

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELISIANE GOMES E SILVA DE MORAIS

IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE SERINGAS ESPECÍFICAS EM BOMBAS DE
INFUSÃO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA

CURITIBA

2024

ELISIANE GOMES E SILVA DE MORAIS

IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE SERINGAS ESPECÍFICAS EM BOMBAS DE
INFUSÃO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de especialização em Engenharia Clínica, Complexo Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador(a)/Professor(a): Prof(a). Pós-Doc(a) Irene Tomoko Nakano.

CURITIBA

2024

Impacto da Utilização de Seringas Específicas em Bombas de Infusão: Uma Análise Comparativa

Elisiane Gomes e Silva de Moraes

RESUMO

A evolução tecnológica dos equipamentos de infusão revolucionou a administração de fluidos e medicamentos nos ambientes clínicos, aprimorando a precisão e segurança das terapias intravenosas. Desde dispositivos manuais rudimentares até bombas modernas com recursos avançados, o objetivo principal sempre foi minimizar erros e maximizar o controle no processo de infusão. Contudo, apesar dos avanços, eventos adversos relacionados a infusões ainda são frequentes, evidenciando a necessidade de aprimorar práticas e processos, além de garantir compatibilidade e eficiência dos componentes, como as seringas.

As bombas de seringa, objeto deste estudo, destacam-se por sua simplicidade e precisão, sendo amplamente empregadas em situações que demandam administração controlada de medicamentos. No entanto, fatores como aderência das seringas e configurações do sistema podem impactar diretamente sua eficácia. Problemas como atrasos na infusão, vazamentos ou incompatibilidades entre seringas e bombas exemplificam desafios enfrentados.

Este estudo busca preencher uma lacuna importante ao comparar seringas específicas recomendadas pelos fabricantes e seringas de uso comum. Com base em experimentos detalhados, pretende-se avaliar diferenças em desempenho, segurança e eficácia. A análise estatística dos resultados poderá fornecer subsídios valiosos para práticas clínicas mais seguras e para a escolha criteriosa de seringas, considerando não apenas aspectos técnicos, mas também fatores econômicos e operacionais. Dessa forma, espera-se contribuir para o aprimoramento das terapias intravenosas, destacando a relevância de decisões fundamentadas na seleção de componentes para minimizar riscos e garantir melhores resultados terapêuticos.

Palavras-chave: Bomba de Infusão. Segurança de Dispositivos. Segurança do Paciente.

ABSTRACT

The technological evolution of infusion equipment has revolutionized the administration of fluids and medications in clinical settings, improving the precision and safety of intravenous therapies. From rudimentary manual devices to modern pumps with advanced features, the primary goal has always been to minimize errors

and maximize control in the infusion process. However, despite advancements, adverse events related to infusions remain frequent, underscoring the need to improve practices and processes, as well as ensure compatibility and efficiency of components such as syringes.

Syringe pumps, the focus of this study, stand out for their simplicity and precision, being widely employed in situations requiring controlled administration of medications. Nevertheless, factors such as syringe adhesion and system configurations can directly affect their effectiveness. Challenges such as infusion delays, leaks, or incompatibilities between syringes and pumps exemplify the issues faced.

This study aims to address an important gap by comparing manufacturer-recommended syringes with common-use syringes. Based on detailed experiments, it seeks to evaluate differences in performance, safety, and efficacy. Statistical analysis of the results may provide valuable insights for safer clinical practices and more informed syringe selection, considering not only technical aspects but also economic and operational factors. Thus, this study hopes to contribute to the improvement of intravenous therapies, emphasizing the relevance of well-founded decisions in component selection to minimize risks and ensure better therapeutic outcomes.

Keywords: Infusion Pump. Device Safety. Patient Safety.

1 INTRODUÇÃO

Os equipamentos de infusão são amplamente utilizados em estabelecimentos de assistência à saúde (EAS). Atualmente, o Brasil possui uma Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) proposta pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que estabelece processos regulatórios, práticas e padrões de qualidade para produtos e serviços sob sua regulamentação. Na RDC nº 07, são definidas quantidades mínimas exigidas para as bombas de infusão, de acordo com a área de atuação e a especificidade dos serviços prestados ao paciente. Essa regulamentação reflete os avanços tecnológicos e a importância desses dispositivos no contexto clínico (BRASIL, 2010).

A administração de fluidos por seringa, mesmo antes do desenvolvimento das bombas de infusão, sempre fez parte do cotidiano dos profissionais de saúde, permitindo a mensuração precisa da quantidade de fluido a ser injetada no paciente.

A combinação dessas duas técnicas em um único equipamento melhora significativamente a metodologia de infusão de fluidos, especialmente em situações

que demandam baixas doses e na manutenção contínua de medicamentos, hidratação ou nutrição durante a terapia do paciente.

O avanço tecnológico, embora significativo, não tem sido suficiente para evitar a ocorrência frequente de eventos adversos relacionados à infusão nas EAS. Isso evidencia que, além da evolução tecnológica, é essencial que os métodos, processos e treinamentos contínuos sejam revisados e atualizados regularmente, de modo a acompanhar essas inovações. Além disso, é crucial avaliar se as orientações fornecidas pelos fabricantes priorizam a segurança do paciente ou se são influenciadas por interesses comerciais, como no caso da recomendação do uso de seringas específicas em bombas de infusão de seringas.

Este artigo tem como objetivo apresentar uma análise comparativa dos resultados obtidos com o uso de seringas específicas para equipamentos de infusão em relação às seringas de uso comum. A proposta é verificar se há diferenças significativas nos resultados da infusão conforme a metodologia aplicada, contribuindo para uma avaliação mais aprofundada sobre a segurança, eficácia e possíveis impactos no processo de infusão.

Este estudo fornecerá informações valiosas para a prática clínica ao evidenciar o impacto da escolha da seringa nos resultados da terapia de infusão por bomba. Além de demonstrar como essa decisão pode influenciar a segurança e a eficácia da terapia, os achados poderão servir como base para futuras pesquisas sobre o tema, destacando a importância de cada componente do conjunto de infusão — neste caso, a seringa — no sucesso da terapia.

O estudo foi estruturado para incluir uma breve revisão da literatura sobre o tema, seguida pela descrição detalhada da metodologia utilizada. Essa metodologia abrange as marcas dos equipamentos e seringas, os diferentes tamanhos de seringas, o tipo de analisador empregado, os padrões de teste adotados, além do processo de coleta de dados. Os resultados comparativos são apresentados de forma clara, culminando em uma conclusão que destaca as principais descobertas e sugere novas direções para pesquisas futuras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A evolução dos equipamentos de infusão ao longo das últimas décadas transformou significativamente a administração de fluidos e medicamentos nos

ambientes clínicos, trazendo avanços notáveis em precisão e segurança. Desde os primeiros dispositivos manuais até as modernas bombas de infusão automatizadas, houve um esforço contínuo para minimizar erros e garantir maior controle sobre o processo de infusão. No entanto, apesar desses avanços tecnológicos, erros relacionados à infusão continuam a ocorrer com frequência, representando riscos à segurança do paciente. Esses erros podem ser atribuídos a uma combinação de fatores, incluindo falhas humanas, inadequações nos processos de treinamento e escolhas inadequadas de componentes do sistema de infusão. A presente revisão tem como objetivo explorar o desenvolvimento histórico desses equipamentos, os principais tipos de erros associados à infusão e as estratégias adotadas para mitigar esses problemas, fornecendo uma base para a comparação entre diferentes métodos de infusão, como o uso de seringas específicas ou de uso comum.

