

# HEMÓLISE DE ERITRÓCITOS EM DISPOSITIVOS DE INFUSÃO INTRAVENOSA: REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

Larissa Perez Pardo<sup>1</sup>, Denise Miyuki Kusahara<sup>2</sup>, Maria Angélica Sorgini Peterlini<sup>3</sup>,  
Ariane Ferreira Machado Avelar<sup>2</sup>, Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Enfermeira. Universidade Federal de São Paulo. São Paulo-SP-Brasil.

<sup>2</sup>Enfermeira. Doutora em Ciências. Universidade Federal de São Paulo. São Paulo-SP-Brasil.

<sup>3</sup>Enfermeira. Doutora em Enfermagem. Professora da Universidade Federal de São Paulo. São Paulo-SP-Brasil.

**RESUMO:** Hemólise extracorpórea pode ser identificada durante processos hemoterápicos. O enfermeiro é um dos profissionais responsáveis pela administração de hemocomponentes e controle de possíveis riscos, portanto deve apropriar-se de conhecimentos que respaldem a prática clínica. O objetivo foi identificar na literatura aspectos relacionados à hemólise em concentrados de hemácias decorrentes de administração de sangue por dispositivos de infusão intravenosa. Realizou-se Revisão Integrativa da Literatura. Incluídos artigos na língua inglesa, espanhola e portuguesa, sem delimitação da data, indexados em quatro bases de dados. Foram selecionadas 12 (100,0%) produções científicas, sendo que em sete (58,3%) foram analisadas bombas de infusão, em duas (16,7%) a manipulação de eritrócitos, em duas (16,7%) a hemólise com combinações de dispositivos e em uma (8,3%) cateter intravenoso. Os resultados de quatro (33,3%) destes estudos evidenciaram ocorrência de hemólise. Os estudos apontaram que pode ocorrer hemólise durante a passagem do componente por bombas de infusão e cateteres.  
**DESCRIPTORES:** Segurança do paciente; Transfusão; Hemólise; Eritrócitos; Infusões intravenosas.

## HEMOLYSIS OF ERYTHROCYTES IN INTRAVENOUS INFUSION DEVICES: AN INTEGRATIVE REVIEW OF THE LITERATURE

**ABSTRACT:** Extracorporeal hemolysis may be identified during hemotherapy. The nurse is one of the professionals responsible for the administration of blood components and the control of possible risks, and must therefore acquire the knowledge which supports clinical practice. The objective was to identify, in the literature, aspects related to hemolysis in concentrates of red blood cells resulting from the administration of blood through intravenous infusion devices. An Integrative Review of the Literature was undertaken, including articles in the English, Spanish and Portuguese languages, without limitation of data, indexed in four databases. A total of 12 (100.0%) scientific productions were selected, of which seven (58.3%) analyzed infusion pumps, two (16.7%) the handling of erythrocytes, two (16.7%) hemolysis with combinations of devices, and one (8.3%), the intravenous catheter. The results of four (33.3%) of these studies evidenced the occurrence of hemolysis. The studies indicated that hemolysis can occur during the passage of the component through infusion pumps and catheters.  
**DESCRIPTORS:** Patient safety; Transfusion; Hemolysis; Erythrocytes; Intravenous infusions.

## HEMOLISIS DE ERITROCITOS EN DISPOSITIVOS DE INFUSIÓN: REVISIÓN INTEGRATIVA DE LA LITERATURA

**RESUMEN:** Hemólisis extracorpórea puede ser identificada durante procesos hemoterápicos. El enfermero es uno de los profesionales responsables por la administración de hemocomponentes y control de posibles riesgos, por lo tanto debe apropiarse de conocimientos para garantizar la práctica clínica. El objetivo fue identificar en la literatura aspectos de la hemólisis en concentrados de hematíes decurrentes de administración de sangre por dispositivos de infusión intravenosa. Fue realizada revisión integrativa de la literatura. Se utilizaron artículos en lengua inglesa, española y portuguesa, sin delimitación de fecha, indexados en cuatro bases de datos. Fueron seleccionadas 12 (100,0%) producciones científicas, siendo que en siete (58,3%) fueron analizadas bombas de infusión, en dos (16,7%) la manipulación de eritrocitos, en dos (16,7%) la hemólisis con combinaciones de dispositivos y en una (8,3%) catéter intravenoso. Los resultados de cuatro (33,3%) de estos estudios evidenciaron ocurrencia de hemólisis. Los estudios apuntaron que puede ocurrir hemólisis durante la pasaje del componente por bombas de infusión y catéteres.  
**DESCRIPTORES:** Seguridad del paciente; Transfusión; Hemólisis; Eritrocitos; Infusiones intravenosas.

