

FADIGA DE ALARMES EM BOMBAS DE INFUSÃO NO CONTEXTO PEDIÁTRICO: REVISÃO INTEGRATIVA

Alarm fatigue in infusion pumps in the pediatric context: integrative review

Fatiga de alarma en bombas de infusión en el contexto pediátrico: revisión integrativa

Elizandra Cassia da Silva Oliveira¹, Juliana da Rocha Cabral², Felicialle Pereira da Silva³, Regina Célia de Oliveira⁴

Como citar este artigo:

Oliveira ECS, Cabral JR, Silva FP, Oliveira RC. Fadiga de alarmes em bombas de infusão no contexto pediátrico: revisão integrativa. 2021 jan/dez; 13:1428-1435. DOI: <http://dx.doi.org/10.9789/2175-5361.rpcfo.v13.9703>.

RESUMO

Objetivo: identificar as causas da fadiga de alarmes em estudos de usabilidade de bomba de infusão em terapia intensiva pediátrica. **Métodos:** realizou-se uma revisão integrativa nas bases de dados LILACS, SciELO, IBECs, SCOPUS e MEDLINE. **Resultados:** foram identificadas 1.164 publicações e selecionados seis estudos primários que emergiram em duas temáticas: compreender as causas dos alarmes da bomba de infusão que constou: biblioteca de fármacos incompleta, limites absolutos e relativos rígidos, falta de protocolo de preparo e administração de medicação, período de férias dos funcionários; e as medidas que podem evitar a fadiga de seus alarmes. **Conclusão:** as causas da fadiga de alarmes envolvem baixa interação do usuário com o equipamento, processos de trabalhos inadequados e baixo investimento em medidas preventivas para sua ocorrência. A utilização segura de bombas de infusão demanda uma equipe que monitore suas práticas e atue promovendo mudanças no contexto de trabalho.

Descritores: Bombas de infusão; Unidades de terapia intensiva pediátrica; Ergonomia; Alarmes clínicos; Avaliação da tecnologia biomédica.

ABSTRACT

Objective: to identify the causes of alarm fatigue in studies of infusion pump usability in pediatric intensive care. **Methods:** an integrative review was carried out in the LILACS, SciELO, IBECs, SCOPUS and MEDLINE databases. **Results:** 1,164 publications were identified and six primary studies were selected that emerged in two themes: understanding the causes of the infusion pump alarms that consisted of: incomplete drug library, absolute and strict relative limits, lack of preparation protocol and medication administration, employee vacation period; and measures that can prevent fatigue from your alarms. **Conclusion:** the causes of alarm fatigue involve low user interaction

- 1 Enfermeira doutora em Enfermagem pela Universidade de Pernambuco e Universidade Estadual da Paraíba. Recife- Pernambuco-Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-4785-4375>
- 2 Enfermeira, doutoranda do Programa Associado de Pós-graduação em Enfermagem pela Universidade de Pernambuco e Universidade Estadual da Paraíba. Recife- Pernambuco- Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-3827-996X>
- 3 Enfermeira, doutora em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento pela Universidade Federal de Pernambuco, Professora Adjunta da Universidade de Pernambuco. Recife- Pernambuco- Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-2805-7506>
- 4 Enfermeira, pós doutora, docente do Programa Associado de Pós-graduação em Enfermagem pela Universidade de Pernambuco e Universidade Estadual da Paraíba. Recife- Pernambuco- Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-6559-5872>

with the equipment, inadequate work processes and low investment in preventive measures for its occurrence. The safe use of infusion pumps requires a team to monitor their practices and act by promoting changes in the work context.

Descriptors: Infusion pumps; Pediatric intensive care units; Ergonomics; Clinical alarms; Biomedical technology assessment.

RESUMEN

Objetivo: identificar las causas de la fatiga de alarma en estudios de usabilidad de bombas de infusión en cuidados intensivos pediátricos. **Métodos:** se realizó una revisión integradora en las bases de datos LILACS, SciELO, IBECs, SCOPUS y MEDLINE. **Resultados:** se identificaron 1.164 publicaciones y se seleccionaron seis estudios primarios que surgieron en dos temas: comprender las causas de las alarmas de la bomba de infusión que consistían en: biblioteca de medicamentos incompleta, límites relativos absolutos y estrictos, falta de protocolo de preparación y administración de medicamentos, período de vacaciones de los empleados; y medidas que pueden prevenir la fatiga de sus alarmas. **Conclusión:** las causas de la fatiga de las alarmas involucran baja interacción del usuario con el equipo, procesos de trabajo inadecuados y baja inversión en medidas preventivas para su ocurrencia. El uso seguro de las bombas de infusión requiere que un equipo monitoree sus prácticas y actúe promoviendo cambios en el contexto de trabajo.

