

ANÁLISE DO DESEMPENHO DE INFUSÕES MÚLTIPLAS

Aline S. Amorim¹, Vicente P. Barbosa², Renato A. Zângaro³.

^{1,3} FCS/UNIVAP – Av. Shishima Hifumi, 2911 – Urbanova – CEP: 12244-000 - São José dos Campos/SP

² LIFEMED/P&D-- Av. Shishima Hifumi, 2911, Parque Tecnológico/Univap - Módulo 401 – Urbanova – CEP: 12244-000 - São José dos Campos/SP

Resumo – A terapia intravenosa evoluiu com o desenvolvimento de sistemas de infusão. Dependendo do estado clínico do paciente, este pode receber diferentes tipos de fármacos onde para cada fármaco é utilizada uma bomba de infusão. Quando os fármacos envolvidos neste processo não podem ser misturados devido incompatibilidade entre ambos, é utilizado um cateter multi-lúmen, porém devido ao alto custo do mesmo, comumente são utilizados cateteres de único lúmen. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de sistemas de infusão quando utilizados com cateteres de único lúmen ou duplo lúmen. Os resultados de ambos os testes mostraram que os equipamentos cumprem com as exigências especificadas pela *NBR IEC 60601-2-24 - Equipamento eletromédico. Parte 2: Prescrições particulares para a segurança de bombas e controladores de infusão* e da precisão estipulada pelo fabricante.

Palavras-chave: Bombas de infusão, Infusão múltipla, Precisão.

Área de interesse: Ciências da Saúde

Introdução

Bombas de infusão são largamente utilizadas em hospitais para administração de líquidos e drogas, a uma vazão constante, por via sangüínea ou enteral, com maior precisão e segurança que sistemas manualmente controlados.

Segundo a ABNT, bombas de infusão são equipamentos capazes de gerar um fluxo sob pressão positiva da bomba. Estes equipamentos podem ser classificados de acordo com seu mecanismo de funcionamento. No mecanismo peristáltico ocorre o esmagamento do equipo, sendo este colocado em um rolete – mecanismo peristáltico circular – ou sob engrenagens que realizam um movimento ondulatório comprimindo o equipo contra um batente – mecanismo peristáltico linear. O mecanismo de seringa consiste na transformação de um movimento circular produzido por um motor elétrico em deslocamento linear de um êmbolo, que é aplicado na seringa para realização da infusão com este dispositivo. O mecanismo de cassete utiliza-se de dispositivos denominados cassetes onde estes são acionados por um pistão.

De acordo com o fluxo de infusão, estes equipamentos também podem ser classificados em volumétricos (onde a vazão é determinada e indicada em ml/h) e fluxométricos (qual a vazão é programada em número de gotas por unidade de tempo).

Comumente em unidades de terapia intensiva, dependendo do estado clínico do paciente, vários fármacos são entregues simultaneamente através da conexão de equips

em um único cateter, sendo cada bomba programada com uma vazão diferente, onde este tipo de infusão paralela é denominada infusão múltipla. Caso a mistura desses fármacos seja indesejada devido, por exemplo, ao resultado de reações químicas, precipitações ou cristalizações indesejadas, um cateter multi-lúmen é usado, sendo seis o número máximo de lúmens comumente encontrado na prática médica.

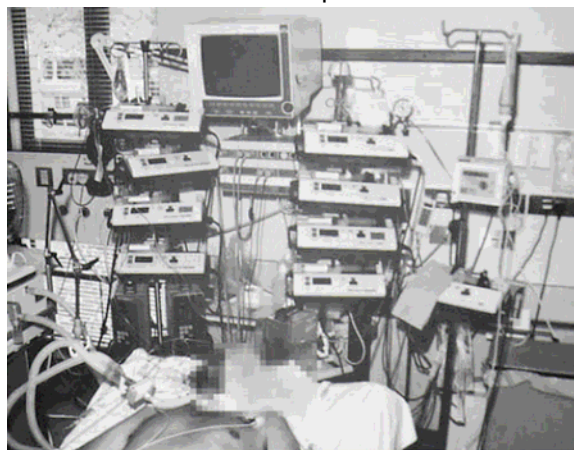


Figura 1-Bombas de infusão conectadas ao paciente na Unidade de Terapia Intensiva (COLIN, 2004)

Existe uma preocupação com relação ao uso destes equipamentos entre os profissionais da saúde, pois o funcionamento incorreto dos mesmos pode acarretar graves conseqüências decorrentes de vazões incorretas, como por exemplo, respostas tóxicas ou retardadas, edema pulmonar, problemas metabólicos, entre outros.