O desenvolvimento das tecnologias de infusão intravenosa começou no século XV com as primeiras tentativas de transfusão de sangue e infusão de substâncias terapêuticas. Ao longo dos séculos XVII e XIX, diversos experimentos foram realizados, incluindo a criação do primeiro dispositivo de infusão por Sir Christopher Wren e as primeiras transfusões bem-sucedidas de sangue humano. A popularização da infusão de fluidos intravenosos, especialmente durante as epidemias de cólera no século XIX, resultou em avanços como o uso de soluções salinas para ressuscitação. No século XX, o progresso continuou com o desenvolvimento de cateteres de plástico e técnicas de canulação de linha central, proporcionando maior segurança e eficácia nas terapias intravenosas modernas (Kim, Peterfreund & Lovich, 2023).

Com o passar dos anos, as bombas de infusão evoluíram significativamente, oferecendo não apenas maior precisão na administração de fluidos, mas também recursos de segurança mais sofisticados. As bombas de infusão são dispositivos médicos que administram fluidos, incluindo nutrientes e medicamentos, ao corpo de um paciente em quantidades controladas. Utilizadas amplamente em ambientes hospitalares, lares de repouso e domiciliar, esses dispositivos permitem a entrega precisa e programada de fluidos, em especial quando volumes muito pequenos são necessários ou quando a administração deve ocorrer em intervalos específicos. Existem vários tipos de bombas de infusão, como as de grande volume, seringa, elastoméricas, enterais, insulina e analgesia controlada pelo paciente (PCA), com algumas sendo projetadas para uso estacionário e outras para uso portátil. Devido

ao fato de administrarem medicamentos críticos, como quimioterápicos e analgésicos, falhas nesses dispositivos podem representar riscos significativos para a segurança do paciente. Muitas bombas modernas, chamadas "bombas inteligentes", possuem alarmes e alertas para detectar bloqueios, ar na tubulação ou configurações fora dos limites seguros, minimizando o risco de erros (FDA, 2018).

As bombas de seringa, objeto de estudo nesse artigo, são amplamente utilizadas em ambientes clínicos devido à sua simplicidade e precisão na administração de medicamentos e fluidos. Esses dispositivos utilizam uma catraca lateral que permite a troca fácil de seringas e empregam motores de passo para garantir uma taxa de fluxo constante, convertendo o movimento linear em uma administração controlada. Entretanto, as bombas de seringa enfrentam desafios, como o sifonamento, que pode ocorrer quando a pressão da bomba interfere no sistema de infusão, resultando em vazamentos de fluidos. Além disso, atrasos no início da administração podem acontecer devido à necessidade de tensionar todos os componentes antes de iniciar o fluxo, o que é especialmente problemático ao inserir uma nova seringa.

A aderência da seringa é uma característica crítica que influencia a eficácia do dispositivo; o design das seringas, muitas vezes orientado para a administração manual, pode não atender plenamente às necessidades de uso em bombas. Medidas que visam melhorar a pressão negativa e aumentar a pressão dentro da seringa podem otimizar o desempenho e reduzir a conformidade. Embora haja métodos eficazes para detectar pressão em bombas de seringa, como a medição da força no êmbolo e a pressão na linha de infusão, cada abordagem tem suas limitações e desafios.

Essas características tornam as bombas de seringa dispositivos importantes, mas também complexos, exigindo atenção constante para garantir a segurança e a eficácia na administração de fluidos e medicamentos (Anesthesia & Analgesia, 2018).

Entre 2005 e 2009, a FDA recebeu cerca de 56.000 relatos de eventos adversos relacionados ao uso de bombas de infusão, resultando em vários ferimentos e até mortes. Durante esse período, os fabricantes realizaram 87 recalls desses dispositivos, refletindo preocupações de segurança. Desses, 70 foram classificados como Classe II, indicando que seu uso poderia levar a consequências adversas temporárias ou clinicamente reversíveis, enquanto 14 recalls foram

classificados como Classe I, apontando um risco significativo de eventos adversos graves ou fatais. Importante ressaltar que esses incidentes não estavam restritos a um único fabricante ou tipo de bomba, mas ocorreram em diversos ambientes de uso. Embora alguns eventos possam ser atribuídos a erros dos usuários, muitos foram relacionados a falhas de design e engenharia dos dispositivos, que podem gerar problemas independentes ou contribuir para erros operacionais (FDA, 2018).

Dada a complexidade dos sistemas de infusão e os riscos associados a falhas na administração de medicamentos, a escolha da seringa é um aspecto crucial que merece investigação aprofundada. As diferenças no design e na aderência das seringas podem impactar diretamente a eficiência das bombas de seringa, resultando em variações significativas na segurança e eficácia do tratamento. A análise cuidadosa das opções de seringas pode contribuir para a redução de eventos adversos e melhorar a experiência clínica, garantindo que os profissionais de saúde tenham ferramentas adequadas para a administração precisa de medicamentos. Portanto, a pesquisa focada na comparação entre seringas específicas para infusão e seringas de uso comum é essencial para desenvolver práticas que priorizem a segurança do paciente e a eficácia das terapias.

Para fins de análise do custo operacional, que também constitui uma justificativa adicional para este estudo, os preços das seringas utilizadas neste estudo foram pesquisados considerando exclusivamente o custo do insumo, partindo do pressuposto de que o equipamento já seria de propriedade da instituição de saúde. Os preços observados foram os seguintes: seringas da marca Becton-Dickinson (BD), com capacidade de 10 ml, variando entre R\$ 0,89 e R\$ 1,89, e capacidade de 20 ml, entre R\$ 1,39 e R\$ 3,54, conforme pesquisa realizada no Google em 9 de dezembro de 2024. As seringas da marca Saldanha Rodrigues Ltda. (SR) apresentaram preços de R\$ 8,10 (10 ml) e R\$ 16,00 (20 ml), segundo informações obtidas junto à empresa Medicalway por contato telefônico na mesma data. A seringa Terumo, modelo de 10 ml, foi identificada com custo de R\$ 1,89, conforme registrado na Nota Fiscal Eletrônica nº 077.014, emitida em 4 de novembro de 2024 pela empresa Multi Cirúrgica. Esses valores evidenciam uma diferença significativa entre os custos de diferentes tipos, tamanhos e marcas de seringas.