Descriptores: Bombas de infusión; Unidades de cuidados intensivos pediátricos; Ergonomía; Alarmas clínicas; Evaluación de tecnología biomédica.

INTRODUÇÃO

Os alarmes em Equipamentos Médicos Assistenciais (EMA) são barreiras que podem minimizar erros humanos e prevenir o risco à segurança do paciente, identificando, assim, o uso incorreto do equipamento, ou modificações do estado clínico do paciente; requerendo ações corretivas imediatas.¹ No contexto da segurança do paciente pediátrico esses alarmes representam um alerta para os “orifícios” na fatia do modelo do queijo suíço de Reason.²

Sobre a temática, estudos revelam que em Unidades de Terapia Intensiva (UTI), o número de alarmes pode variar de 100 a mais de 350; onde o profissional de saúde é exposto, por turno de trabalho, a mais de mil alarmes.³ Vê-se que, quando acionados em excesso, os profissionais tornam-se insensíveis em atendê-los, configurando a fadiga de alarmes e possibilitando que alarmes relevantes sejam ignorados e/ou silenciados.⁴

A literatura revela que os alarmes são avaliados pelos profissionais como irritantes, que perturbam o paciente, promovem o excesso de ruído e causam interrupções do fluxo de trabalho.³⁻⁴ Por conta disso, muitas vezes os alarmes são violados; ajustados fora da faixa de segurança, ou tendo seu volume reduzido.⁵ Verifica-se que a preocupação com os alarmes vem aparecendo na lista de TOP 10 de perigos à saúde, pelo *Emergency Care Research Institute* (ECRI), em 2011, 2014, 2015, 2016, 2018 e 2019 “*Alarm Hazards*”.⁶ Fato este que configura um grande desafio para os profissionais de saúde em suas práticas assistenciais.

Ao utilizar um EMA, a interação homem-equipamento se faz essencial; uma vez que o usuário precisa configurar o equipamento, a fim de garantir a funcionalidade dos seus alarmes, e para que suas ações sejam direcionadas a partir do entendimento dos mesmos.⁷ Esta interação pode ser avaliada através da usabilidade do equipamento, e pela forma como este produto pode ser usado por profissionais específicos, para atingir metas específicas com eficácia, eficiência e satisfação, em um contexto peculiar de uso.⁸ Assim, o EMA deve ser compreendido como um equipamento fácil de aprender e de usar na prática assistencial.

Dentre tantos equipamentos em UTI pediátrica, a bomba de infusão (BI) é um EMA amplamente utilizado, constituindo-se atualmente em um aliado essencial à equipe de enfermagem, no processo de administração de fluidos e medicamentos com segurança. Verifica-se que a incidência de erros e eventos adversos de medicamentos em crianças são duas a três vezes maiores do que em adultos. As doses medicamentosas em crianças são calculadas por tempo e peso; além da administração frequente de medicamentos de alta vigilância ou *off label* de forma contínua,⁹ exigindo, assim, maior usabilidade da BI por seus usuários.

Diante da vulnerabilidade do paciente pediátrico em UTI, este estudo vem despertar a importância dos equipamentos na qualificação da assistência à saúde e segurança do paciente. As falácias e custos em tecnologias implementadas sem avaliação do seu impacto no ambiente real de trabalho têm na avaliação da usabilidade, respostas para minimizar os eventos adversos e os riscos aos pacientes e equipe em saúde.

Neste contexto, um melhor entendimento da usabilidade em BI possibilitará melhorias na interação homem-equipamento, resultando em maior satisfação dos usuários e, conseqüentemente, uma assistência de enfermagem eficaz, eficiente e segura. À vista disso, objetivou-se identificar as causas da fadiga de alarmes em estudos de usabilidade de bomba de infusão em terapia intensiva pediátrica.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, com a finalidade de sintetizar, de forma sistemática, resultados de pesquisas com diversas abordagens metodológicas disponíveis no meio científico; visando a compreensão ampla de um tema específico e permitindo a incorporação desses achados na prática clínica. Esse método é composto por seis etapas que incluem: pergunta norteadora da revisão; seleção da amostra do estudo; categorização e avaliação dos estudos; interpretação dos resultados e síntese do conhecimento.¹⁰

Para a elaboração da questão de pesquisa da revisão integrativa, utilizou-se a estratégia PICO (acrônimo para *patient, intervention, comparison, outcomes*).¹¹ Assim, neste estudo buscou-se responder a seguinte questão: quais as causas da fadiga de alarmes em estudos de usabilidade de bomba de infusão em terapia intensiva pediátrica? Nesta, o primeiro elemento da estratégia (P) bomba de infusão; o segundo

(I), avaliar a usabilidade; e o quarto elemento (O) prevenir a fadiga de seus alarmes. Ressalta-se que, dependendo do método de revisão, não se emprega todos os elementos da estratégia PICO. Nesta revisão integrativa, o terceiro elemento (C) comparação, não foi utilizado.