O objetivo do presente trabalho foi realizar um estudo geral sobre sistemas de infusão, tipos de mecanismos, normas pertinentes (NBR IRC 60601-2-24) e analisar o desempenho de bombas de infusão volumétricas quando utilizados em infusões múltiplas com cateteres mono ou duplo lúmen.

Metodologia

Para realização deste trabalho, foram adotados os procedimentos requeridos pela *NBR IEC 60601-2-24 - Equipamento eletromédico. Parte 2: Prescrições particulares para a segurança de bombas e controladores de infusão*. A norma preconiza para realização dos ensaios a utilização de balança digital (com precisão de 4 casas), equipo não usado e como solução água para utilização médica (Classe III da ISO).

Foram utilizadas duas bombas de infusão peristálticas circulares (modelo LF2001, Lifemed), um cateter de único lúmen (BD Intracath®) e um cateter duplo lúmen (ARROW®). Os dados foram coletados automaticamente através de um programa de ensaios da NBR IEC 60601-1-24, que elimina a necessidade do uso de buretas, de cronômetro, de medidores de pressão, entre outros, reduzindo o tempo dos testes e permitindo a aquisição instantânea dos valores de fluxo e volume total.

Os equipamentos foram programados com valores conforme tabela 1, onde testou-se a bomba A e a bomba B separadamente, e após ambas foram testadas através da conexão com os cateteres de único lúmen e duplo lúmen.

Tabela 1 – Dados de programação das bombas de infusão

Tipo de cateter	Bomba A		Bomba B		Bomba A+B	
	Volume (ml)	Fluxo (ml/h)	Volume (ml)	Fluxo (ml/h)	Volume (ml)	Fluxo (ml/h)
Mono lúmen	180	90	20	10	200	100
Duplo lumen	180	90	20	10	200	100

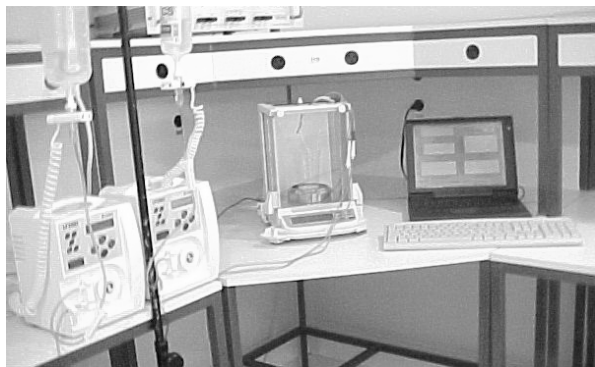


Figura 2 – Montagem do aparato experimental conforme NBR IEC 60601-2-24 (ABNT, 1999).

Resultados

Os resultados foram avaliados através da análise do erro inicial do sistema e do erro percentual global dado pela curva de trombeta emitida pelo programa de aquisição de dados.

Segundo ABNT (1999), a curva de trombeta é formulada para quantificar as variações na exatidão da vazão média sobre períodos ou janelas de observação específica. O gráfico apresentado na Figura 3 ilustra a variação percentual de E_p (max) e E_p (min) versus a duração da janela de observação P (min) e o erro percentual médio geral A, medido sobre a segunda hora do período de ensaio.

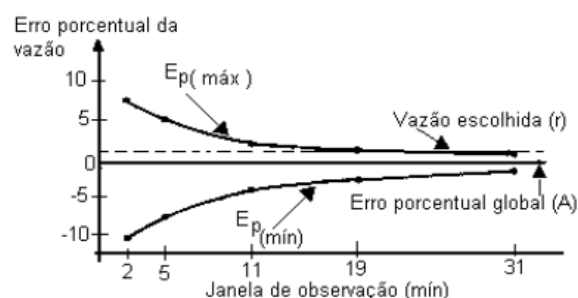


Figura 3 – Curva de trombeta plotada com base nos dados colhidos durante a segunda hora do período de ensaio (ABNT, 1999).