Não foram considerados os custos dos insumos associados a contratos de locação ou comodato, pois estes geralmente incluem o custo operacional dos equipamentos, diluído de acordo com as condições contratuais estabelecidas.

Essas considerações justificam a relevância do estudo proposto, que busca não apenas contribuir para o corpo de conhecimento existente, mas também fornece diretrizes práticas para a escolha adequada de seringas no contexto da infusão intravenosa.

3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como um experimento de bancada, focado exclusivamente na análise de dispositivos de infusão, especificamente seringas, sem envolvimento de pacientes. Foram investigadas seringas comuns e seringas perfusoras, utilizando dois tipos diferentes de bombas de infusão de seringa.

As seringas comuns selecionadas são da marca BD com conexão (ponta) Luer Lok, disponíveis nos volumes de 10 e 20 ml (FIGURA 1). As seringas perfusoras utilizadas são das marcas SR (FIGURA 2) e Terumo (FIGURA 3) também com conexão (ponta) Luer Lok. A escolha de diferentes marcas de seringas perfusoras é crucial, pois a compatibilidade com bombas de infusão específicas é um fator determinante na eficácia da administração, é comum os fabricantes indicarem as marcas de seringas que podem ser utilizadas no equipamento.

FIGURA 1 – SERINGA COMUM BD LUER LOK 10 E 20ML



FONTE: O autor (2024).

FIGURA 2 – SERINGA PERFUSORA SR LUER LOK 10 E 20ML



FONTE: O autor (2024).

FIGURA 3 - SERINGA PERFUSORA TERUMO LUER LOK 10ML



FONTE: O autor (2024).

Para este estudo, a seringa da marca SR, nos tamanhos de 10 e 20 ml, foi utilizada com a bomba de seringa da marca Mindray modelo Benefusion SP3 (FIGURA 4), enquanto a seringa TERUMO, no tamanho de 10 ml, foi utilizada com a bomba da marca Lifemed no modelo S-Link Pro (FIGURA 5). Essa abordagem diversificada visa garantir uma análise mais abrangente, evitando que o estudo se concentre em uma única marca.

FIGURA 4 – BOMBA INFUSORA DE SERINGA MINDRAY



FONTE: Mindray, 2024.

FIGURA 5 – BOMBA INFUSORA DE SERINGA LIFEMED



FONTE: O autor (2024).

Ao abordar a compatibilidade das seringas com os equipamentos, é fundamental garantir que a calibração tenha sido devidamente realizada, incluindo o correto registro do modelo no dispositivo. Na metodologia empregada neste estudo, as marcas de seringas utilizadas foram selecionadas com base em modelos previamente cadastrados nos equipamentos, eliminando assim a necessidade de realizar um processo adicional de calibração. Essa abordagem assegura maior precisão nos resultados e minimiza possíveis interferências relacionadas à configuração dos dispositivos.

O protocolo de infusão foi cuidadosamente padronizado em termos de volume e tempo de infusão, garantindo uniformidade em todas as etapas do experimento. Para isso, utilizou-se o mesmo lúmen na linha de conexão de saída da seringa, o mesmo fluido de infusão — água para injeção Ecoflac plus, da marca B. Braun (FIGURA 6) —, e o mesmo analisador de infusão, o modelo IDA-1S da marca Fluke (FIGURA 7), para a leitura dos dados. A fim de minimizar variáveis que poderiam interferir nos resultados, diversos fatores potenciais de influência no desempenho da infusão foram mantidos constantes ao longo de todas as análises.

FIGURA 6 – FLUÍDO DE INFUSÃO



FONTE: O autor (2024).

FIGURA 7 – ANALISADOR DE BOMBA DE INFUSÃO FLUKE



FONTE: O autor (2024).

Para garantir uma amostra robusta e resultados precisos, foram utilizadas 30 amostras de cada tamanho e marca de seringa em cada bomba, totalizando 180 amostras distintas, proporcionando uma base sólida para a análise estatística dos dados.

A montagem dos dispositivos seguiu a seguinte sequência de etapas onde a FIGURA 8 demonstra a mesma finalizada:

1. **Enchimento da seringa:** A seringa foi preenchida com uma quantidade de fluido de injeção superior ao necessário para o protocolo, garantindo disponibilidade adequada para o processo.
2. **Posicionamento na bomba:** A seringa foi inserida na bomba de infusão, permitindo o reconhecimento automático pelo equipamento.
3. **Preparação do analisador:** O analisador foi preenchido com fluido de injeção previamente, evitando atrasos na leitura dos parâmetros de fluxo e volume.
4. **Conexão do extensor:** O extensor foi acoplado à ponta da seringa e a entrada de fluxo do analisador;
5. **Programação do analisador:** Após a conexão do extensor à entrada de fluxo do analisador foi realizada a programação padrão no analisador com o volume a ser infundido de 5 ml e o tempo de 30 minutos, nomeando cada ciclo no analisador, como exemplo: Marca da Seringa Tamanho da Seringa Marca da Bomba Número do Ciclo (SR 10 Mindray 1).
6. **Programação da infusão:** A bomba foi configurada para uma infusão de 5 ml e o tempo de 30 minutos, resultando num fluxo de 10 ml/h, e, antes de iniciar a programação de infusão, foi realizada uma aplicação de *bolus* para preencher o volume do extensor e ajustar mecanicamente a seringa a bomba, mantendo um volume residual de interesse de 5 ml.
7. **Início da infusão e análise:** Com todas as programações concluídas, os botões de início da bomba de infusão e do analisador foram acionados simultaneamente, dando início ao processo de infusão e coleta de dados.
8. **Final de Infusão e salvamento de dados:** Ao final de cada ciclo da infusão, o botão de fim do analisador foi acionado para encerramento do processo de leitura do analisador e o salvamento dos dados foram realizados.

FIGURA 8 – CONFIGURAÇÃO EXPERIMENTAL



FONTE: O autor (2024).

Ao término de cada ciclo, os resultados foram armazenados no analisador e posteriormente inseridos em uma planilha para análise estatística.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados foram divididos por amostras, sendo cada uma delas numerada, foram registrados no programa Microsoft Excel o volume e tempo de acordo com a marca, tipo e tamanho de seringa e a marca da bomba de infusão de seringa, dados que serão apresentados nos quadros a seguir:

QUADRO 1 – DADOS COLETADOS LIFEMED X BD

LIFEMED				
Seringa Perfusora (ml)		Volume (ml)	Tempo Decorrido (min)	
BD	Amostra 1	10	4,73	29,3
	Amostra 2	10	4,73	28,28
	Amostra 3	10	4,73	28,43
	Amostra 4	10	4,67	28,21
	Amostra 5	10	4,53	28,4
	Amostra 6	10	4,73	28,33
	Amostra 7	10	4,73	28,46
	Amostra 8	10	4,79	28,55
	Amostra 9	10	4,73	28,35