A busca foi conduzida por dois pesquisadores de forma independente, o período de coleta foi realizada de novembro a dezembro de 2020, nas bases de dados da Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Índice Bibliográfico Espanhol em Ciências da Saúde (IBECs), *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) via Pubmed e Scopus disponibilizados diretamente pelo site da base ou através do Portal Capes, com limite de tempo entre janeiro de 2009 a janeiro de 2020.

O tema usabilidade apresenta abordagem vasta em países desenvolvidos, mas não obtivemos resultados registrados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) ou no *Medical Subject Headings* (MeSH). Os descritores controlados e palavras-chave foram os seguintes:

a) PubMed, Scopus e IBECs: *Infusion Pumps, Intensive Care Units, Pediatric, Ergonomics and Clinical Alarms* (MeSH); *Infusion Pump, Pediatric Intensive Care Units, Ergonomic and Clinical Alarm* (palavras-chave); b) LILACS e Scielo: Bombas de Infusão, Unidades de Terapia Intensiva Pediátrica, Ergonomia e Alarmes Clínicos (Descritores em Ciências da Saúde); Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica Bomba de Infusão, Análise Ergonômica e Alarmes (palavras-chave).

Para cada base de dados, foi elaborada estratégia de busca com os descritores controlados e palavras chave (diferentes cruzamentos). A estratégia de busca empregada na base de dados PubMed, Scopus e IBECs foi: 1) *Infusion Pumps OR Infusion Pump AND Intensive Care Units, Pediatric OR Pediatric Intensive Care Units*, 2) *Infusion Pumps OR Infusion Pump AND Ergonomics OR Ergonomic* 3) *Infusion Pumps OR Infusion Pump AND Clinical Alarms OR Clinical Alarm*. LILACS e Scielo foi: 1) Bomba de Infusão ou Bombas de Infusão AND Unidades de Terapia Intensiva Pediátrica OR Unidade de Terapia Intensiva, 2) Bomba de Infusão ou Bombas de Infusão AND Ergonomia OR Análise Ergonômica, 3) Bomba de Infusão ou Bombas de Infusão AND Alarmes Clínicos.

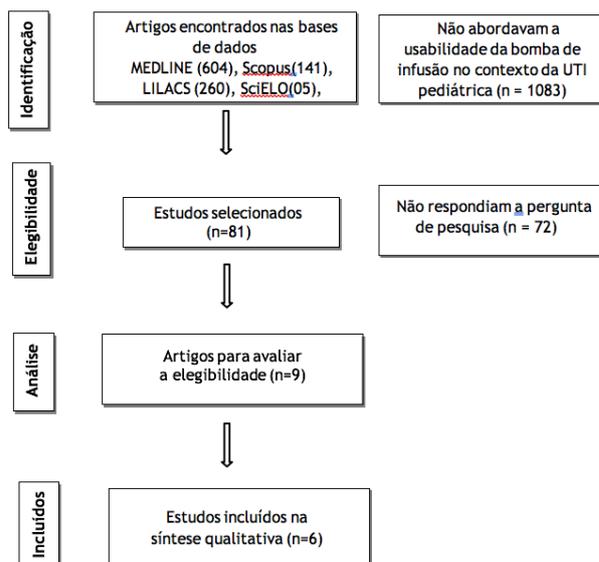
Os critérios de inclusão foram: artigos abordando o tema usabilidade de bombas de infusão em terapia intensiva pediátrica, na língua portuguesa, espanhola ou inglesa. Excluíram-se as revisões tradicionais da literatura, estudos secundários (revisão sistemática), carta-resposta e editoriais; e estudos que apresentavam apenas dados quantitativos do número de alarmes por turno e/ou setor.

A seleção dos estudos foi realizada segundo o diagrama PRISMA¹² (*Preferred Reporting Items for Systematic Review and*

Meta-Analyses). Na busca nas bases de dados, identificaram-se 1.164 publicações potencialmente elegíveis (PubMed=604, Scopus=141, IBECs=154, LILACS=260, Scielo= 5). Na primeira análise, após a leitura do título e resumo dos estudos primários; os artigos que não abordavam a usabilidade da bomba de infusão no contexto da UTI pediátrica foram excluídos (n=1083). Na segunda análise, por meio da leitura dos artigos na íntegra (n=81), excluiu-se 75 artigos por não responderem à questão de pesquisa. As análises foram desenvolvidas de forma independente por duas revisoras. Assim, a amostra da revisão integrativa foi composta de seis estudos primários, conforme (Figura 1).