Tabela 2 – Resultados dos ensaios para cateter mono lúmen

Tipo	Bomba	Volume programado (ml)	Volume infundido (ml)	Erro global (±%)
Mono lúmen	B	2	1,9945	3
	B	2	1,9738	2
	B	2	1,9567	2
	A	180	186,8390	4
	A	180	179,6164	1
	A	180	175,8056	4
	A+B	182	176,4422	4
	A+B	182	178,4632	2
	A+B	182	171,3501	5

Tabela 3 – Resultados dos ensaios para cateter mono lúmen

Tipo	Bomba	Volume programado (ml)	Volume infundido (ml)	Erro global (±%)
Mono lúmen	B	20	20,1451	1
	B	20	20,0390	1
	B	20	20,2456	2
	A	180	177,1113	2
	A	180	178,8038	2
	A	180	176,1399	3
	A+B	200	199,2753	1
	A+B	200	198,8791	1
	A+B	200	198,6872	1

Tabela 4 – Resultados dos ensaios para cateter duplo lúmem

Tipo	Bomba	Volume programado (ml)	Volume infundido (ml)	Erro global (±%)
Duplo lúmem	B	2	2,0064	0,3
	B	2	1,8309	3
	B	2	1,8945	2
	A	180	179,9709	1
	A	180	184,7785	1
	A	180	186,8573	4
	A+B	182	182,3621	1
	A+B	182	184,7785	1
	A+B	182	177,0275	3

Tabela 5 – Resultados dos ensaios para cateter duplo lúmem

Tipo	Bomba	Volume programado (ml)	Volume infundido (ml)	Erro global (±%)
Duplo lúmem	B	20	20,3000	2
	B	20	20,0773	1
	B	20	20,0017	1
	A	180	183,3168	1
	A	180	187,9575	4
	A	180	187,9796	3
	A+B	200	203,9919	2
	A+B	200	192,1340	5
	A+B	200	192,7016	4

Os gráficos das figuras 4, 5, 6 e 7 apresentam alguns dos resultados obtidos nos ensaios com de único e duplo lúmem, respectivamente.

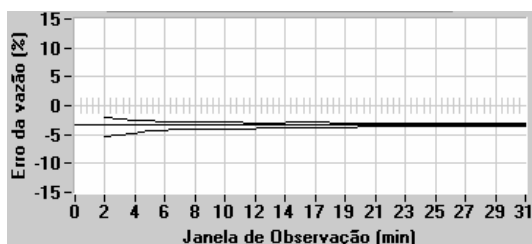


Figura 4 – Curva de trombeta da segunda hora para volume de 182 e vazão de 91 ml/h, com cateter de único lúmem.

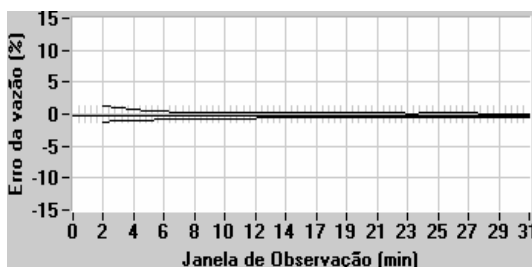


Figura 5 – Curva de trombeta da segunda hora para volume de 200 e vazão de 100 ml/h, com cateter de único lúmem

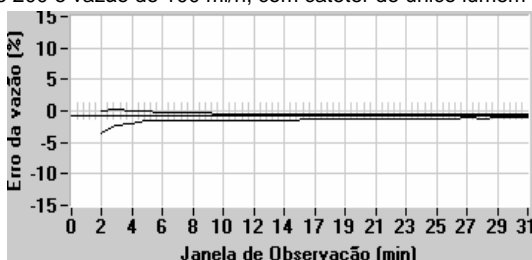


Figura 6 – Curva de trombeta da segunda hora para volume de 182 e vazão de 91 ml/h, com cateter duplo lúmem.

