

Atraso na inicialização em bombas de infusão por seringa com diferentes velocidades de infusão e técnicas de preenchimento do sistema de infusão

Start-up delay in syringe infusion pumps with different rates and priming techniques of intravenous sets


Retardo en la puesta en marcha en bombas de infusión de jeringa con diferentes velocidades de infusión y purga del sistema de infusión

Natalie Marino Vieira^a 

Maria Paula de Oliveira Pires^{a,b} 

Gabriela Beltran Crespo^a 

Larissa Perez Pardo Nascimento^{a,c} 

Maria Angélica Sorgini Peterlini^a 

Mavilde Luz Gonçalves Pedreira^{a,b,d} 

Como citar este artigo:

Vieira NM, Pires MPO, Crespo GB, Nascimento LPP, Peterlini MAS, Pedreira MLG. Atraso na inicialização em bombas de infusão por seringa com diferentes velocidades de infusão e técnicas de preenchimento do sistema de infusão. Rev Gaúcha Enferm. 2022;43:e20210071. doi: <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2022.20210071.pt>

RESUMO

Objetivo: Verificar o atraso de inicialização de bomba de infusão, segundo diferentes marcas de bombas de infusão, velocidades e técnicas de preenchimento do sistema de infusão intravenosa.

Método: Estudo experimental que simulou a prática clínica, utilizando seringas de 50 mL com solução de NaCl 0,9%, duas marcas de bombas de infusão por seringa (A e B), seis velocidades (0,3;0,5;1,0; 5; 10 e 20 mL/h), dois modos de preenchimento do sistema (manual ou eletrônico pelo modo bolus do equipamento). Os dados foram analisados segundo média, desvio padrão e testes t de Student e ANOVA ($p < 0,05$).

Resultados: O atraso na inicialização foi maior em velocidades baixas, independentemente da marca e modo de preenchimento. O preenchimento eletrônico aumentou a acurácia na bomba A em 0,3 mL/h ($p = 0,010$), 0,5 mL/h ($p = 0,002$) e 1,0 mL/h ($p = 0,004$). A acurácia em preenchimento manual foi semelhante.

Conclusão: Em baixas velocidades de infusão o atraso de inicialização foi maior e o preenchimento do sistema de infusão pelo modo eletrônico melhorou a acurácia dos equipamentos.

Palavras-chave: Cuidados críticos. Bombas de infusão. Enfermagem. Segurança do paciente. Seringas.

ABSTRACT

Objective: To investigate infusion pumps start-up delay according to different brands of infusion pumps, flow rates and intravenous sets priming techniques.

Method: The experimental study simulated clinical practice under controlled conditions, using a 50 mL syringe with NaCl 0.9% solution, two syringe infusion pumps (A and B), six rates (0.3, 0.5, 1.0, 5, 10 and 20 mL/h), two purging techniques (manually or infusion pump's electronic bolus). Data were analyzed according to mean, standard deviation, Student's t and ANOVA tests ($p < 0.05$).

Results: The start-up delay was greater in low rates regardless the priming technique. The electronic bolus increased the infusion pump A accuracy at 0.3mL/h ($p = 0.010$), 0.5 mL/h ($p = 0.002$) and 1.0mL/h ($p = 0.004$). Pump's accuracy in all studied rates and manual IV sets filling was similar.

Conclusion: In low infusion rates the start-up delay was greater despite the infusion pump brand and electronic bolus improved pumps accuracy.

Keywords: Critical care. Infusion pumps. Nursing. Patient safety. Syringes.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo fue investigar el retraso en la operación de bombas de infusión de acuerdo con diferentes marcas de bombas de infusión, velocidades de infusión y técnicas de purga de lo sistema de infusión.

Método: Estudio experimental que simuló la práctica clínica en condiciones controladas con jeringas de 50 mL y solución de NaCl 0,9%, dos bombas de infusión de jeringa (A y B), seis velocidades (0,3;0,5;1,0; 5; 10 y 20 mL/h), dos modos de purga (manual o electrónico por la bomba de infusión – bolo). Los datos se analizaron según media, desviación estándar, Test-T y ANOVA ($p < 0,05$).