---

### Autor Correspondente:

Larissa Perez Pardo  
Universidade Federal de São Paulo  
Rua José Mauro Lacava, 100 - 09360-390 – Mauá-SP-Brasil  
E-mail: [larissappardo@hotmail.com](mailto:larissappardo@hotmail.com)

Recebido: 24/09/2014

Finalizado: 02/03/2015

## INTRODUÇÃO

A história da hemoterapia é dividida em duas fases: empírica e científica. Na era empírica, que se estendeu até século XIX, ocorriam transfusões de animais para seres humanos e entre humanos, sendo que quase todas estas tentativas terminavam em insucesso e morte dos indivíduos receptores e também de alguns doadores. A era científica, a partir do século XX, é iniciada pelas descobertas de Karl Landsteiner quanto à existência de grupos sanguíneos e mais tarde, em 1940, quando descreve o Fator Rh. Essas duas descobertas foram fundamentais no conceito de compatibilidade entre doadores e receptores<sup>(1)</sup>.

A hemoterapia moderna trouxe a ideia de transfundir no paciente, componentes específicos do sangue ou apenas os que o mesmo necessita, por meio de achados de dados clínicos e laboratoriais, opondo-se assim ao uso do sangue total. O concentrado de hemácias, obtido após a centrifugação e extração de plasma de uma unidade de sangue total, é o hemocomponente mais utilizado na prática clínica e tem como objetivo aumentar a capacidade de carreamento de oxigênio e o volume eritrocitário em pacientes com anemia sintomática, sendo bastante útil para casos de anemias e hemorragias agudas<sup>(2)</sup>.

A hemácia tem a função básica e vital de transportar o oxigênio pelo organismo, por meio da hemoglobina. Além das enzimas já citadas, as hemácias possuem a anidrase carbônica, essencial no carreamento do dióxido de carbono até os pulmões para sua eliminação, graças às ligações químicas entre a água e o dióxido de carbono. A hemoglobina funciona ainda como sistema tampão, na manutenção do equilíbrio acidobásico do organismo<sup>(3)</sup>.

Durante os processos hemoterápicos pode ocorrer hemólise extracorpórea. Essa ocorre, principalmente, durante a estocagem do concentrado de hemácias ou por trauma mecânico durante a transfusão<sup>(4)</sup>.

A lesão da membrana das hemácias causa a liberação de hemoglobina no plasma, além disso, uma alta carga de potássio livre é liberada. Caso a hemoglobina livre atinja níveis de 100 mg/dL no plasma, ocorre eliminação através do sistema urinário, muitas vezes, causando hemoglobinúria,

tendo como possível efeito final a lesão renal, podendo evoluir para insuficiência renal aguda. Ademais a liberação de potássio pode levar a parada cardíaca e morte, uma vez que este íon livre no plasma, em altas concentrações, altera os impulsos elétricos cardíacos e modifica seu ritmo<sup>(3)</sup>.

A administração da hemoterapia, na maior parte das instituições, é de responsabilidade do enfermeiro e esta atuação está normatizada na resolução COFEN nº 306/2006<sup>(5)</sup>.

Para os procedimentos de transfusão utiliza-se de uma série de acessórios de infusão intravenosa, os quais representam grupo de materiais bastante diversificado em qualidade, preço, apresentação e recomendação de uso.

Eventos adversos podem ser identificados durante a administração de hemocomponentes, comprometendo a segurança do paciente, sendo o controle de tais eventos tema cada vez mais abordado na área da saúde. A segurança do paciente pode ser definida como uma assistência à saúde livre de danos, realizada de maneira certa, no momento apropriado, de modo equânime e eficaz, fundamentado em conhecimento científico e tendo como meta atender as necessidades integrais e individuais do paciente e família.

A prática transfusional é um processo crítico que deve ser realizado com cuidados que promovam a prevenção de infecção, identificação correta do paciente, escolha correta dos acessórios e dispositivos da terapia transfusional, controle da infusão e dos sinais clínicos do paciente que possam indicar, precocemente, a ocorrência de eventos adversos. Porém, além desses cuidados, deve-se garantir que o produto utilizado tenha qualidade e seja benéfico ao tratamento do paciente. Nesse contexto, ressalta-se a importância da prevenção da ocorrência de hemólise extracorpórea durante a manipulação ou infusão do hemocomponente<sup>(6)</sup>.

A fim de fornecer subsídios para a realização de pesquisa experimental sobre a temática realizou-se revisão integrativa da literatura, para identificar estudos produzidos acerca da administração de hemocomponentes. Deste modo, o objetivo foi identificar na literatura aspectos relacionados à hemólise decorrente de transfusão de sangue com dispositivos de infusão intravenosa.

## MÉTODO

O tipo de estudo selecionado foi uma revisão integrativa da literatura. Foram utilizadas seis etapas da revisão integrativa da literatura<sup>(7)</sup>: 1) Identificação do tema e seleção da hipótese ou questão de pesquisa; 2) Estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos/ amostragem ou busca na literatura; 3) Definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados/ categorização dos estudos; 4) Avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa; 5) Interpretação dos resultados; 6) Apresentação da revisão/síntese do conhecimento.

As bases de dados utilizadas foram: *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), *U.S. National Library of Medicine* (PUBMED), *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) e *The Cochrane Library* (Cochrane).