Os seis artigos foram lidos e analisados na íntegra. Para coleta e síntese dos dados foi elaborado um instrumento com as variáveis título, periódico, ano, fator de impacto segundo o *Journal Citation Reports* (JCR), objetivos e resultados. A apresentação dos resultados e discussão dos dados obtidos foi realizada de forma descritiva, possibilitando ao leitor a avaliação da aplicabilidade da revisão integrativa de forma a atingir o objetivo desse método.

Figura 1 - Fluxograma do processo dos artigos selecionados segundo o modelo PRISMA. Recife, PE, Brasil, 2019.



Fonte: autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os seis estudos incluídos nesta revisão foram todos originários da Espanha. Não foi evidenciado produções no Brasil. O tipo de estudo descritivo correspondeu a (100%) da amostra. As revistas dos artigos publicados apresentam fator de impacto alto, variando de 0.912 a 3.210. Quanto aos autores, houve a participação de médicos, enfermeiros e farmacêuticos (Quadro 1).

Quadro1 - Distribuição dos estudos segundo: título, periódico, ano, fator de impacto, objetivos, resultados e conclusão. Recife, PE, Brasil, 2019.

Título do artigo	Periódico/ Ano/ Fator de impacto	Tipo do estudo	Objetivo(s)	Resultados
<i>Risks in the implementation and use of Smart pumps in a pediatric intensive Care unit: application of the failure Mode and effects analysis</i>	<i>International Journal of Technology Assessment in Health Care</i> , 2014 0.912	Estudo descritivo	Identificar pontos de risco nas diferentes etapas do processo de implementação da bomba de infusão inteligente para priorizar medidas de melhoria.	Revisões periódicas da biblioteca de medicamentos, desenvolvimento de documentos de apoio e a inclusão de treinamento foram os pontos de risco identificados.
<i>Smart pump alerts: All that glitters is not gold</i>	<i>International journal of medical informatics</i> , 2011 3.210	Estudo descritivo	Avaliar os resultados do uso de bombas de infusão inteligentes na sua fase inicial e avaliar a significância e implicações práticas dos alarmes emitidos.	Ao analisar os alarmes acionados, foi possível detectar problemas como a necessidade de aumentar o treinamento dos usuários, reajustar limites que não correspondiam à prática clínica, corrigir erros na edição da biblioteca de medicamentos.
<i>Implementation of smart pumps technology in a pediatric intensive care unit</i>	<i>Health Informatics Journal</i> , 2015 3021	Estudo descritivo	Descrever o processo de implementação da bomba inteligente em uma Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP) e apresentar os erros de programação mais relevantes relacionados à infusão, que foram prevenidos.	Os períodos de substituição de férias e administração de medicamentos foram significativamente associados a um maior número de erros de programação relacionados à infusão.
<i>Developing a drug library for smart pumps in a pediatric intensive care unit</i>	<i>Artificial Intelligence in Medicine</i> 2011 2.879	Estudo descritivo	Descrever o processo de desenvolvimento de uma biblioteca específica de medicamentos para uma Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica e os principais fatores para evitar erros de programação	A falta de adesão aos protocolos, erros na edição dos limites de medicamentos específicos, programação incorreta de infusões são fatores que podem causar uma alto número de alarmes desnecessários.
<i>Impact of implementing smart infusion pumps in a pediatric intensive care unit</i>	<i>American Journal of Health-System Pharmacy</i> , 2013 1.969	Estudo descritivo	Investigar o impacto de bombas de infusão inteligentes na interceptação de erros na programação de administrações IV de medicamentos em uma Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica (PICU).	92 alarmes foram associados com erros de programação que levaram ao cancelamento ou reprogramação do processo de infusão. Cerca de 97% dos erros resultaram da programação do usuário, de doses ou taxas de infusão acima dos limites rígidos definidos na biblioteca de medicamentos
<i>Administración segura de medicamentos intravenosos en pediatría: 5 años ~ de experiencia de una Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos con bombas de infusión inteligentes</i>	<i>Medicina intensiva</i> , 2016 1.231	Estudo descritivo	Estimar o impacto da implantação de bombas de infusão do tipo <i>smart pumps</i> em uma unidade de cuidados intensivos pediátricos quanto ao número e tipo de erros de administração interceptados.	A razão número de alertas/ infusões programadas foi de 0,76% e 68% dos alertas por limite relativo foram ignorados.

Fonte: autores.

A produção científica encontrada sobre as causas da fadiga de alarmes em estudos de usabilidade de bomba de infusão em terapia intensiva pediátrica apresenta-se incipiente segundo os critérios de inclusão desta revisão. Além do que, os estudos encontrados nesta pesquisa abordam a bomba de infusão do tipo *smart pumps*, também conhecida como “bombas inteligentes”, ainda pouco utilizadas no contexto hospitalar brasileiro.