<i>Amostra 10</i>	10	4,79	29
<i>Amostra 11</i>	10	4,73	28,36
<i>Amostra 12</i>	10	4,73	29,09
<i>Amostra 13</i>	10	4,73	28,33
<i>Amostra 14</i>	10	4,79	29,13
<i>Amostra 15</i>	10	4,73	28,35
<i>Amostra 16</i>	10	4,6	28,05
<i>Amostra 17</i>	10	4,79	28,42
<i>Amostra 18</i>	10	4,79	28,49
<i>Amostra 19</i>	10	4,79	29,15
<i>Amostra 20</i>	10	4,79	28,47
<i>Amostra 21</i>	10	4,79	28,53
<i>Amostra 22</i>	10	4,73	28,3
<i>Amostra 23</i>	10	4,73	28,47
<i>Amostra 24</i>	10	4,79	28,43
<i>Amostra 25</i>	10	4,79	28,56
<i>Amostra 26</i>	10	4,86	29,13
<i>Amostra 27</i>	10	4,79	28,52
<i>Amostra 28</i>	10	4,79	28,4
<i>Amostra 29</i>	10	4,79	28,44
<i>Amostra 30</i>	10	4,73	28,37

FONTE: O autor (2024).

QUADRO 2 – DADOS COLETADOS LIFEMED X TERUMO

LIFEMED				
<i>Seringa Perfusora (ml)</i>		<i>Volume (ml)</i>	<i>Tempo Decorrido (min)</i>	
<i>Terumo</i>	<i>Amostra 1</i>	10	4,79	30,04
	<i>Amostra 2</i>	10	4,86	30,01
	<i>Amostra 3</i>	10	4,86	29,59
	<i>Amostra 4</i>	10	4,86	30,01
	<i>Amostra 5</i>	10	4,86	29,59
	<i>Amostra 6</i>	10	4,86	29,54
	<i>Amostra 7</i>	10	4,86	30
	<i>Amostra 8</i>	10	4,79	30
	<i>Amostra 9</i>	10	4,86	29,59
	<i>Amostra 10</i>	10	4,86	29,59
	<i>Amostra 11</i>	10	4,86	29,58
	<i>Amostra 12</i>	10	4,86	29,59
	<i>Amostra 13</i>	10	4,86	29,59
	<i>Amostra 14</i>	10	4,86	29,59
	<i>Amostra 15</i>	10	4,86	30
	<i>Amostra 16</i>	10	4,86	29,58
	<i>Amostra 17</i>	10	4,86	30
	<i>Amostra 18</i>	10	5,31	29,59

Amostra 19	10	4,86	30
Amostra 20	10	4,86	29,59
Amostra 21	10	4,86	30
Amostra 22	10	4,86	29,59
Amostra 23	10	4,86	29,59
Amostra 24	10	4,86	30,01
Amostra 25	10	4,86	29,58
Amostra 26	10	4,86	29,58
Amostra 27	10	4,86	29,59
Amostra 28	10	4,86	29,59
Amostra 29	10	4,86	30
Amostra 30	10	4,86	30,05

FONTE: O autor (2024).

QUADRO 3 – DADOS COLETADOS MINDRAY X BD 10

MINDRAY				
Seringa Perfusora (ml)		Volume (ml)	Tempo Decorrido (min)	
BD	Amostra 1	10	4,99	30,01
	Amostra 2	10	4,99	30
	Amostra 3	10	5,06	29,37
	Amostra 4	10	4,99	30
	Amostra 5	10	4,86	30
	Amostra 6	10	5,06	29,58
	Amostra 7	10	4,99	30,01
	Amostra 8	10	5,06	29,19
	Amostra 9	10	4,86	30,01
	Amostra 10	10	4,99	29,59
	Amostra 11	10	4,79	29,48
	Amostra 12	10	4,99	29,59
	Amostra 13	10	4,99	30
	Amostra 14	10	4,99	29,51
	Amostra 15	10	4,99	30,03
	Amostra 16	10	4,99	30
	Amostra 17	10	4,86	30
	Amostra 18	10	4,99	29,59
	Amostra 19	10	4,99	30
	Amostra 20	10	4,99	30
	Amostra 21	10	4,86	30
	Amostra 22	10	4,99	30,01
	Amostra 23	10	4,86	29,46
	Amostra 24	10	4,99	30
	Amostra 25	10	4,86	29,59
	Amostra 26	10	4,86	30
	Amostra 27	10	4,99	30

	Amostra 28	10	4,86	30
	Amostra 29	10	4,99	29,59
	Amostra 30	10	4,99	30,01

FONTE: O autor (2024).

QUADRO 4 – DADOS COLETADOS MINDRAY X SR 10

MINDRAY				
Seringa Perfusora (ml)		Volume (ml)		Tempo Decorrido (min)
SR	Amostra 1	10	4,99	28,18
	Amostra 2	10	4,86	28,12
	Amostra 3	10	4,86	28
	Amostra 4	10	4,86	28,09
	Amostra 5	10	4,86	28,13
	Amostra 6	10	5,06	28,35
	Amostra 7	10	4,86	27,59
	Amostra 8	10	4,99	28,42
	Amostra 9	10	4,99	28,09
	Amostra 10	10	4,86	27,58
	Amostra 11	10	4,86	28,04
	Amostra 12	10	4,86	27,41
	Amostra 13	10	4,86	28,06
	Amostra 14	10	4,86	28,03
	Amostra 15	10	4,86	27,4
	Amostra 16	10	4,86	28
	Amostra 17	10	4,79	27,46
	Amostra 18	10	4,99	28,2
	Amostra 19	10	4,86	27,56
	Amostra 20	10	4,86	28,18
	Amostra 21	10	4,86	28
	Amostra 22	10	4,86	27,56
	Amostra 23	10	4,99	28,41
	Amostra 24	10	4,99	28,32
	Amostra 25	10	4,86	28,15
	Amostra 26	10	4,99	28,14
	Amostra 27	10	4,99	28,29
	Amostra 28	10	4,99	28,32
	Amostra 29	10	4,86	28,18
	Amostra 30	10	4,99	28,08

FONTE: O autor (2024).

QUADRO 5 – DADOS COLETADOS MINDRAY X BD 20

MINDRAY		
Seringa Perfusora (ml)	Volume (ml)	Tempo Decorrido (min)

BD	Amostra 1	20	4,86	29,49
	Amostra 2	20	4,99	29,59
	Amostra 3	20	4,99	29,58
	Amostra 4	20	4,86	29,47
	Amostra 5	20	4,86	29,59
	Amostra 6	20	4,86	29,43
	Amostra 7	20	4,99	29,59
	Amostra 8	20	4,99	29,57
	Amostra 9	20	4,99	29,59
	Amostra 10	20	4,86	29,34
	Amostra 11	20	4,86	29,49
	Amostra 12	20	4,73	28,53
	Amostra 13	20	4,86	29,34
	Amostra 14	20	4,99	29,59
	Amostra 15	20	4,86	29,36
	Amostra 16	20	4,99	29,41
	Amostra 17	20	4,99	30
	Amostra 18	20	4,99	29,53
	Amostra 19	20	4,99	29,32
	Amostra 20	20	4,79	29,17
	Amostra 21	20	4,99	30
	Amostra 22	20	5,06	29,56
	Amostra 23	20	4,86	29,24
	Amostra 24	20	4,99	30
	Amostra 25	20	4,99	29,59
	Amostra 26	20	4,86	29,26
	Amostra 27	20	4,86	29,27
	Amostra 28	20	4,86	29,53
	Amostra 29	20	4,99	29,59
	Amostra 30	20	4,86	29,47

FONTE: O autor (2024).