Para realizar a busca das produções científicas foram utilizados os seguintes descritores em inglês nas quatro bases: *hemolysis, blood cell, infusion devices, transfusion, intravenous infusion devices, red blood cell*. Foram utilizados os seguintes

descritores também em português na base SCIELO: hemólise, eritrócitos, infusões intravenosas e transfusão de sangue. Na seleção das produções os critérios de inclusão foram: produções em língua inglesa, portuguesa e espanhola, não sendo delimitada data de publicação. A identificação da pertinência do trabalho à resposta do problema de pesquisa deu-se por meio da leitura de títulos e resumos dos estudos.

Foram utilizados três critérios de inclusão: primeiramente considerou-se o idioma dos artigos (inglês, português e espanhol); posteriormente, foi realizada a seleção a partir do título e/ou resumo, respondendo a adequação do tema de interesse, e por último os estudos foram avaliados por meio da análise de conteúdo. As publicações que não estavam alinhadas aos critérios de inclusão foram excluídas.

No total, obteve-se 12 produções científicas incluídas na revisão. Os resultados são apresentados em forma de quadro contendo uma síntese das informações extraídos dos artigos. A Figura 1 demonstra como se deu a seleção dos artigos em cada base.

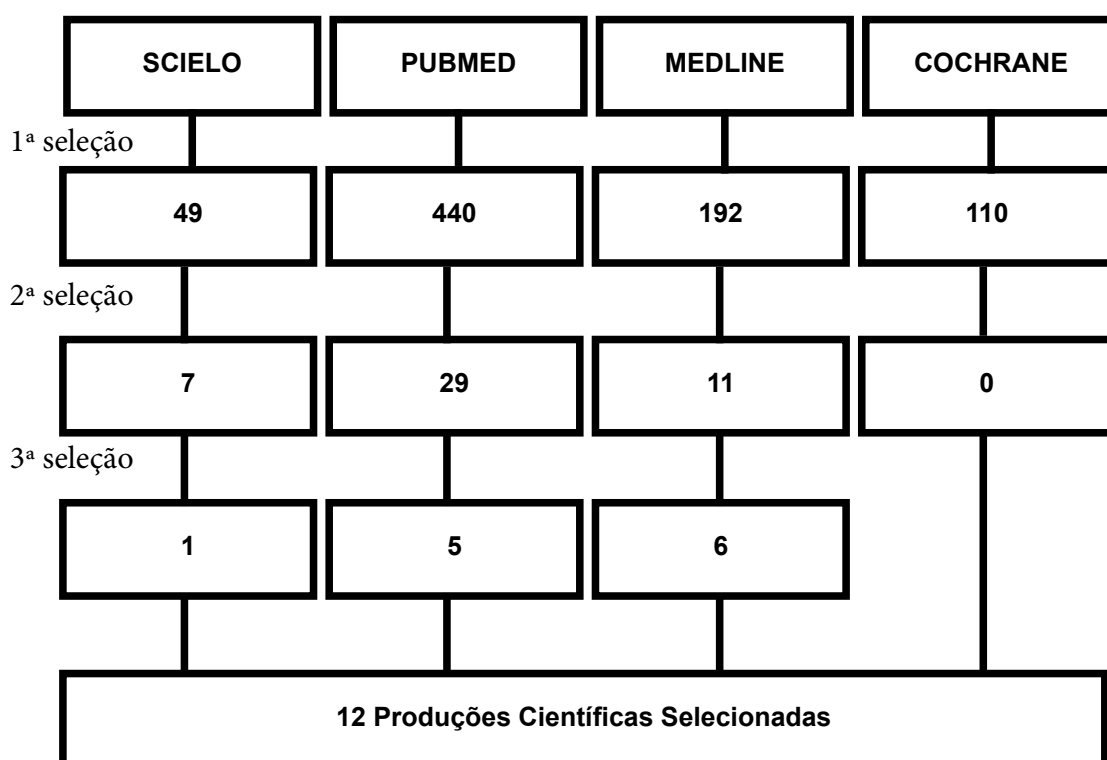


Figura 1 – Fluxograma de seleção dos artigos por base de dados. 1ª seleção: pesquisa por descritores; 2ª seleção: leitura de títulos e resumos e 3ª seleção: leitura do artigo na íntegra.

## RESULTADOS

Por meio da metodologia empregada para a revisão de literatura foram selecionados 12 artigos, sendo 11 (91,6%) de literatura estrangeira e uma (8,4%) nacional, dentre eles seis (50,0%) foram produzidos nos Estados Unidos (EUA), uma (8,4%) no Brasil, uma (8,4%) na Holanda,

uma (8,4%) na Dinamarca, uma (8,4%) na Suíça, uma (8,4%) em Israel e uma (8,4%) na Inglaterra. Dentre os estudos selecionados para esta revisão, o mais antigo data do ano de 1984 e o mais recente em 2012 como podem ver na Figura 2.

No Quadro 1 pode ser observada síntese dos artigos selecionados para o estudo, apresentados por ordem cronológica crescente de publicação.

Quadro 1 – Resumo dos Artigos Selecionados.

