiência operacional e otimização de recursos humanos cria um modelo de assistência sustentável, equitativo e inovador, atendendo às necessidades de uma microrregião com pacientes de anemia falciforme e limitações estruturais típicas de regiões do interior (BRASIL, 2019).

#### **4 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente análise comparativa entre a eritrocitaférese terapêutica automatizada e a exsanguineotransfusão manual evidencia diferenças substanciais em termos de eficácia clínica, segurança, impacto econômico e repercussões na qualidade de vida dos pacientes com anemia falciforme. A eritrocitaférese automatizada demonstra ser uma técnica superior, ao possibilitar a remoção seletiva

e controlada das hemácias anormais, reduzindo significativamente a sobrecarga de ferro, o risco de eventos vaso-oclusivos e complicações graves, como acidentes vasculares cerebrais (AVC), além de proporcionar maior estabilidade hemodinâmica durante o procedimento.

Outro diferencial relevante da técnica automatizada é a ampliação dos intervalos entre as sessões transfusionais, que podem ocorrer a cada três a quatro semanas, ao contrário da exsanguineotransfusão manual, que, por sua menor seletividade, exige sessões mais frequentes, geralmente quinzenais. Essa diferença reduz o desgaste físico e emocional do paciente, minimiza a exposição a transfusões repetidas e contribui para maior adesão ao tratamento, refletindo positivamente na qualidade de vida. Além disso, a menor frequência de procedimentos gera economia indireta, incluindo redução de custos com transporte, afastamento do trabalho e utilização de recursos humanos e hospitalares.

Apesar dos benefícios clínicos e logísticos da aférese automatizada, o acesso a essa tecnologia ainda é restrito em diversas regiões do Brasil, especialmente em localidades do interior e em microrregiões como Manhuaçu (MG), onde predomina o uso da exsanguineotransfusão manual. Tal realidade impõe limitações importantes à resolutividade terapêutica e contribui para o aumento das internações, da incidência de AVC e das complicações crônicas associadas à anemia falciforme, sobrecarregando os serviços de saúde e elevando os custos ao Sistema Único de Saúde (SUS).

Nesse contexto, este estudo evidencia a relevância de estratégias que integrem inovação tecnológica, capacitação profissional e planejamento operacional, de forma a otimizar os recursos disponíveis e reduzir os impactos clínicos e econômicos da doença. Por fim, reforça-se a necessidade de políticas públicas que ampliem o acesso às tecnologias de aférese, especialmente nas regiões de maior vulnerabilidade e prevalência da anemia falciforme. Investir na qualificação dos serviços de hemoterapia e na oferta de procedimentos automatizados não apenas promove equidade no cuidado, mas também representa uma estratégia eficiente para a redução das complicações, das taxas de hospitalização e dos custos globais associados ao tratamento da doença no Brasil, garantindo benefícios clínicos, sociais e econômicos sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Benedito de Pina. Avaliação de custos do acidente vascular cerebral isquêmico agudo na América Latina: um estudo multicêntrico. 2019. 200 f. **Tese (Doutorado em Medicina)** – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Acesso em: 29 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Bolsa de sangue: guia prático para hemocomponentes**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: <[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_para\\_uso\\_hemocomponentes.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_para_uso_hemocomponentes.pdf)>. Acesso em: 04 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas para Doença Falciforme**. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/protocolos/pcdt-da-doenca-falciforme>>. Acesso em: 15 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **SUS proporciona assistência a pessoas com doenças falciformes**. Minas Gerais: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: <<https://www.saude.mg.gov.br/noticias/sus-proporciona-assistencia-a-pessoas-com-doencas-falciformes/>>. Acesso em 1 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses, Próteses e Materiais Especiais – SIGTAP**, 2023. Disponível em: <<https://cdnc.heyzone.com/files/uploaded/v2/d3291df14b515c2f8567864f09231f5130035f65.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2025.

CENTRO DE HEMATOLOGIA E HEMOTERAPIA DO CEARÁ – HEMOCE. **Hemoce realiza procedimento pioneiro de troca automatizada de sangue no Ceará; equipamento é o primeiro do Nordeste a oferecer o serviço**. 2023. Disponível em: <<https://www.hemoce.ce.gov.br/2023/08/03/hemoce-realiza-procedimento-pioneiro-de-troca-automatizada-de-sangue-no-ceara-equipamento-e-o-primeiro-do-nordeste-a-oferecer-o-servico/>>. Acesso em: 29 set. 2025.

DEDEKEN, Laurence; LÊ, Phu Quoc; ROZEN, Laurence; EL KENZ, Hanane; HUYNHRECHTS, Sophie; DEVALCK, Cristina; DIALLO, Safiatou; HEIJMANS, Catarina; FERSTER, Alina. Automated RBC exchange compared to manual exchange transfusion for children with sickle cell disease is cost-effective and reduces iron overload. **Transfusion**, v.58, n.6, p.1356-1362, 2018.

DIERICK, Koenraad; RODRÍGUEZ-GRANDE, Beatriz; NAVARRO-ARAGALL, Ariadna-Gador; BERAUD, Mickael. Qualidade de vida em pessoas com doença falciforme tratadas com troca automatizada de hemácias. **Vox Sanguinis**, v.120, n.1, p.4-12, 2025.