Há carência de diretrizes que priorizem as necessidades clínicas do paciente e a prevenção de eventos adversos associado ao alto custo da implantação das bombas de infusão do tipo *smart pumps*, o que nos leva a crer que ainda haverá um longo tempo até a utilização dessa tecnologia em nosso dia-a-dia. Quanto aos estudos de custo-efetividade entre a utilização de bombas de infusão com bibliotecas de fármacos e as bombas de infusão convencionais para a redução de eventos adversos; foi evidenciado que embora essa última tenha o menor custo, apresenta também menor efetividade.¹³

A bomba de infusão do tipo *smart pumps* apresenta um *software* em que uma biblioteca de fármacos é instalada. Conectado à internet, este sistema executa aplicações programadas e estabelecidas, além de promover modos de análise dos dados coletados. Para cada droga da biblioteca, podem ser estabelecidos os seguintes parâmetros: unidade de dose, concentração-padrão, doses máximas e mínimas, e vazões de infusão. Há a possibilidade de uma taxa de infusão com limites relativos e absolutos (“limites suaves” e “limites rígidos”, respectivamente). Quando os limites relativos são violados gera-se um alerta, mas é permitido que a infusão continue. Já o alerta dos limites absolutos, promove o cancelamento ou a reprogramação da infusão.¹⁴⁻¹⁵ Trata-se na atualidade, de uma das tecnologias recomendadas para maior segurança na administração de soluções venosas.¹⁵

Todavia, apesar da *smart pumps* representar um grande avanço para a terapia endovenosa; soluções alternativas podem ser realizadas pelos usuários para desviar a barreira de segurança (os alarmes) do dispositivo. Desta forma, é essencial a participação da equipe de enfermagem como protagonista para o melhoramento desta tecnologia, visando uma assistência à saúde mais segura ao paciente e ao profissional.¹⁶

Na sequência da análise efetuada aos artigos selecionados, e das evidências científicas encontradas, consideramos relevante à apresentação de duas temáticas: compreender as causas da fadiga dos alarmes e conseqüentemente sua afadiga e as medidas que podem evitar a fadiga de alarmes em bomba de infusão.

Destaca-se ainda, nos estudos desta revisão, que os alarmes registrados foram analisados através dos dados armazenados na BI, direcionando melhorias para sua usabilidade.

Compreender as causas dos alarmes da bomba de infusão

O contexto da prática assistencial nos permite compreender por que os alarmes soam; e que a heterogeneidade das

características do paciente em UTI pediátrica, desde bebês até adolescentes internados, requer doses e tempo de infusão medicamentosa variadas, tornando as configurações da *smart pumps* desafiadoras, contando com a participação de uma equipe interdisciplinar para sua adequação.¹⁷

Dentre as causas dos alarmes que podem contribuir para a ocorrência da fadiga de seus alarmes, obtivemos:

1) Biblioteca de fármacos incompleta para atender a prática clínica.¹⁸⁻¹⁹ As bibliotecas de fármacos devem ser projetadas, especificamente, para cada unidade; a ocorrência do excesso de alarmes por tentativa de inserção do fármaco que não está inserido na biblioteca faz com que a equipe de enfermagem evite usar o *software* de segurança (biblioteca de fármacos), aumentando o risco de erros à medida que podem programar as infusões manualmente.

Estudos relatam que uma das limitações desta tecnologia é permitir a programação de fármacos que não estão na biblioteca; em que o não cumprimento do uso da biblioteca de fármacos na BI pela equipe de enfermagem pode levar a implicações legais.^{20,21} A opção por soluções alternativas (inserir manualmente fármacos) podem colocar em risco a segurança do paciente.

Entretanto, a opção de não usar a biblioteca de fármacos tem vantagens para certos cenários, como situações de emergência que exigem a estabilização rápida do paciente. Em casos como este, a procura do fármaco no banco de dados poderia resultar em perda de tempo.²²

2) Os limites absolutos e relativos por drogas na biblioteca de fármacos são excessivamente rígidos.^{18,22-24} Esses limites têm como objetivo chamar a atenção do usuário para a possibilidade de erros na dose ou na velocidade de infusão programadas para o paciente.