<b>Autores/Local</b>	<b>Metodologia/Objetivo</b>	<b>Intervenções</b>	<b>Resultados/Conclusão</b>
Gibson, JS Leff, RD Roberts, RJ <sup>(8)</sup>  Iowa, EUA – 1984	Estudo experimental sobre os efeitos de vários sistemas intravenosos (dispositivo intravenoso e bombas de infusão) na integridade dos glóbulos vermelhos;	Bolsas armazenadas a 5°C foram deixadas a temperatura ambiente por duas horas para o experimento. Coletadas amostras antes da infusão para controle. Coletada amostra de 5 ml de cada sistema imediatamente após a infusão para análises das variáveis.	A velocidade de infusão ocasionou aumento da hemólise proporcional ao aumento da velocidade, sendo a bomba peristáltica a mais hemolítica em velocidades menores.
Mateer, JR Perry, BW Tucker, JF Aprahamian, C <sup>(9)</sup>  Wisconsin, EUA - 1985	Estudo experimental sobre efeito de cateter intravenoso de grande calibre, sobre hemólise dos glóbulos vermelhos segundo taxas de fluxo máximas e aquecimento do sangue.	Bolsas de sangue obsoletas (37 dias), com hematócrito de 45% foram submetidas a compressões através de um pressurizador sendo geradas pressões de 300 e 600 mmHg com vazão de 100 ml/h. Amostras foram coletadas após a infusão para análises das variáveis.	O hemocomponente instalado no dispositivo intravenoso foi administrado segundo as pressões empregadas, porém o aquecimento do sangue diminuiu significativamente o fluxo de infusão. Não houve hemólise significativa.
Thompson, HW Lasky, LC Polesky, HF <sup>(10)</sup>  Minnesota, EUA - 1986	Estudo experimental sobre a adequabilidade de bomba de infusão volumétrica para transfusão de concentrado de hemácias.	Bolsas com 35 dias de armazenamento foram infundidas com velocidade de 300 a 850 ml/h. Foram realizados testes antes da infusão para controle e após a infusão para análise de variáveis de interesse.	A hemoglobina livre no plasma aumentou após a infusão de glóbulos, porém não houve hemólise significativa.

<p>Burch, KJ Phelps, SJ Constance, TD(11)  Tennessee, EUA - 1991</p>	<p>Estudo experimental sobre o efeito da bomba de infusão peristáltica linear na integridade dos concentrados de hemácias e sangue total durante a transfusão.</p>	<p>Foram utilizadas velocidades de infusão de 5 a 999 ml/h com hemácias frescas (72 horas após doação) e velhas (72 horas após vencimento). O sangue foi estocado em temperatura de 5°C até o dia do estudo e no dia do experimento foi deixado por duas horas em temperatura ambiente antes do uso. Amostras pré e pós infusão foram coletadas para análise das variáveis.</p>	<p>Não houve porcentagem de hemólise significativa em todos os ensaios realizados tanto com hemácias frescas como com hemácias velhas.</p>
<p>Hansen, TG Sprogoe-Jacobse , U Pedersen, C. M Skovgaard Olsen, K Risom Kristensen, S (12)  Escandinávia – 1998</p>	<p>Estudo experimental sobre o efeito de diferentes bombas de infusão na qualidade dos glóbulos vermelhos após transfusão.</p>	<p>Foram utilizados glóbulos com 8 a 11 dias de armazenamento e glóbulos com 25 a 33 dias.  Foram utilizadas bombas fluxométricas (6,9 ml/s) e de seringa (300 mmHg – 2,9 ml/s). As bolsas foram armazenadas a 4°C e infundidas em 30 minutos aleatoriamente por qualquer uma das bombas.</p>	<p>Glóbulos mais velhos tiveram maior valor de Hb livre, potássio livre e LDH e apresentaram hematócrito mais elevado. Não houve diferenças significativas na hemólise segundo bombas de infusão e tempo de armazenamento dos glóbulos. Glóbulos mais novos apresentaram pequeno aumento da porcentagem de hemólise e no LDH.</p>
<p>Frelich, R Ellis, MH (13)  Tel Aviv, Israel - 2001</p>	<p>Estudo experimental sobre o efeito do pressurizador externo e do diâmetro do cateter sobre o grau de hemólise de unidades de glóbulos vermelhos.</p>	<p>Foram utilizadas bolsas de concentrados de hemácias frescas (~10,8 dias) e velhas (~28,9 dias). Cada unidade foi transfundida via cateteres de calibres 16G, 18G, 20G e 22G e coletados os 5 ml finais da transfusão. As transfusões em cada cateter foram realizadas sem o pressurizador pneumático, e comparadas com o uso de pressurizador pneumático externo com pressões de 150 mmHg e 300 mmHg.</p>	<p>O grau de hemólise induzida por aplicação de pressão externa foi semelhante entre unidades velhas e frescas. O pressurizador externo foi considerado seguro na prática por não causar hemólise significativa.</p>