Resultados: El retraso de la operación de las bombas ocurrió en tasas bajas independientemente de la técnica de purga. El modo electrónico aumentó la precisión de la bomba de infusión A en 0,3 mL/h ($p = 0,010$), 0,5 mL/h ($p = 0,002$) y 1,0 mL/h ($p = 0,004$). Con la técnica manual la precisión fue similar.

Conclusión: Los retrasos de operación fueron significantes en bajas velocidades de infusión y el modo electrónico optimizó la precisión.

Palabras clave: Cuidados críticos. Bombas de infusión. Enfermería. Seguridad del paciente. Jeringas.

^a Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), Escola Paulista de Enfermagem, Departamento de Enfermagem Pediátrica. São Paulo, São Paulo, Brasil.

^b Griffith University, Menzies Health Institute Queensland. Brisbane, Australia.

^c Universidade Paulista (UNIP). São Paulo, São Paulo, Brasil.

^d Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Brasília, Distrito Federal, Brasil.

■ INTRODUÇÃO

Bombas de infusão são dispositivos eletrônicos para controlar a injeção de fluídos, medicamentos, nutrientes e componentes do sangue aos pacientes com pressão positiva. Seus métodos de infusão podem ser de vários tipos, como peristáltico, utilizando cassetes, pistão, ou seringa.⁽¹⁻³⁾ A escolha de equipamento para a terapia endovenosa (EV) inclui fatores associados a segurança, tais como a idade do paciente, a gravidade de sua doença, o tipo de terapia, a taxa de infusão e os efeitos adversos potenciais.^(4,5)

Bomba de infusão de seringa (BIS) são usadas para injetar volumes pequenos de fluidos e medicamentos em neonatos e crianças, e durante o processo de anestesia e cuidados intensivos. Fatores como o tamanho da seringa, sua complacência e resistência, a distância vertical entre o acesso vascular do paciente e a bomba, tipo e tamanho do equipo EV, tipo de acesso vascular, uso de INLINE FILTERS e técnicas de preenchimento usadas com os equipos EV podem influenciar a performance do equipamento⁽⁶⁻⁸⁾.

Contudo, tais parâmetros não são consistentemente aplicados na prática clínica de rotina, especialmente em unidades de cuidados intensivos. Dispositivos são frequentemente colocados numa altura muito acima da cama do paciente e seringas do mesmo tamanho – de 20 a 50 mL, basicamente – são usadas independente da taxa de infusão programada, além do uso de longos tubos entre a bomba de infusão e o paciente. Isso demonstra que protocolos específicos baseados em evidências não estão sendo aplicados para que as BIS tenham a performance desejada. Durante a pandemia de COVID-19, por exemplo, bombas de infusão foram frequentemente mantidas fora do quarto do paciente para evitar a disseminação do vírus e a contaminação das bombas; contudo, o uso de longos tubos EV que dão voltas sobre si mesmos entre o equipamento e acesso vascular do paciente podem aumentar o risco de imprecisão na vazão dos fluídos.

O atraso na inicialização é uma preocupação já documentada, relacionada ao uso de BIS, que pode comprometer a segurança do paciente durante a infusão de medicamentos em pacientes em condição crítica. O atraso na inicialização pode ser uma consequência do uso de seringas do mesmo tamanho para diferentes taxas de infusão, conforme programada na BIS, além do mecanismo de infusão e da complacência do sistema, que podem resultar em erros medicamentosos⁽⁶⁻¹¹⁾.

Bombas de infusão são usadas para a infusão da maioria dos fluídos EV. Erros durante a administração de medicação são considerados como uma causa frequente de eventos adversos em hospitais⁽¹¹⁾. Durante a administração de drogas

controladas em pacientes clinicamente graves, o atraso no início da administração contínua de fluídos após a ligar a bomba de infusão pode gerar eventos adversos severos^(4,12).