Quanto ao tipo de alarmes, estudo revela que 42,8% e 55,7% dos alarmes se devem às tentativas de exceder os limites rígidos e flexíveis dos fármacos, respectivamente. Muitas vezes, o arredondamento numérico que facilita o manuseio dos medicamentos pela equipe de enfermagem e médicos ocasiona alarmes desnecessários.²⁵

Contudo, questiona-se a utilidade do limite relativo, o qual tem sido ignorado em virtude de permitir a continuação da infusão sem reprogramá-la.²⁶ Vê-se que, 71,5 % dos alarmes relativos quando acionados são ignorados, em comparação com 28,5 % dos alarmes rígidos que implicam em reprogramação obrigatória da infusão.²⁵

3) Protocolo de preparo e administração de medicação em não conformidade com o estabelecido na biblioteca de fármacos.^{19,22,23} A preparação das infusões venosas, quando não centralizadas no serviço de farmácia, ficam sob a responsabilidade da equipe de enfermagem, o que pode levar a discrepância com os padrões estabelecidos na biblioteca de fármaco da BI e o disponível no serviço, tornando fundamental a comunicação entre médicos, enfermeiros e farmacêuticos.

Quanto ao tipo de medicamento que mais contribui para a ocorrência dos alarmes acionados na BI, estudo revela ser os antibióticos.¹⁹ Além dos alarmes desnecessários emitidos

pela BI, o erro de dose, tempo de infusão ou concentração podem ser desastrosos.

Os enfermeiros desempenham função essencial na prevenção de erros de medicação que podem causar prejuízos à saúde da criança. São responsáveis pelo planejamento da administração da terapia medicamentosa, caracterizando-se como a última barreira entre o erro e o paciente.¹⁵

4) Período de férias dos funcionários.²⁵ Os meses correspondentes ao período de férias demandam a incorporação de pessoal substituto com menor familiarização aos equipamentos e protocolos da unidade.

Estudos destacam que entre os meses de janeiro e fevereiro, junho e dezembro houve um aumento dos alertas acionados, como também maior número de pessoal substituto, favorecendo a susceptibilidade de erros envolvendo medicamentos.^{24,25}

Dispositivos como bombas inteligentes precisam ser projetados a partir das limitações conhecidas do desempenho humano. A adesão aos princípios de usabilidade, muitas vezes resulta em dispositivos intuitivos que exigem pouco treinamento; torna os erros difíceis e, caso eles ocorram, permitem seu reconhecimento e recuperação de forma imediata.²⁴ Dessa forma, contribui para a interação de funcionários novatos com a bomba de infusão.

Percebe-se que diante da compreensão do que leva a ocorrência dos alarmes, a implementação da engenharia de fatores humanos (HFE) ganha visibilidade no contexto da saúde.²⁶ Esta refere-se a interação do ser humano com a tecnologia inserida em seu ambiente de trabalho real, tendo como objetivo melhorar a eficácia, eficiência e satisfação desta interação.²⁷ Evidências científicas revelam que pouco investimento na HFE na concepção e implementação de novas tecnologias podem resultar em baixa qualidade no atendimento, colocando em risco a segurança do paciente; bem como resultados indesejáveis aos funcionários e organização como: insatisfação no trabalho, síndrome de burnout, lesões e alta rotatividade.^{26,28}

A *Food and Drug Administration* registrou 500 mortes de pacientes relacionadas aos alarmes em cinco anos; enfatizando a necessidade do gerenciamento dos alarmes para a segurança do paciente.²⁹ Compreender o porquê dos alarmes dentro de um contexto multifacetado como a UTI pediátrica é considerado um grande avanço na relação entre o homem e a tecnologia, melhorando sua usabilidade. Medidas que podem evitar a fadiga de alarmes em bomba de infusão

A redução de alarmes clínicos tem sido prioridade entre as instituições de saúde e indústrias.⁷ A *Joint Commission* aprovou a segurança de alarmes clínicos como um dos objetivos para a segurança do paciente; exigindo que os serviços de saúde identifiquem os alarmes mais importantes de EMA, a fim de serem gerenciados e utilizados de forma segura na assistência à saúde.³⁰

É relevante enfatizar que a fadiga de alarmes não segue uma linha causa e efeito relacionada a uma condição individual do profissional de saúde, sendo esta a soma de áreas diversas como: tecnologia, infraestrutura, fluxo de trabalho / processo,

além de um sistema sociotécnico de pessoas trabalhando em equipe.³¹

As medidas que podem evitar a fadiga de alarmes em bomba de infusão apresentadas nesta revisão não pretendem ser uma regra a ser implementada, mas como recomendações que podem reduzir os alarmes desnecessários:

- 1) Revisão periódica da biblioteca de fármacos (acréscimos, correções e exclusão de drogas), além de uma boa comunicação com a equipe de enfermagem.¹⁸⁻¹⁹ Estudos revelam redução de alertas desnecessários de 1,74% para 0,4% do número de alertas, de acordo com o número de infusões iniciadas através da biblioteca de fármacos com esta medida.¹⁹
- 2) Ajuste dos alarmes dos limites absolutos e relativos conciliado com a prática clínica. Estudo revela que a violação dos limites máximos absolutos foram os que promoveram maior número alarmes desnecessários.²⁴ Os limites estabelecidos reduzem os erros de medicações por subdosagens ou sobredosagem durante a programação da BI, dos quais, 49% dos 92 erros interceptados foram classificados como erros de gravidade moderada a catastrófica para o paciente.²⁰
- 3) Elaboração de diretrizes para preparação de drogas intravenosas como suporte para médicos e enfermeiros que abordem: concentrações padrão estabelecidas, método de preparação, estabilidade da mistura endovenosa, tempo de administração mínimo recomendado, via de administração e eventos relacionados ao processo de administração de cada medicamento incluído na biblioteca de fármacos.^{23,27}
- 4) Treinamento: configurou a estratégia de alta relevância para os recém chegados em qualquer unidade hospitalar.^{18,22,25} A Educação da equipe deve abordar não apenas no “como” usar a BI, mas no “por que” da importância da adesão ao software de segurança de medicação, compreendendo que com este é possível aumentar sua usabilidade e reduzir alarmes incômodos.^{6,31} No ambiente de terapia intensiva, à medida que se reduzem os alarmes, maior é a valorização aos que alarmam.

Na prática assistencial temos observado a realização de soluções alternativas na operacionalização das bombas de infusão; elas são definidas como “práticas informais que não seguem regras explícitas ou implícitas, suposições ou intenções dos projetistas de um sistemas”²⁰ Além do que encobrem falhas que poderiam ser ajustadas para garantir maior segurança. O uso da calculadora pode ser exemplificado como uma solução alternativa; que pode ser suprida através de treinamentos.

As bombas inteligentes podem reduzir, mas não eliminam os erros na administração de infusões contínuas. Estas dependem da interação com seus usuários (equipe de enfermagem), fatores ambientais (ruído e iluminação), hábitos culturais (rotinas institucionais) e decisões organizacionais (implementação, treinamento e decisões sobre a biblioteca de fármacos)¹⁷.

A utilização da BI com segurança demanda enfermeiros que monitorem suas práticas, e sejam agentes de mudanças para adequações conforme seu contexto de trabalho real. Os estudos de usabilidade de BI em terapia intensiva pediátrica possibilitam sua implementação para maior segurança do paciente e do profissional na prática assistencial. Neste contexto, verifica-se a relevância ao papel do enfermeiro nas necessidades de adequações das novas tecnologias para infusões venosas. Este estudo vem revelar a importância dos equipamentos na qualificação da assistência à saúde e segurança do paciente, principalmente em unidades intensivas pediátricas.

CONCLUSÃO

As causas da fadiga de alarmes envolvem baixa interação do usuário com o equipamento, processos de trabalhos inadequados e baixo investimento em medidas preventivas para sua ocorrência. A utilização segura de bombas de infusão demanda uma equipe que monitore suas práticas e atue promovendo mudanças no contexto de trabalho. Identificar as causas da fadiga de alarmes em estudos de usabilidade de bomba de infusão em terapia intensiva pediátrica

As evidências científicas sobre as causas da fadiga de alarmes em estudos de usabilidade de bomba de infusão em terapia intensiva pediátrica evidenciaram a importância de compreender as suas causas na prática assistencial para, então, implementar estratégias para a prevenção da fadiga de seus alarmes. Envolve baixa interação do usuário com o equipamento, processos de trabalhos inadequados e baixo investimento em medidas preventivas para sua ocorrência. Portanto, se faz necessário a participação de uma equipe interdisciplinar (médicos, enfermeiros e farmacêuticos). A utilização de bombas de infusão com segurança demanda uma equipe que monitore suas práticas e seja agente de mudanças, conforme seu contexto de trabalho real.

Como limitação, há escassez de estudos nacionais e internacionais com BI volumétricas na clientela pediátrica, ainda muito utilizadas no Brasil. Recomendam-se estudos de usabilidade com BI volumétrica a fim de maior proximidade às nossas práticas assistenciais.