QUADRO 6 – DADOS COLETADOS MINDRAY X SR 20

MINDRAY				
Seringa Perfusora (ml)		Volume (ml)	Tempo Decorrido (min)	
SR	Amostra 1	20	5,06	29,41
	Amostra 2	20	5,06	29,43
	Amostra 3	20	5,06	29,56
	Amostra 4	20	5,06	29,24
	Amostra 5	20	5,06	29,3
	Amostra 6	20	5,06	29,43
	Amostra 7	20	4,99	30,01
	Amostra 8	20	5,06	29,36

<i>Amostra 9</i>	20	5,06	29,39
<i>Amostra 10</i>	20	5,06	29,34
<i>Amostra 11</i>	20	5,06	29,43
<i>Amostra 12</i>	20	5,06	29,41
<i>Amostra 13</i>	20	5,06	29,47
<i>Amostra 14</i>	20	5,06	29,44
<i>Amostra 15</i>	20	4,99	29,39
<i>Amostra 16</i>	20	4,86	29,52
<i>Amostra 17</i>	20	4,99	29,38
<i>Amostra 18</i>	20	5,06	29,49
<i>Amostra 19</i>	20	5,06	29,38
<i>Amostra 20</i>	20	4,99	29,13
<i>Amostra 21</i>	20	5,06	29,42
<i>Amostra 22</i>	20	5,06	29,36
<i>Amostra 23</i>	20	4,99	29,25
<i>Amostra 24</i>	20	5,06	29,46
<i>Amostra 25</i>	20	5,06	29,36
<i>Amostra 26</i>	20	5,06	29,43
<i>Amostra 27</i>	20	5,06	29,44
<i>Amostra 28</i>	20	4,86	29,34
<i>Amostra 29</i>	20	5,06	29,35
<i>Amostra 30</i>	20	5,06	29,34

FONTE: O autor (2024).

Os resultados foram obtidos por análise estatística realizada através do programa Jamovi versão 2.3.28, onde foram possíveis extrair dados como a média e o desvio padrão das amostras, realizar o teste-t de Student para se obter uma conclusão das comparações realizadas entre os tipos de seringas.

Comparamos os valores coletados de volume e tempo dos grupos da seguinte forma:

Grupo 1: Bomba Lifemed – Seringa BD 10 x Seringa Terumo 10;

Grupo 2: Bomba Mindray – Seringa BD 10 x Seringa SR 10;

Grupo 3: Bomba Mindray – Seringa BD 20 x Seringa SR 20;

Nos itens 4.1, 4.2 e 4,3 serão apresentados os dados de cada grupo e a análise comparativa dos resultados.

4.1 RESULTADOS DO GRUPO 1

Na Bomba Lifemed foram realizados testes apenas com seringas de 10 ml devido ao tempo disponível para o desenvolvimento do experimento, totalizando 60 seringas, a comparação foi realizada com os resultados de volume e tempo das Seringa BD (comum) e Seringa Terumo (perfusora), sendo 30 unidades de cada modelo e os dados estatísticos serão apresentados nas tabelas e gráficos a seguir.

TABELA 2 – TESTE T PARA AMOSTRAS INDEPENDENTES

		Estatística	gl	p
VOLUME	t de Student	-6.32	58.0	< .001
TEMPO	t de Student	-17.30	58.0	< .001

Nota. $H_0: \mu_{COMUM\ 10ml} = \mu_{PERF\ 10ml}$

FONTE: The jamovi project (2022).

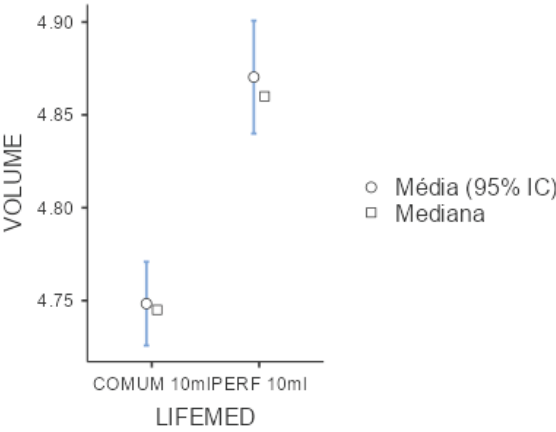
TABELA 2 – PRESSUPOSTOS

Teste à Normalidade (Shapiro-Wilk)		
	W	p
VOLUME	0.585	< .001
TEMPO	0.844	< .001

Nota. Um p-value pequeno sugere a violação do pressuposto da normalidade

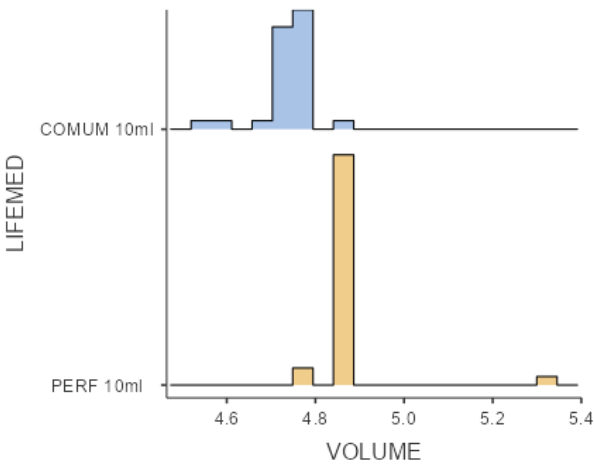
FONTE: The jamovi project (2022).

GRÁFICO 1 – VOLUME



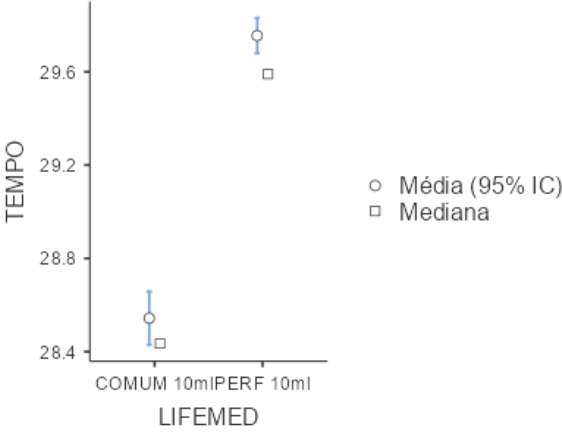
FONTE: The jamovi project (2022).