O objetivo deste estudo foi investigar o atraso no início da infusão com duas marcas diferentes de bomba de infusão considerando diferentes velocidades de infusão e técnicas de limpeza para kits EV, como administração em bolus e preenchimento manual da seringa e do equipo EV.

■ MÉTODOS

Tipo de estudo

Estudo experimental conduzido na cidade de São Paulo, em condições controladas de temperatura (22 ± 2 °C) e umidade ($62\pm 6\%$).

Amostra

A amostra foi composta por seis equipamentos de duas marcas diferentes de BI, nomeadas A e B (3 peças de cada marca de bomba foram usadas para controlar uma possível variação). As bombas foram programadas aleatoriamente com infusões de 0,3mL/h, 0,5mL/h, 1,0mL/h, 5, 10 e 20 mL/h e duas técnicas de limpeza dos equipos foram usadas para verificar a ocorrência de atraso no início da infusão.

As bombas de infusão foram obtidas diretamente dos fabricantes, com verificação, aprovação e certificado de qualidade. As fabricantes não tiveram influência no tipo de estudo e em seu desenvolvimento. A bomba de infusão A poderia ser programada para uso com seringas de 10mL, 20mL e 50 mL, e a bomba B era compatível com seringas de 5mL, 10mL, 20mL e 50 mL. As taxas de infusão poderiam variar de 0,1mL/h a 999,9mL/h em ambas as bombas. De acordo com as instruções do fabricante, os alarmes das bombas foram programados para limites de pressão de 40kPa.

Coleta de dados

Seringas de 50mL (14,2x3x3cm) do mesmo lote (Terumo®, Japão) foram preenchidas previamente com solução salina (NaCl 0,9% em água), e o equipo EV foi lavado manualmente ou por bolus através dos comandos da BI.

Para a lavagem manual, o equipo EV foi preenchido manualmente pelo pesquisador com pressão positiva aplicada pelas mãos, sem o uso de qualquer dispositivo. O preenchimento por bolus do equipo EV foi realizado pressionando o comando respectivo na BI. Ambas as técnicas foram realizadas pelas enfermeiras responsáveis. O uso do bolus pela BI seguiu as recomendações da fabricante.

Um equipo de baixa complacência, feito de cloreto de polivilina, com 150cm de comprimento e capacidade para 10mL de líquidos foi usado. Um *three-way* foi instalado entre a seringa e o equipo para manter a solução e pressão dentro do sistema depois da infusão manual ou por bolus. No final do equipo um cateter de poliuretano de tamanho 24G foi instalado.

A bomba de infusão foi posicionada num suporte para soro, a 90cm do chão, simulando a altura da cama do paciente. A ponta distal do cateter permaneceu na mesma altura que o equipamento e no começo do experimento a seringa foi posicionada na bomba de infusão e conectada ao cateter, simulando o procedimento clínico. O cateter foi inserido num copo de Becker graduado. O sistema EV foi conferido duas vezes para prevenir vincos, voltas e ar dentro do sistema.

Para a avaliação do atraso no início da infusão, uma balança analítica Shimadzu® (AUY220, Japão) foi usada, e a hora da primeira gota de infusão identificada pela alteração na balança foi registrada e acompanhada em minutos por um cronômetro (Lineup®, Brazil). A balança analítica possui entradas laterais e superiores para permitir a colocação das substâncias a serem medidas sobre o prato da balança no interior, e uma vez fechadas as portas laterais, obtém-se uma redução das influências externas, aumentando a precisão das medições. O Becker com a ponta final do sistema foi colocado dentro da balança, e as portas da balança analítica foram fechadas, mantendo apenas uma pequena porção da porta superior aberta para a entrada do sistema IV.

O estudo foi conduzido entre março e dezembro de 2016.

Análise dos dados

Os dados foram registrados no programa Microsoft Excel®, e analisados considerando as medidas de médias e desvio padrão. Para a análise da variância, o teste-t de Student e o teste ANOVA foram usados ($p \leq 0.05$).

Considerações éticas

Por se tratar de um estudo laboratorial sem envolvimento de seres humanos, o mesmo não exigiu aprovação do comitê de ética ou consentimento do sujeito. Os nomes e marcas das BI não são revelados; assim, não há demonstração de finalidade comercial ou conflito de interesses.