DITTRICH, Luiza Borba; ETGES, Ana Paula Beck da Silva; SOUZA, Joana Siqueira de; MARCOLINO, Miriam Allein Zago; ROCHA, Eva; AMAYA, Pablo. Avaliação de custos do acidente vascular cerebral isquêmico agudo na América Latina: um estudo multicêntrico. **The Lancet Regional Health – Americas**, v. 41, p. 100959, 2025. Acesso em: 29 set. 2025.

GOMES, Lillian Silva; SILVA, Valmin Ramos da. Caracterização social, econômica e de satisfação da população com anemia falciforme do Hemonúcleo de Manhuaçu-MG. **Revista Brasileira de Terapias Intensivas**, v. 17, n. 1, p. 91–93, 2023.

HOWARD, Jo. Sickle cell disease: when and how to transfuse. **Clinical Medicine**, v. 16, n.1, p. 625-631, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Densidade demográfica por município**. Manhuaçu e região: IBGE, 2022. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/manhuacu.html>. Acesso em 1 jun. 2025.

KANUNGO, Girijanandini; NAGRATH, Priyanka; SAMAL, Priyanka; MISHRA, Santosh. Automated red cell exchange in sickle cell disease patients: Retrospective analysis of series of cases in a tertiary care hospital in Eastern India. **Asian Journal of Transfusion Science**, v.18, n.2, p 350-354, 2024.

LAWSON S.; OAKLEY S.; SMITH N.; BAREFORD D. Red cell exchange in sickle cell disease. **Clinical & Laboratory Haematology**, v.21, n.2, p. 99-102, 1999.

MINAS AGÊNCIA. **Novo procedimento da Hemominas leva mais qualidade de vida a pacientes com anemia falciforme**. 2023. Disponível em:

<<https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/novo-procedimento-da-hemominas-leva-mais-qualidade-de-vida-a-pacientes-com-anemia-falciforme>>. Acesso em: 04 jul. 2025.

MINAS AGÊNCIA. **Hemominas inova em procedimento que beneficia pacientes com anemia falciforme**. 2024. Disponível em:

<<https://www.saude.mg.gov.br/noticias/hemominas-inova-em-procedimento-que-beneficia-pacientes-com-anemia-falciforme>>. Acesso em: 04 jul.2025.

MOZAIN, Nour Al; ELOBIED, Yasmin; AL-OMRAN, Amal; ALJALOOD, Alhanouf; BIN OMAIR, Alanoud; BIN TUWAIM, Reema; ALKHALIFAH, Sara; ALTAWIL, Esraa S.; ABRAHAM, Sheena; SALCEDO, Lejardine Rose; PARENA, Aljoyce; XÁ, Farrukh Shah; AYYOUBI, M. Tayyeb; HERMELIN, Daniela; AL GAHTANI, Farjah; ALFEKY, Mervat Abdalhameed; EL GOHARY, Ghada. Comparative study between chronic automated red blood cell exchange and manual exchange transfusion in patients with sickle cell disease: A single center experience from Saudi Arabia. **Asian Journal of Transfusion Science**, v. 17, n. 1, p. 91-93, 2023.

SCIMAGO INSTITUTIONS RANKINGS. Análise dos gastos das internações hospitalares por anemia falciforme no estado da Bahia. **Cadernos de Saúde Coletiva**, v.25, n.1, p.24–30, 2017. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/cadsc/a/kDPkyFzjy6tf86XN9DCrKYv/?lang=pt>>. Acesso em: 29 set. 2025.

STEINBERG, Martin H.; LU, Zhaohui H.; BARTON, Frank B.; TERRIN, Michael L.; CHARACHE, Samuel; DOVER, Graham J. Fetal hemoglobin in sickle cell anemia: determinants of response to hydroxyurea. **Blood**, v. 111, n. 3, p. 1078–1084, 2008.

STURGEON, Jonathan Peter; MAYHEW, Michaela Anne; CAMPBELL, Janet; WILLIS, Fenella M. Eritrocitoférese automatizada na doença falciforme: impacto na taxa de admissão hospitalar e na carga de ferro. **Blood**, v. 114, n. 22, p. 1522, 2009.

SWERDLOW, Paul. S. Red Cell Exchange in Sickle Cell Disease. **Hematology Am Soc Hematol Educ Program**, v. 06, n. 1, p. 48–53, 2006.

TSITSIKAS, Dimitris A.; BADLE, Saket; HALL, Rhys; MEENAN, John; BELLO-SANYAOLU, Oloruntoyin; OREBAYO, Funmilayo; ABUKAR, Jibril; ELMI, Mohamed; MULLA, Afsana; DAVE, Shalini; LEWIS, Natasha; SHARMA, Manisha; CHATTERJEE, Basabi; AMOS, Roger J. Automated Red Cell Exchange in the Management of Sickle Cell Disease. **Journal of Clinical Medicine**, v.10, n.4, p.767, 2021.

U.S. Department of Health and Human Services. **Evidence-Based Management of Sickle Cell Disease**. National Heart, Lung, and Blood Institute (NIH), 2014.

Disponível em: <[https://www.nhlbi.nih.gov/sites/default/files/media/docs/sickle-cell-disease-report%2020816\\_0.pdf](https://www.nhlbi.nih.gov/sites/default/files/media/docs/sickle-cell-disease-report%2020816_0.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2025.