GRÁFICO 2 – VOLUME



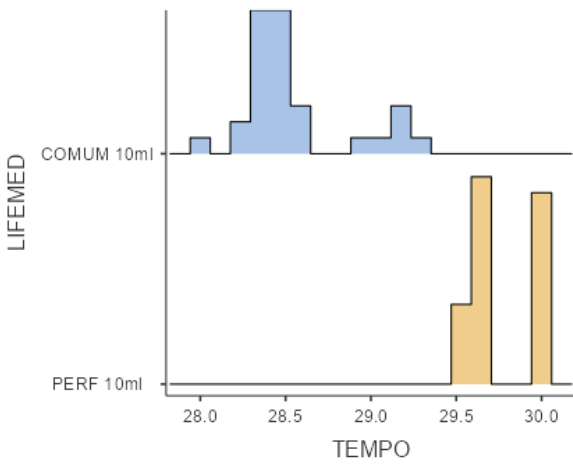
FORNTE: The jamovi project (2022).

GRÁFICO 3 – TEMPO



FORNTE: The jamovi project (2022).

GRÁFICO 4 – TEMPO



FORNTE: The jamovi project (2022).

TABELA 3 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA

	LIFEMED	N	Média	Erro-padrão	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
VOLUME	COMUM 10ml	30	4.75	0.0115	4.75	0.0630	4.53	4.86
	PERF 10ml	30	4.87	0.0155	4.86	0.0849	4.79	5.31
TEMPO	COMUM 10ml	30	28.54	0.0584	28.44	0.3196	28.05	29.30
	PERF 10ml	30	29.75	0.0387	29.59	0.2122	29.54	30.05

FONTE: The jamovi project (2022).

Na análise comparativa dos resultados apresentados para o Grupo 1, verifica-se que, ao utilizar a bomba Lifemed com seringas de 10 ml, houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos analisados em relação ao tempo e ao volume de infusão. Esse fato foi comprovado pelo teste-t de Student e pressuposto da normalidade, conforme demonstrado nas Tabelas 1 e 2, com valores de p inferiores a 0,001 ($p < 0,001$). Esses resultados estão melhor ilustrados nos Gráficos 1 e 3, onde as seringas perfusoras mostraram maior precisão ao alcançar valores mais próximos do parâmetro ajustado de 5 ml em um intervalo de 30 minutos, indicando maior eficiência. Adicionalmente, os Gráficos 2 e 4 reforçam a superioridade das seringas perfusoras em termos de desempenho. A Tabela 3 organiza e sintetiza de forma mais detalhada os resultados estatísticos, oferecendo suporte adicional à análise apresentada.

4.2 RESULTADOS DO GRUPO 2

Na Bomba Mindray foram realizados testes com seringas de 10 e 20 ml, totalizando 120 seringas, a comparação foi realizada com os resultados de volume e tempo das Seringa BD e Seringa SR. Os dados estatísticos das seringas de 10 ml (Grupo 2) serão apresentados nas tabelas e gráficos a seguir, onde para este tamanho de seringa foram utilizadas 30 amostras de cada marca.

TABELA 4 – TESTE T PARA AMOSTRAS INDEPENDENTES

		Estatística	gl	p
VOLUME	t de Student	2.58	58.0	0.012
TEMPO	t de Student	24.80	58.0	< .001

Nota. $H_0: \mu_{\text{COMUM 10ml}} = \mu_{\text{PERF 10ml}}$

FONTE: The jamovi project (2022).

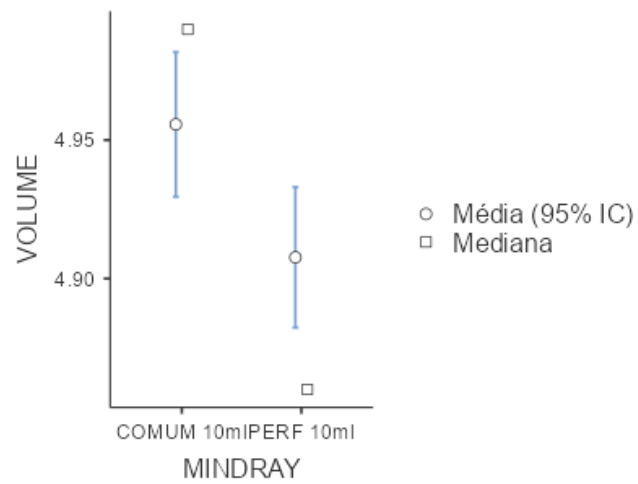
TABELA 5 – PRESSUPOSTOS

Teste à Normalidade (Shapiro-Wilk)		
	W	p
VOLUME	0.921	< .001
TEMPO	0.859	< .001

Nota. Um p-value pequeno sugere a violação do pressuposto da normalidade

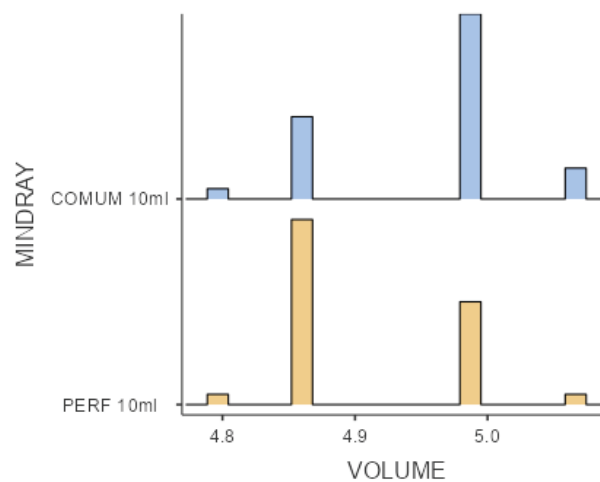
FONTE: The jamovi project (2022).

GRÁFICO 5 – VOLUME



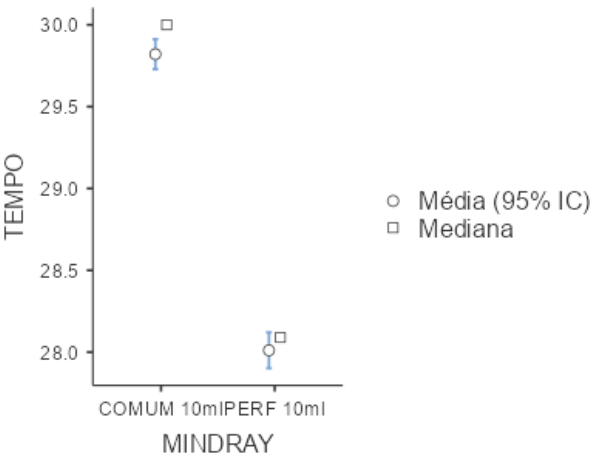
FONTE: The jamovi project (2022).