■ RESULTADOS

Um total de 72 medidas de tempo gasto na primeira infusão foram analisadas. A variável dependente foi analisada para cada marca de BI (Tabela 1), e a técnica de infusão (Tabela 2) foi considerada como uma variável independente.

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram que houve uma variação significativa no atraso de inicialização, da infusão. O atraso foi maior com menores taxas de infusão em ambos os dispositivos ($p < 0,001$).

Tabela 1 – Atraso no início da infusão da bomba A e B, em minutos, de acordo com a taxa de infusão e técnica de infusão. São Paulo, 2016

Taxa de infusão	Atraso no início						
	BIS A			p†	BIS B		p†
	Manual Média (DP)	e-Bolus* Média (DP)			Manual Média (DP)	e-Bolus* Média (DP)	
0,3 mL/h	74,2 (25,8)	6,7 (2,5)	0,010	97,7 (10,7)	19,3 (10,6)	<0,001	
0,5 mL/h	70,9 (17,7)	3,0 (1,5)	0,002	44,2 (13,4)	7,7 (2,5)	0,009	
1 mL/h	25,5 (7,7)	0,2 (0,2)	0,004	34,7 (19,9)	3,0 (1,6)	0,051	
5 mL/h	4,3 (3,8)	0,6 (0,3)	0,273	5,0 (1,2)	0,1 (0,7)	0,003	
10 mL/h	1,8 (0,8)	0,7 (0,4)	0,495	2,3 (0,6)	0,4 (0,1)	0,006	
20 mL/h	0,9 (0,8)	0,3 (0,2)	0,230	0,9 (0,3)	0,1 (0,1)	0,016	
p‡	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001		

Legenda: BIS A: bomba de infusão de seringa da marca A; BIS B: bomba de infusão de seringa da marca B; * bolus eletrônico; † Teste t; ‡ ANOVA.

Tabela 2 – Atraso no início da infusão da bomba A e B, em minutos, de acordo com a técnica de lavagem para cada taxa de infusão São Paulo, 2016

Atraso em minutos						
Infusão Taxa	Manual			e-Bolus		
	BIS A	v	p*	BIS A	BIS B	p*
	Média (DP)	Média (DP)		Média (DP)	Média (DP)	
0,3 mL/h	74,2 (25,8)	97,7 (10,7)	0,219	6,7 (2,5)	19,3 (10,6)	0,116
0,5 mL/h	70,9 (17,7)	44,2 (13,4)	0,104	3,1 (1,5)	7,7 (2,5)	0,049
1 mL/h	25,5 (7,7)	34,7 (19,9)	0,495	0,2 (0,2)	3,0 (1,6)	0,039
5 mL/h	4,3 (3,8)	5,0 (1,2)	0,755	0,6 (0,3)	0,1 (0,7)	0,282
10 mL/h	1,8 (0,8)	2,3 (0,6)	0,393	0,7 (0,4)	0,4 (0,1)	0,310
20 mL/h	0,9 (0,8)	0,9 (0,3)	0,854	0,3 (0,2)	0,1 (0,1)	0,268

Legenda: BIS A: bomba de infusão de seringa da marca A; BIS B: bomba de infusão de seringa da marca B; * teste t

O maior atraso observado na bomba de infusão B foi de 97,7 minutos ($\pm 10,7$) a 0,3 mL/h e o menor foi de 0,1 minutos ($\pm 0,1$) a 20 mL/h. Conforme a taxa de infusão aumentou e a opção de bolus eletrônico do equipamento foi usada, todos os dispositivos demonstraram melhor desempenho. Verificou-se que a técnica por bolus eletrônico gerou menos atraso para a bomba de infusão B e com a bomba A para taxas de 0,3 mL/h, 0,5 mL/h e 1,0 mL/h.

O atraso em ambas BIS em todas as taxas de fluxo estudadas foi estatisticamente semelhante quando a técnica de lavagem manual foi feita; entretanto, houve um atraso menor na BIS A em 0,5 mL/h e 1,0 mL/h quando o modo de bolus eletrônico foi usado (Tabela 2).