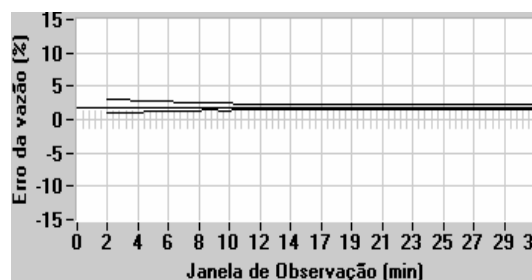


Figura 7 – Curva de trombeta da segunda hora para volume de 200 e vazão de 100 ml/h, com cateter duplo lúmem.

Discussão

A metodologia utilizada neste trabalho utilizou as informações do erro global dado pelas curvas de trombeta, onde estas são úteis quando se faz necessário um controle preciso do fluxo a ser infundido ou na infusão de drogas com tempo de ação. Analisando os resultados verificou-se que não houve grandes variações de fluxo ou volume em infusões múltiplas de bombas volumétricas utilizando outros tipos de cateteres, estando os valores de precisão dentro do especificado pelo fabricante dos equipamentos ($\pm 5\%$).

Problemas reportados por médicos de uma unidade de terapia intensiva neonatal com fármacos infundidos em baixo fluxo, como dopamina, dobutamina e morfina em multi-infusões levou a equipe de Engenharia Biomédica do *University Hospital Rotterdam* a investigar este fenômeno em bombas de seringa, onde foi observado que múltiplas infusões acarretavam distúrbios nas concentrações dos fármacos. (Lajehij, 2002)

Outro fator que deve ser considerado em multi-infusões é o empilhamento das bombas de infusão que devido à falta de espaço no ambiente hospitalar e a quantidade de equipamentos envolvidos no processo terapêutico são na maioria das vezes colocadas na posição vertical uma sobre as outras. Segundo Lönnqvist, em sua análise sobre o comportamento de cinco bombas de seringa sujeitas a uma manobra vertical de 1m de altura, concluiu que esta manobra resulta em injeção rápida de bôlus no sistema podendo colocar o paciente em risco quando se trata de fármacos potentes.

Atualmente, algumas empresas já oferecem sistemas de módulos onde várias bombas podem ser conectadas ou retiradas de acordo com a necessidade do paciente, possibilitando até mesmo a comunicação de dados com os equipamentos.

Tratando-se de bombas de seringa a utilização de cateteres multi lumens para infusões paralelas exige a conexão do fármaco mais

potente o mais próximo possível do ponto de entrega final.

Conclusão

Os resultados evidenciaram que os equipamentos cumprem as exigências requeridas pela *NBR IEC 60601-2-24 - Equipamento eletromédico. Parte 2: Prescrições particulares para a segurança de bombas e controladores de infusão*.

Conclui-se também que diferentes tipos de cateteres podem ser empregados em infusões múltiplas em bombas volumétricas quando drogas compatíveis são infundidas, acarretando na redução de custos para o estabelecimento assistencial de saúde.

Referências Bibliográficas

Alves, C. A. M. Bombas de Infusão: Operação, Funcionalidade e Segurança. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina; Florianópolis, 2002.

Button, V.L.S.N. [vera@ceb.unicamp.br]. "Dispositivos de Infusão". [<http://www.fee.unicamp.br/deb/vera>]. Data de acesso: Outubro, 2005.

Canelas, D. Hermini, H. A. Cliquet, Jr.A. Metodologia para avaliação de desempenho essencial de Bombas de infusão. Congresso da Sociedade Brasileira de Metrologia; Recife, 2003.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR IEC 60601-2-24 - Equipamento eletromédico, parte 2 Prescrições particulares para segurança de bombas e controladores de infusão.

Lonnqvist P A, Lofqvist B. Design flaw can convert commercially available continuous syringe pumps to intermittent bolus injectors. 1997, Intensive Care Medicine 23, 998-1001

Laheij N. Multiple infusion, problems, risks, safety and solutions. Proceedings: FBMT annual Congress, Wurtzburg, Germany 2-5 June 2002.

Colin, C. Project FEOT 11a: A study to determine the extent and impact of problems associated with poor mixing of fluids in medical infusions into the vascular system. Disponível em: <http://dea.brunel.ac.uk/staffsites/colinclark/infusionflows.html> - Data de acesso: Abril, 2006.