GRÁFICO 6 – VOLUME



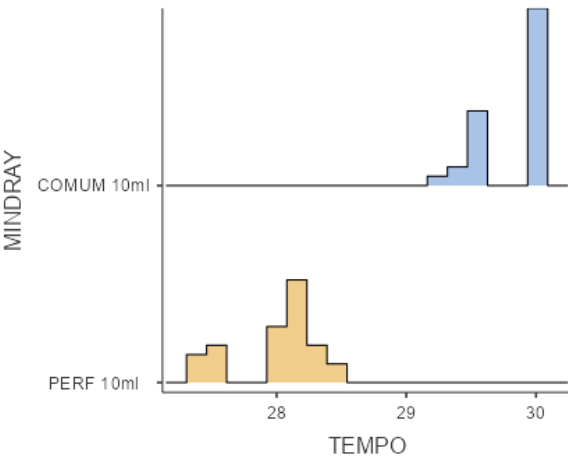
FONTE: The jamovi project (2022).

GRÁFICO 7 – TEMPO



FONTE: The jamovi project (2022).

GRÁFICO 8 – TEMPO



FONTE: The jamovi project (2022).

TABELA 6 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA

									Shapiro-Wilk		Percentis		
	MINDRAY	N	Média	Erro-padrão	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	W	p	25th	50th	75th
VOLUME	COMUM 10ml	30	4.96	0.0133	4.99	0.0730	4.79	5.06	0.770	< .001	4.86	4.99	4.99
	PERF 10ml	30	4.91	0.0129	4.86	0.0709	4.79	5.06	0.733	< .001	4.86	4.86	4.99
TEMPO	COMUM 10ml	30	29.82	0.0468	30.00	0.2565	29.19	30.03	0.725	< .001	29.59	30.00	30.00
	PERF 10ml	30	28.01	0.0559	28.09	0.3064	27.40	28.42	0.864	0.001	28.00	28.09	28.18

FONTE: The jamovi project (2022).

Diferente do Grupo 1, em análise comparativa dos resultados apresentados do Grupo 2 os resultados demonstraram que não há diferença significativa entre as médias dos grupos analisados com relação ao volume. Esse fato foi comprovado pelo teste-t de Student, conforme demonstrado na Tabela 4, com valores de p não inferiores a 0,001 ($p \geq 0,001$). Esses resultados estão melhor ilustrados nos Gráficos 5, onde as médias das amostras se sobrepõem, afirmando que não há diferença. Adicionalmente, o Gráficos 6 reforça a semelhança entre os resultados entre as seringas perfusoras e comuns.

Porém observa-se diferença significativa entre as médias dos grupos no parâmetro tempo. Esse fato foi comprovado pelo teste-t de Student e pressuposta da normalidade, conforme demonstrado na Tabela 4 e 5, com valores de p inferiores a 0,001 ($p < 0,001$). Esses resultados estão melhor ilustrados nos Gráficos 7, onde as seringas comuns mostraram maior precisão ao alcançar valores mais próximos do parâmetro ajustado de infusão num intervalo de 30 minutos, indicando maior eficiência. Adicionalmente, o Gráfico 8 reforçam a superioridade das seringas comuns em termos de desempenho.

A Tabela 6 organiza e sintetiza de forma mais detalhada os resultados estatísticos, oferecendo suporte adicional à análise apresentada, trazendo informações comparativas entre primeiro, segundo e terceiro quartis.

4.3 RESULTADOS DO GRUPO 3

Os dados estatísticos das seringas de 20 ml (Grupo 3) serão apresentados nas tabelas e gráficos a seguir, onde para este tamanho de seringa foram utilizadas 30 amostras de cada marca (BD e SR).

TABELA 7 – TESTE T PARA AMOSTRAS INDEPENDENTES

		Estatística	gl	p
VOLUME	t de Student	-6.45 *	58.0	< .001
TEMPO	t de Student	1.32 *	58.0	0.191

Nota. $H_0: \mu_{\text{COMUM } 20\text{ml}} = \mu_{\text{PERF } 20\text{ml}}$

* O teste de Levene é significativo ($p < 0.05$), sugerindo a violação do pressuposto da homogeneidade de variâncias

FONTE: The jamovi project (2022).

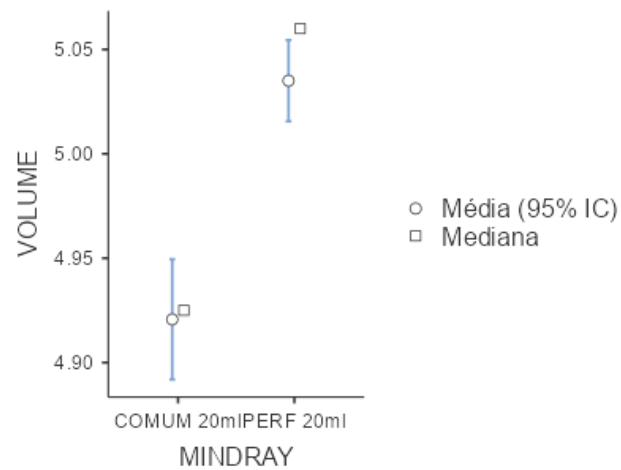
TABELA 8 – PRESSUPOSTOS

Teste à Normalidade (Shapiro-Wilk)		
	W	p
VOLUME	0.872	< .001
TEMPO	0.818	< .001

Nota. Um p-value pequeno sugere a violação do pressuposto da normalidade

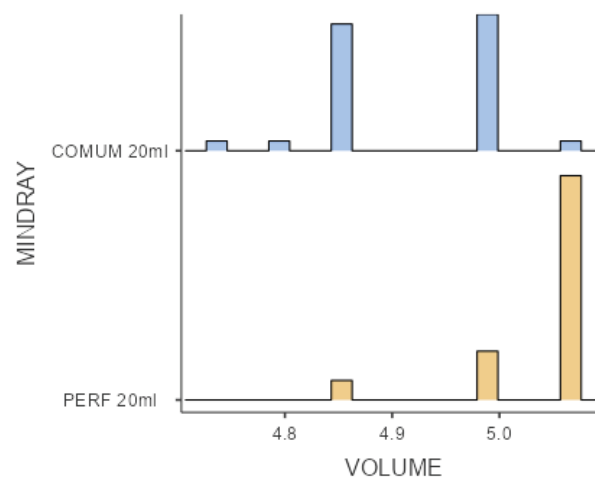
FONTE: The jamovi project (2022).