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo mostraram que a técnica de lavagem antes da infusão influenciou o desempenho da BIS. A influência pôde ser mais percebida na BIS B e em taxas de infusão abaixo de 1 mL/h. Em taxas de 20 mL/h, os aparelhos obtiveram mais acurácia, demonstrando um atraso no início da infusão de aproximadamente um minuto.

Outro estudo que analisou a performance de BIS em uma taxa de infusão de 1,0 mL/h identificou que uma lavagem inicial em bolus de 2 mL, antes de conectar o sistema de infusão no paciente reduziu o atraso. O tempo de início

da infusão variou entre 6 e 50 minutos, demonstrando um atraso menor quando a técnica de bolus foi usada⁽¹³⁾. No presente estudo, para uma taxa de 1,0 mL/h, o uso do comando de bolus diminuiu o atraso em aproximadamente 25 minutos para a bomba A e 31 minutos para a bomba B. Os atrasos identificados para as taxas de infusões menores, principalmente quando o sistema foi preenchido manualmente, podem gerar eventos adversos graves durante o fornecimento de medicação na prática clínica.

O comando de bolus presente no equipamento melhorou a acurácia da BIS e reduziu o atraso devido a um balanceamento de pressões dentro do sistema de infusão. Para iniciar a administração, a pressão do equipamento precisa superar a pressão hidrostática, a resistência do êmbolo da seringa e a complacência do kit de infusão. Em taxas de infusão mais baixas, o tempo para superar essas pressões resultou em atrasos maiores. Porém, se o comando de bolus da bomba estiver ativo e a pressão necessária para superar os obstáculos se mantiver constante, a taxa de infusão programada pode ser alcançada com mais acurácia em taxas de infusões menores. Em taxas de infusão maiores, os obstáculos são superados mais rapidamente, demonstrando um efeito menor do bolus na acurácia da BIS

É importante destacar as variações nos desvios entre as bombas A e B (especialmente na bomba A), considerando ambas as técnicas de lavagem, principalmente nas taxas

de infusão mais baixas. Os resultados indicam que houve variações entre as bombas da mesma marca. Essa hipótese foi baseada na experiência clínica da equipe de pesquisa de variações de desempenho com equipamentos da mesma marca; portanto, decidiu-se estudar três equipamentos de cada fabricante.

Neste experimento, foram utilizadas seringas de 50mL, o que pode influenciar num atraso importante para a clínica do paciente e em taxas de infusão baixas. Esses achados corroboram com outros estudos, que mostram o efeito usando seringas de 50mL em taxas de infusão baixas, comparados com os efeitos das seringas de 10mL^(9,14). Um estudo demonstrou que o equipamento demorava quase uma hora para atingir 50% do fluxo programado com seringas de 50 mL, enquanto com 10 mL o tempo era de aproximadamente 20 min. Esse fenômeno ocorre devido à pressão exercida pelo equipamento para anular a complacência do sistema, e a aplicação do bolus reduz a resistência do sistema⁽⁹⁾. Em unidades de terapia intensiva, seringas de 20 ou 50 mL geralmente são usadas com bombas de infusão, independentemente da taxa de infusão, para medicamentos ou soluções que requeiram infusão contínua de 24 horas. Os resultados deste estudo e de estudos anteriores reforçam a necessidade de considerar o uso de tamanhos de seringas menores com taxas de fluxo mais baixas.

Além disso, os achados relacionados ao impacto significativo da técnica de lavagem no desempenho da BIS têm implicações relevantes para a prática clínica, demonstrando que o preenchimento do sistema de infusão usando o modo de bolus em vez do modo manual melhora o desempenho do dispositivo durante a administração do medicamento em baixas taxas.