<p>Frey, B Eber, S Weiss, M (14)  Zurique, Suíça - 2003</p>	<p>Estudo experimental sobre o efeito de três diferentes bombas de infusão na integridade dos glóbulos vermelhos.</p>	<p>O armazenamento das bolsas variou de 18 a 46,5 dias. As unidades foram leucorreduzidas por filtração, armazenados a 4°C e deixadas em temperatura ambiente por uma hora antes do experimento. Foram testadas bombas de seringa, peristáltica convencional e volumétrica com mecanismo shuttle. O fluxo usado foi de 20ml/h e a duração da infusão foi de 2,5h. Os experimentos foram repetidos em cada bomba com oito diferentes unidades de glóbulos. Na parte final do equipo de infusão das três bombas foi conectado um cateter calibre 24G e foi simulada uma pressão venosa de 15 mmHg a 20 cm acima das bombas.</p>	<p>Quanto maior o tempo de armazenamento maior as concentrações de potássio e hemoglobina plasmáticos, fragilidade osmótica e VCM.  Na análise de todos os ensaios experimentais com as três bombas de infusão, a hemoglobina do plasma, potássio, LDH e bilirrubina aumentaram significativamente após a infusão. As bombas de seringa e a peristáltica apresentaram aumento nas concentrações de hemoglobina do plasma e LDH comparadas a bomba volumétrica. Observou-se hemólise significativa no estudo, sendo a bomba volumétrica a menos hemolítica.</p>
<p>Carvalho, EB Borges, EL Carlos, LMB Silva, MAM Magalhães, SMM Gomes, FVBAF Carvalho, MJC Quixadá, ATS Pitobeira, MHS<sup>(4)</sup>  Ceará, Brasil – 2007</p>	<p>Estudo experimental sobre o grau de hemólise de concentrados de hemácias com menos de 10 dias de armazenamento provocado por bombas de infusão.</p>	<p>Foram utilizadas uma bomba de mecanismo peristáltico rotatório e duas de mecanismo peristáltico linear de marcas diferentes.  Foram testadas as velocidades de infusão de 120 ml/h, 240 ml/h e 360 ml/h. Amostras foram coletadas antes da passagem pela bomba de infusão, na metade e no fim do procedimento para análise das variáveis.</p>	<p>No presente estudo observou-se que os diferentes modelos e mecanismos de bombas de infusão de soluções (peristáltico linear e peristáltico rotatório), tempo e velocidades (V1, V2, V3) não provocaram alterações significativas nos parâmetros analisados que evidenciam hemólise nos concentrados de hemácias, ou seja, níveis de hemoglobina livre e potássio plasmático.</p>

<p>Parfitt, HS Davies, SV Tighe, P Ewings, P (15)</p> <p>Inglaterra - 2007</p>	<p>Estudo experimental sobre o dano em glóbulos vermelhos provocado por duas bombas de infusão de mecanismo peristáltico.</p>	<p>Os experimentos foram realizados com sangue fresco (9 dias), intermediário (28 dias) e na data do vencimento (35 dias). O sangue foi armazenado a 4°C e foi utilizado em 20 minutos após sair do refrigerador.</p> <p>As velocidades de infusão foram: 40 ml/h infundidas em 4 horas e 150 ml/h infundidos em 2 horas. Foram realizados testes com dispositivo gravitacional. As amostras das duas bombas e a gravitacional foram recolhidas em tubos de heparina e EDTA.</p>	<p>O potássio livre aumentou de 18,7 mmolL<sup>-1</sup> no 9º dia para 44,1 mmolL<sup>-1</sup> no 28º dia e para 48,5 mmolL<sup>-1</sup> no 35º dia.. A Hb livre teve aumento significativo nas bolsas com maior tempo de armazenamento; as velocidades de infusão não tiveram influência significativa na hemólise. As bombas apresentaram maior potencial hemolítico, principalmente em sangue com maior tempo de armazenamento, porém não houve resultados significativos de hemólise. As análises das amostras gravitacionais demonstraram taxa zero para potássio e hemoglobina livre.</p>
<p>Lieshout-Krikke, RW Van der Meer, PF Koopman, MMW Korte, D (16)</p> <p>Amsterdã, Holanda - 2011</p>	<p>Estudo experimental sobre a qualidade in vitro de glóbulos vermelhos após a passagem por bomba de infusão volumétrica peristáltica.</p>	<p>Foi realizado um teste controle com infusão gravitacional. As velocidades de infusão foram de 100 e 300 ml/h. Os concentrados de hemácias tinham 30 e 35 dias de estocagem. Ao final da linha de infusão foi conectada uma bolsa de transferência e as amostras das duas taxas de fluxo foram coletadas in vitro para medições.</p>	<p>Nenhuma das bombas de infusão induziu aumento de Hb livre, ligação de anexina A5 ou formação de eritrócitos em comparação com os glóbulos das amostras de controle.</p>