GRÁFICO 9 – VOLUME



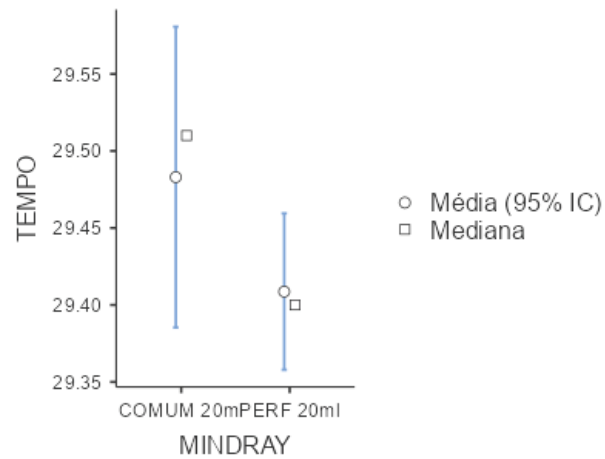
FONTE: The jamovi project (2022).

GRÁFICO 10 – VOLUME



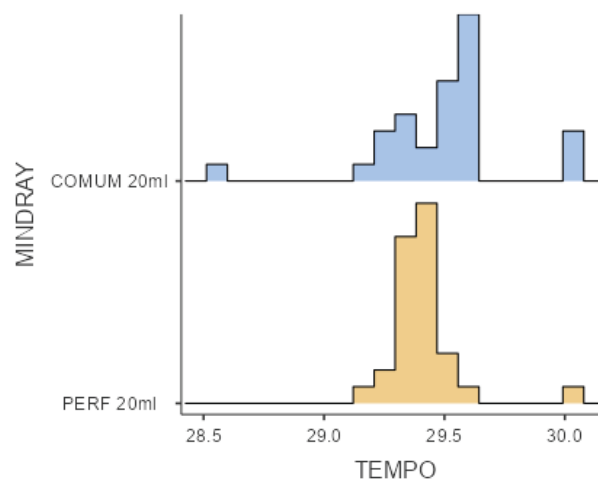
FONTE: The jamovi project (2022).

GRÁFICO 11 – TEMPO



FONTE: The jamovi project (2022).

GRÁFICO 12 – TEMPO



FONTE: The jamovi project (2022).

TABELA 9 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA

									Shapiro-Wilk		Percentis		
	MINDRAY	N	Média	Erro-padrão	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	W	p	25th	50th	75th
VOLUME	COMUM 20ml	30	4.92	0.01470	4.93	0.0805	4.73	5.06	0.804	<.001	4.86	4.93	4.99
	PERF 20ml	30	5.04	0.00993	5.06	0.0544	4.86	5.06	0.518	<.001	5.06	5.06	5.06
TEMPO	COMUM 20ml	30	29.48	0.04984	29.51	0.2730	28.53	30.00	0.850	<.001	29.34	29.51	29.59
	PERF 20ml	30	29.41	0.02591	29.40	0.1419	29.13	30.01	0.756	<.001	29.35	29.40	29.44

FONTE: The jamovi project (2022).

Diferente do Grupo 1, em análise comparativa dos resultados apresentados do Grupo 3 que ocorre de forma semelhante ao Grupo 2, os resultados demonstraram que não há diferença significativa entre as médias dos grupos analisados com relação ao tempo. Esse fato foi comprovado pelo teste-t de Student, conforme demonstrado na Tabela 7, com valores de p não inferiores a 0,001 ($p \geq 0,001$). Esses resultados estão melhor ilustrados nos Gráficos 11, onde as médias das amostras se sobrepõem, afirmando que não há diferença. Adicionalmente, o Gráficos 12 reforça a semelhança entre os resultados entre as seringas perfusoras e comuns.

Porém observa-se diferença significativa entre as médias dos grupos no parâmetro volume. Esse fato foi comprovado pelo teste-t de Student e pressuposta da normalidade, conforme demonstrado na Tabela 7 e 8, com valores de p inferiores a 0,001 ($p < 0,001$). Esses resultados estão melhor ilustrados nos Gráficos 9, onde as seringas perfusoras mostraram maior precisão ao alcançar valores mais próximos do parâmetro ajustado de infusão de 5 ml, indicando maior eficiência. Adicionalmente, o Gráfico 10 reforça a superioridade das seringas perfusora em termos de desempenho.

A Tabela 9 organiza e sintetiza de forma mais detalhada os resultados estatísticos, oferecendo suporte adicional à análise apresentada, trazendo informações comparativas entre primeiro, segundo e terceiro quartis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na bomba Lifemed, as seringas perfusoras demonstraram maior eficiência, apresentando menor erro em relação aos parâmetros ajustados, com destaque para as marcas utilizadas que são Terumo e BD, ambas previamente cadastradas no equipamento. Já na bomba Mindray, os resultados indicaram que não houve diferenças significativas entre as médias dos grupos testados (perfusoras e comuns). Em alguns parâmetros, ambas seringas apresentaram valores próximos aos ajustados, demonstrando eficiência semelhante. Nesse caso, a seringa SR já estava cadastrada, enquanto a BD foi registrada e calibrada conforme as recomendações do fabricante. De forma geral, os dados sugerem que, embora a seringa perfusora Terumo tenha apresentado maior eficiência na bomba Lifemed, os resultados obtidos com as seringas comuns da marca BD na bomba Mindray foram

igualmente consistentes, análise que pode ser comprovada através da comparação da análise descritivas dos três grupos. Isso evidencia que as seringas comuns podem ser adequadas para garantir a segurança e a precisão na infusão, desde que devidamente calibradas e configuradas para o equipamento utilizado.

Os resultados deste estudo indicam que o desempenho dos sistemas de infusão pode variar conforme o equipamento utilizado, sem relação direta com o tipo de seringa empregada. Isso evidencia que a compatibilidade entre o equipamento e os insumos utilizados pode ter um impacto significativo nos resultados obtidos.

Dessa forma, futuros estudos podem explorar a influência de diferentes marcas de equipamentos, bem como o impacto do método de cadastro e calibração das seringas nos dispositivos. Essas análises podem oferecer uma compreensão mais aprofundada das implicações dessas variáveis na segurança e na eficácia da terapia infusional, contribuindo para práticas clínicas mais seguras e precisas.

REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada. RDC nº 7, 2010.

KIM, Uoo R.; PETERFREUND, Robert A.; LOVICH, Mark A. *Breve histórico da infusão intravenosa. Anesthesia & Analgesia*. v. XXX, n. XXX, p. XXX-XXX, 2023.

Mandel, Jeff E. MD, MS. Understanding Infusion Pumps. *Anesthesia & Analgesia* 126(4):p 1186-1189, April 2018. | DOI: 10.1213/ANE.0000000000002396. Disponível em: https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/fulltext/2018/04000/understanding_infusion_pumps.17.aspx.

Infusion Pumps. FDA, Estados Unidos, 22/08/2018. Disponível em: <https://www.fda.gov/medical-devices/general-hospital-devices-and-supplies/infusion-pumps>. Acesso em: 24/08/2024.

Benefusion Série3. Mindray. Disponível em: <https://www.mindray.com/br/products/infusion-system/benefusion-3-series>. Acesso em: 05/10/2024.

The jamovi project (2022). *jamovi*. (Version 2.3) [Computer Software]. Disponível em: <https://www.jamovi.org>. Acesso em: 14/11/2024.