Esses dados são importantes para a anestesiologia e os cuidados críticos neonatais e pediátricos para prevenir ou reduzir o impacto dos eventos adversos, principalmente relacionados à infusão de catecolaminas e outras drogas vasoativas⁽¹⁰⁾. Em 2020, um estudo *in vitro* demonstrou variações de desempenho em equipamentos modernos com baixas taxas de infusão, o que impacta na eficácia dos fármacos cardiovasculares de curta ação⁽⁶⁾.

As características da BIR, a posição do equipamento, o tamanho da seringa, a multi-infusão e a taxa de infusão comprometem a qualidade da infusão^(11,12,15). Outro estudo experimental mostrou que uma BIR tem atrasos e irregularidades no fluxo e que apenas os controladores de fluxo podem resolver a maioria das questões de desempenho associadas às bombas.⁽⁷⁾ Um estudo relatou que o atraso na inicialização da infusão é um indicador crítico para analisar o

desempenho e a segurança da bomba, especialmente em pacientes em terapia intensiva recebendo medicamentos em baixas taxas de fluxo⁽¹²⁾.

Portanto, é necessário cuidado ao usar bombas de infusão nas taxas de fluxo mais baixas, principalmente durante o uso de drogas vasoativas em pacientes graves. As taxas de fluxo mais baixas podem levar a maiores atrasos na inicialização; assim, os médicos devem usar taxas de fluxo abaixo de 1 mL/h apenas em situações específicas devido ao risco aumentado de erros de dosagem e eventos adversos.

Este estudo apresenta limitações quanto à possível influência do tamanho ou marca da seringa na precisão do equipamento analisado. Estudos com outros tamanhos e marcas de seringas devem ser realizados para entender a influência dos diferentes tipos de equipamentos usados na terapia intravenosa em relação aos erros de dosagem. Além disso, apenas duas marcas de BI foram investigadas, comprometendo a generalização dos resultados para outros equipamentos semelhantes.

O atraso na inicialização da infusão tem alto potencial de comprometer a segurança do paciente durante o uso de drogas vasoativas em terapia intensiva, pois pode levar a atrasar o início da terapia medicamentosa. A simples estratégia de usar o comando de bolus pode aumentar significativamente o desempenho do equipamento em baixas taxas de infusão. O enfermeiro pode usar essa opção especialmente durante a infusão de drogas vasoativas em baixas taxas de infusão.

■ CONCLUSÃO

O atraso no início da infusão foi maior em taxas mais baixas, principalmente na taxa de infusão de 0,3 mL/h.

A técnica de lavagem influenciou o desempenho da BI, causando especialmente um atraso no início da terapia, considerando baixas taxas de infusão. Lavar o sistema por meio da opção de bolus da bomba, mantendo assim a pressão dentro do sistema, levou a atrasos mais curtos, melhorando o desempenho da bomba.

■ REFERÊNCIAS

1. U.S. Food and Drugs Administration (FDA) [Internet]. Silver Spring: FDA; 2018 [cited 2018 Aug 22]. Infusion Pumps; [about 3 screens]. Available from: <https://www.fda.gov/medical-devices/general-hospital-devices-and-supplies/infusion-pumps>
2. Mandel JE. Understanding infusion pumps. *Anesth Analg*. 2018;126(4):1186-9. doi: <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002396>
3. Wilson AMMM, Peterlini MAS, Pedreira MLG. Hemolysis risk after packed red blood cells transfusion with infusion pumps. *Rev Lat-Am Enfermagem*. 2018;26:e3053. doi: <https://doi.org/10.1590/1518-8345.2625.3053>