<p>Hod, EA Brittenham, GM Billote, GB Francis, RO Ginzburg, YZ Hendrickson, JE et al (17)</p> <p>Nova Iorque, EUA – 2011</p>	<p>Estudo experimental sobre o efeito da estocagem de unidades de glóbulos vermelhos no índice de hemólise e alterações de parâmetros sanguíneos.</p>	<p>Foi realizada coleta por aférese e transfusão autóloga. Cada doador foi transfundido após 3 a 7 dias de estocagem e após 40 a 42 dias de estocagem. A velocidade de infusão foi de 150 ml/h. As amostras foram coletadas 90 minutos antes da transfusão, imediatamente ao início da transfusão e 1, 2, 4, 24 e 72 horas pós-transfusão.</p>	<p>Hemólise extravascular: comparado com a transfusão de unidades frescas, transfusões de unidades velhas foram associadas com aumento significativo de bilirrubina total no soro, com o pico de aumento após quatro horas da transfusão. Houve aumento da hemoglobina livre conforme o passar do tempo. Não houve diferença significativa entre unidades frescas e velhas nos níveis de haptoglobina no soro e LDH. Houve aumento de ferro no soro e na transferrina nas unidades velhas.</p>
<p>Ley, JT Yazer, MH Waters, JH (18)</p> <p>Pensilvânia, EUA - 2012</p>	<p>Estudo experimental cujo objetivo foi avaliar e comparar as características dos glóbulos vermelhos que são perdidos e reinfundidos em cirurgias de artroplastia total de joelho, sendo reprocessados por dois dispositivos diferentes: que executam lavagem antes da reinfusão e que não realizam a lavagem.</p>	<p>Os pacientes foram divididos em dois grupos, sendo que o grupo 1 (grupo lavado) foram operados por cirurgiões que usam o dispositivo que faz lavagem de eritrócitos e o grupo 2 (grupo não lavado) foram operados por cirurgiões que não usam equipamentos com lavagem de eritrócitos.</p> <p>Foram coletadas amostras durante a reinfusão do sangue recuperado. As amostras foram centrifugadas e o sobrenadante avaliado.</p>	<p>O grupo 1 apresentou índice de hemoglobina livre no plasma maior que o grupo 2. A diferença de índice de hemólise entre os grupos não foi estatisticamente significativa. O índice de fragilidade da membrana (MFI) foi maior no grupo 1. Concluiu-se que o grupo que utilizou a lavagem de eritrócitos anteriormente a reinfusão apresentou maior índice de Hb e MFI, portanto maior índice de hemólise.</p>



## Número de Publicações por Ano

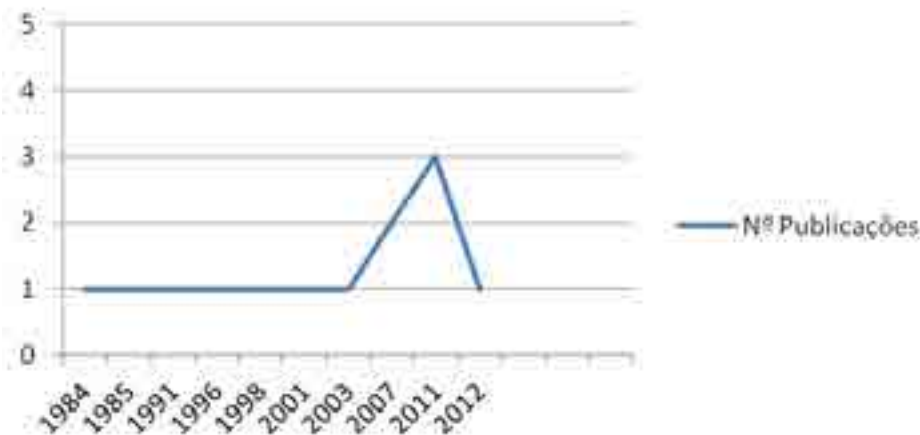


Figura 2 – Número de estudos disponíveis na literatura sobre manipulação e infusão de eritrócitos e hemólise, segundo ano de publicação.

Dos 12 artigos analisados em sete (58,3%) utilizaram-se bombas de infusão, dois (16,6%) abordaram procedimentos de manipulação de eritrócitos, um (8,3%) testou dispositivos intravenosos e dois (16,6%) estudaram a hemólise com as combinações de dispositivos. Para facilitar o entendimento os estudos foram separados em categorias. Abaixo serão citadas as categorias e os estudos inclusos em cada uma.

### Bombas de Infusão

Os experimentos que avaliaram a relação entre hemólise e administração de hemocomponentes em bombas de infusão, foram realizados com bombas de infusão volumétrica e de seringa, com mecanismos peristáltico, linear ou rotatório, e velocidades de infusão que variaram de 5 ml/h a 999 ml/h. Nestes estudos os concentrados de hemácias analisados tinham período de estocagem de 0 a 42 dias.

Dos sete estudos que avaliaram bombas de infusão, somente um (14,28%) evidenciou hemólise nas bombas utilizadas, porém todos os estudos recomendam novos estudos e avaliações de novas bombas para recomendação de boas práticas.

### Dispositivos Intravenosos

Um estudo analisou a aplicação de pressões de 300 e 600 mmHg em glóbulos vermelhos estocados a 37 dias em uma velocidade de infusão de 100 ml/h. E ao avaliar hemólise em um cateter intravenoso de largo calibre, com altas velocidades de infusão e pressões

não houve hemólise significativa em nenhuma das amostras estudadas. O estudo evidenciou que o único problema em aplicar altas taxas de fluxo e pressão no sangue, é que há aquecimento das células que acaba diminuindo o fluxo da infusão. Dos estudos com dispositivos intravenosos nenhum evidenciou altas taxas de hemólise.

### Combinação de Dispositivos

Entre os 12 artigos selecionados, dois realizaram experimentos com combinações de dispositivos. O primeiro estudo apresentou que a bomba peristáltica causou mais hemólise que as demais e que a velocidade de infusão de 50 ml/h apresentou maior grau de hemólise. Apesar de ser identificada hemólise em outro estudo, não houve valor significativo, ou maior que 1%.

### Manipulação de Eritrócitos

Nos dois estudos sobre manipulação de eritrócitos houve identificação de hemólise durante a manipulação. Entre as técnicas que ocasionaram hemólise destacaram-se a lavagem de glóbulos vermelhos e o armazenamento prolongado de glóbulos.

### Avaliação Geral dos Estudos

Das 12 produções científicas selecionadas, 33,3% (quatro) tiveram resultado positivo para

hemólise. Os equipamentos que causaram hemólise foram às bombas de infusão, e as técnicas empregadas no sangue que causaram hemólise foram: transfusão de sangue após lavagem de glóbulos e separação de hemocomponentes.

## DISCUSSÃO

No que tange a ocorrência de hemólise, o primeiro problema de significado clínico relaciona-se ao aumento de hemoglobina livre que o sistema reticuloendotelial não consegue remover, causando hemoglobinemia com possíveis consequências ao sistema renal. Outro problema em potencial da hemólise é o excesso de potássio liberado para o meio extracelular, esse por sua vez, pode causar arritmias e em casos mais graves até a parada cardíaca e morte<sup>(19)</sup>.

Os estudos selecionados para essa revisão mostram que a hemólise ocorre nos processos de manipulação dos eritrócitos anteriores a transfusão (lavagem e armazenamento), e também na passagem por bombas de infusão e cateteres. Foi evidenciado que a hemólise não é dependente da velocidade de infusão, e sempre ocorreram conforme o aumento do armazenamento.

As unidades de hemocomponentes podem ser administradas por equipes próprios para infusão de sangue (possuem um filtro acoplado na câmara de gotejamento) e por bombas de infusão de vários tipos e mecanismos, que possuem sistemas de infusão de diferentes configurações. O regulamento técnico dos procedimentos hemoterápicos está definido na Portaria nº 2712/2013 que apresenta orientações sobre dispositivos e técnicas de infusão<sup>(20)</sup>.

Na análise dos estudos pode-se afirmar que a bomba de infusão volumétrica foi a menos hemolítica, se comparada a de seringa e as fluxométricas com mecanismos peristálticos. Um problema em potencial, para classificação das bombas de infusão nos estudos, foi que cada um evidencia a bomba de infusão de uma forma, alguns estudos informam qual tipo de bomba de infusão estão analisando e outros apenas qual o mecanismo. Nos estudos de bombas de infusão, as com mecanismos peristáltico foram as mais hemolíticas, contudo não se evidencia adequada distinção entre as volumétricas e as fluxométricas.

Revisões integrativas da literatura tem

por finalidade identificar evidências sobre determinada temática que se pretende estudar. Durante a análise dos estudos pode-se concluir que: não foram encontrados estudos publicados que tratem do efeito do equipo de micro e macrogotas sobre os glóbulos vermelhos durante uma transfusão sanguínea, este fato vem a fortalecer a importância do desenvolvimento de pesquisa para estes dispositivos. Em alguns estudos o equipo, ou a infusão gravitacional, é utilizada como controle para testes de outros equipamentos, porém não se tem o detalhamento dos resultados das análises feitas com esses dispositivos e não há descrição em literatura sobre seu real efeito sobre os glóbulos vermelhos<sup>(21)</sup>.

A segunda observação foi o número reduzido de publicações sobre o assunto, além de que os resultados na maioria das vezes são inconclusivos ou existe discordância entre os mesmos, assim até o momento não existem padrões definidos de equipamentos com segurança garantida, pois para tal é necessário maior número de estudos e com maior qualidade em suas metodologias.

A terceira constatação foi em relação aos tipos de estudos existentes, pode-se notar que a maioria dos estudos é relacionada a bombas de infusão e manipulação de eritrócitos, porém não há estudos sobre bombas de infusão fluxométrica, trazendo nova necessidade de pesquisa experimental para tais equipamentos.

## CONCLUSÕES

Os estudos selecionados para essa revisão mostram que a hemólise ocorre nos processos de manipulação dos eritrócitos e também na passagem por bombas de infusão e cateteres. Foi evidenciado que a hemólise não é dependente da velocidade de infusão, e sempre ocorre conforme o aumento do tempo de armazenamento. Os estudos evidenciam que, dentre os diferentes tipos de bombas de infusão, a de infusão volumétrica causou menor nível de hemólise.