4. Giuliano KK. Intravenous smart pumps: usability issues, intravenous medication, administration error, and patient safety. *Crit Care Nurs Clin North Am.* 2018;30(2):215-24. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cnc.2018.02.004>
5. Moreira APA, Escudeiro CL, Christovam BP, Silvino ZR, Carvalho MF, Silva RCL. Use of technologies in intravenous therapy: contributions to a safer practice. *Rev Bras Enferm.* 2017;70(3):595-601. doi: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0216>
6. Baeckert M, Batliner M, Grass B, Buehler PK, Daners MS, Meboldt M, et al. Performance of modern syringe infusion pump assemblies at low infusion rates in the perioperative setting. *Br J Anaesth.* 2020;124(2):173-82. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.10.007>
7. Batliner M, Weiss M, Dual SA, Grass B, Meboldt M, Daners MS. Evaluation of a novel flow-controlled syringe infusion pump for precise and continuous drug delivery at low flow rates: a laboratory study. *Anaesthesia.* 2019;74(11):1425-31. doi: <https://doi.org/10.1111/anae.14784>
8. Kim UR, Peterfreund RA, Lovich MA. Drug infusion systems: technologies, performance, and pitfalls. *Anesth Analg.* 2017;124(5):1493-505. doi: <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000001707>
9. Madson ZC, Vangala S, Sund GT, Lin JA. Does carrier fluid reduce low flow drug infusion error from syringe size? *World J Clin Pediatr.* 2020;9(2):17-28. doi: <https://doi.org/10.5409/wjcp.v9.i2.17>
10. Genay S, Décaudin B, Scoccia S, Barthélémy C, Debaene B, Lebuffe G, et al. An in vitro evaluation of infusion methods using a syringe pump to improve noradrenaline administration. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2015;59(2):197-204. doi: <https://doi.org/10.1111/aas.12439>
11. Neal D, Lin JA. The effect of syringe size on reliability and safety of low-flow infusions. *Pediatr Crit Care Med.* 2009;10(5):592-6. doi: <https://doi.org/10.1097/PCC.0b013e3181a0e2e9>
12. Felipe MAA, Latour JM, Peterlini MAS, Pedreira MLG. Placement of syringe infusion pumps and solution density can impact infusion performance: an experimental study. *J Neonatal Nurs.* 2020;26(3):149-51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnn.2019.09.010>
13. Van der Eijk AC, Van Rens RMFPT, Dankelman J, Smit BJ. A literature review on flow-rate variability in neonatal IV therapy. *Paediatr Anaesth.* 2013;23(1):9-21. doi: <https://doi.org/10.1111/pan.12039>
14. Kannan S. Potential hazard with syringe infusion pump. *Anaesthesia.* 2001;56(9):906-24. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2044.2001.02230-13.x>
15. Snijder RA, Egberts TCG, Lucas P, Lemmers PMA, van Bel F, Timmerman AMDE. Dosing errors in preterm neonates due flow rate variability in multi-infusion syringe pumps setups: An in vitro spectrophotometry study. *Eur J Pharm Sci.* 2016;93:56-63. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2016.07.019>

■ **Agradecimentos:**

Fonte de financiamento – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, Brasil. Autorizações n. 474906 e 308281/2015-2.

■ **Contribuições dos autores:**

Idealização – Natalie Marino Vieira, Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira, Maria Angélica Sorgini Peterlini.
Busca de financiamento – Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira.

Investigação – Natalie Marino Vieira, Gabriela Beltran Crespo, Maria Paula de Oliveira Pires, Larissa Perez Pardo Nascimento, Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira, Maria Angélica Sorgini Peterlini.

Metodologia – Natalie Marino Vieira, Gabriela Beltran Crespo, Maria Paula de Oliveira Pires, Larissa Perez Pardo Nascimento, Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira, Maria Angélica Sorgini Peterlini.

Administração do projeto – Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira, Maria Angélica Sorgini Peterlini.

Recursos – Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira, Maria Angélica Sorgini Peterlini.

Supervisão- Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira, Maria Angélica Sorgini Peterlini.

Escrita-manuscrito original – Natalie Marino Vieira, Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira, Maria Angélica Sorgini Peterlini.

Escrita- revisão e edição – Natalie Marino Vieira, Gabriela Beltran Crespo, Maria Paula de Oliveira Pires, Larissa Perez Pardo Nascimento, Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira, Maria Angélica Sorgini Peterlini.

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

■ **Autor correspondente:**

Larissa Perez Pardo Nascimento
E-mail: larissappardo@hotmail.com

Recebido: 29.03.2021
Aprovado: 13.09.2021

Editor associado:

Luccas Melo de Souza

Editor-chefe:

Maria da Graça Oliveira Crossetti