Em concordância com as conclusões de quase todos os estudos abordados, viu-se que dentro dessa linha de pesquisa ainda há muito que ser estudado e avaliado em termos de segurança em transfusão de concentrado de hemáceas por equipamentos gravitacionais ou automatizados. Certamente, os resultados apresentados poderão

subsidiar novas pesquisas, para que sejam fundamentadas e pertinentes ao contexto da prática clínica, trazendo o conceito de segurança do paciente e melhora na prática assistencial dos enfermeiros.

## AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo edital nº 2012/25284-9 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico edital nº 303006/2012-9.

## REFERÊNCIAS

1. Junqueira PC, Rosenblit J, Hamerschlag N. História da hemoterapia no Brasil. *Rev Bras Hematol Hemoter*. 2005;27(3):201-7.
2. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Hemocentro. Manual de orientações em hemoterapia. Campinas, 2008.
3. Souza MH, Elias DO. Fundamentos da Circulação Extra Corpórea. 2ª edição. Centro Editorial Alfa Rio: Rio de Janeiro, 2006.
4. Carvalho EB, Borges EL, Carlos LMB, Silva MAM, Magalhães SMM, Gomes FVBAF, et al. Efeito da bomba de infusão de soluções sobre o grau de hemólise em concentrado de hemácias. *Rev Bras Hematol Hemoter* 2007;29(2):149-52.
5. Conselho Federal de Enfermagem . Resolução nº 306/2006. Normatiza a atuação do enfermeiro em hemoterapia. Rio de Janeiro: COFEN; 2006.
6. Harada MJCS, Pedreira MLG. Terapia intravenosa e infusões. 1ª edição. Yendis Editora: São Caetano do Sul, 2011.
7. Mendes KDS, Silveira RCCP, Galvão CM. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto & contexto enferm*. 2008;17(4):758-64.
8. Gibson JS, Leff RD, Roberts RJ. Effects of intravenous delivery systems on infused red blood cells. *Am J Hosp Pharm*. 1984;41(3):468-72
9. Mateer JR, Perry BW, Tucker JF, Aprahamian C. Effects of rapid infusion with high pressure and large-bore iv tubing on red blood cell lysis and warming. *Ann Emerg Med*. 1985;10(14):966-9.
10. Thompson HW, Lasky LC, Polesky HF. Evaluation of a volumetric intravenous fluid infusion pump for transfusion of blood components containing red cells. *Transfusion*. 1986;26(3):290-3
11. Burch KJ, Phelps SJ, Constance TD. Effect of an infusion device on the integrity of whole blood and packed blood cells. *Am J Hosp Pharm*. 1991;48(1):92-6.
12. Hansen TG, Sprogøe-Jacobse U, Pedersen CM, Skovgaard Olsen K, Kristensen SR. Haemolysis following rapid experimental red blood cell transfusion--an evaluation of two infusion pumps. *Acta Anaesthesiol Scand* 1998;42(1):57-62
13. Frelich R, Ellis MH. The effect of external pressure, catheter gauge, and storage time on hemolysis in RBC transfusion. *Transfusion*. 2001;41(6):799-802.
14. Frey B, Eber S, Weiss M. Changes in red blood cell integrity related to infusion pumps: a comparison of three different pump mechanisms. *Pediatr Crit Care Med*. 2003;4(4):465-70.
15. Parfitt HS, Davies SV, Tighe P, Ewings P. Red cell damage after pumping by two infusion control devices (Arcomed VP 7000 and IVAC 572). *Transfus Med*. 2007;17(4):290-5.
16. Lieshout-Krikke RW, Van der Meer PF, Koopman MMW, Korte D. Effect on the quality of blood components after simulated blood transfusions using volumetric infusion pumps. *Transfusion*. 2011;51(8):1835-9.
17. Hod EA, Brittenham GM, Billote GB, Francis RO, Ginzburg YZ, Hendrickson JE, et al. Transfusion of human volunteers with older, stored red blood cells produces extravascular hemolysis and circulating non-transferrin-bound iron. *Blood*. 2011;118(25):6675-82.
18. Ley JT, Yazer MH, Waters JH. Hemolysis and red blood cell mechanical fragility in shed blood after total knee arthroplasty. *Tranfusion* 2012;52(1):34-8.
19. Sowemimo-Coker, SO. Red blood cell hemolysis during processing. *Transfus Med Rev*.2002;16(1):46-60
20. Ministério da Saúde (BR). Portaria nº 2.712, de 12 novembro de 2013. Redefine o regulamento técnico de procedimentos hemoterápicos. *Diário Oficial da União*, [Internet] 12 nov 2013. [acesso em 23 fev 2015]. Disponível: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt2712\\_12\\_11\\_2013.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt2712_12_11_2013.html)
21. Pedreira MLG. Uso de bombas de infusão na terapia intravenosa em crianças assistidas em unidades de cuidados intensivos pediátricos: contribuições para estudos. [tese]. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo; 1999.