REFERÊNCIAS

1. Kim UR, Peterfreund RA, Lovich MA. Drug Infusion Systems Technologies, Performance, and Pitfalls. *Anesth Analg.* [internet]. 2017 [cited 2019 mar 20];124(5). Available from: <http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0000000000001707>.
2. Duarte S CM, Stipp MAC, Cardoso MMVN, Buscher a. Fernandes LGG, Tourinho FSV, Souza NL, Menezes RMP. Segurança do paciente: compreendendo o erro humano na assistência de enfermagem em terapia intensiva. *Rev. esc. enferm. USP.* [internet]. 2018 [acesso em 23 de outubro 2019];52:e03406. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1980-220x2017042203406>.
3. Wilken M, Hüske-Kraus D, Klausen A, Koch C, Schlauch W, Röhrig R. Alarm fatigue: Causes and effects. *Stud Health Technol Inform.* [Internet]. 2017 [cited 2019 abr 20]; 243. Available from: <http://ebooks.iospress.nl/publication/47517>.
4. Oliveira AEC, Machado AB, Santos ED, Almeida EB. Fadiga do alarme e as implicações para a segurança do paciente. *Rev Bras Enferm* [Internet]. 2018 [acesso em 23 de outubro 2020];71(6). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0481>.
5. Rangel S, Celestino R. Violações no uso de equipamentos por enfermeiros na terapia intensiva. *Texto Contexto Enferm.* [internet]. 2017 [acesso em 20 de março 2019]; 26(2). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-07072017006050015>
6. Brief E. Top 10 Health Technology Hazards for Top 10 Health Technology Hazards for 2019. [cited 2019 abr 20]. Available from: https://www.ecri.org/Resources/Whitepapers_and_reports/Haz_19.pdf.
7. Oliveira, ECS et al. Usability of volumetric infusion pumps in pediatric intensive care. *Revista da Escola de Enfermagem da USP* [online]. 2021 [cited 2021 jun13 2021]; 55:e03712. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1980-220X2020001103712>.
8. Schmettow M, Schnittker R, Schraagen JM. An extended protocol for usability validation of medical devices: Research design and reference model. *J Biomed Inform.* [internet]. 2017 [cited 2019 mar 15]. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2017.03.010>
9. Diel, JAC et al. Uso off-label de medicamentos segundo a idade em crianças brasileiras: um estudo populacional. *Revista Brasileira de Epidemiologia* [online]. 2020 [acesso em 13 junho 2021], 23:e200030. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-549720200030>.
10. Ercole FF, Melo LS, Alcoforado CLGC. Revisão integrativa *versus* revisão sistemática. *Reme Rev Min Enferm.* [internet]. 2014 [acesso em 15 de março 2019]; 18(1). Disponível em: <http://www.reme.org.br/artigo/detalhes/904>.
11. Santos CMC, Pimenta CAM, Nobre MRC. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. *Rev. Latino-Am. Enfermagem* [Internet]. 2007 [acesso em 21 de novembro 2019]; 15(3). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692007000300023>.
12. Galvão, TF, Pansani TSA, Harrad D. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiol. Serv. Saúde* [Internet]. 2015 [acesso em 24 de outubro 2020] ; 24(2). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742015000200017>.
13. Silva RCL, Louro TQ, Peregrino AAF, Silva CRL, Marta CB, Itria A. Custo-efetividade de bombas de infusão para a redução de erros em uma UTI Pediátrica. *Rev Bras Enferm.* [Internet]. 2019 [acesso em 30 de novembro 2019]; 72(3). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0526>.
14. Moreira APA, Carvalho MF, Silva RCL, Marta CB, Fonseca ER, Barbosa MTS. Handling errors in conventional and smart pump infusions: A systematic review with meta-analysis. *Rev Esc Enferm USP.* [internet]. 2020 [cited 2020 jun 12];54:e03562. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1980-220X2018032603562>.
15. Ribeiro GSR, Silva RC, Ferreira MA, Silva GR. Violações no uso de equipamentos por enfermeiros na terapia intensiva. *Texto Contexto Enferm.* [internet]. 2017 [acesso em 15 de junho 2019]; 26(2). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-07072017006050015>.
16. Kane-Gill SL, Dasta JF, Buckley MS, Devabhakthuni S, Liu M, Cohen H, et al. Clinical Practice Guideline: Safe Medication Use in the ICU. *Crit Care Med.* [internet]. 2017 [cited 2019 jun 15];45(9). Available from: <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000002533>
17. Giuliano KK. Intravenous Smart Pumps: Usability Issues, Intravenous Medication Administration Error, and Patient Safety. *Crit Care Nurs Clin North Am.* [internet]. 2018 [cited 2018 jun 15];30(2). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cnc.2018.02.004>.
18. Manrique-rodríguez S, Sánchez-galindo A, Fernández-llamazares CM, López-herce J, Echarri-martínez L, Escudero-vilaplana V, et al. Smart pump alerts: All that glitters is not gold. *Int J Med.* [internet]. 2011 [cited 2019 mar 2018];81(5). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2011.10.010>.
19. Manrique-Rodríguez S, Sánchez-Galindo AC, López-Herce J, et al. Risks in the implementation and use of smart pumps in a pediatric intensive care unit: application of the failure mode and effects analysis. *Int J Technol Assess Health Care* [internet]. 2014 [cited 2019 mar 20];30(2). Available from: <https://doi.org/10.1017/S0266462314000051>.

20. Blijleven V, Koelemeijer K, Wetzels M, Jaspers M. Workarounds emerging From electronic health record System usage: consequences for patient safety, effectiveness of care, and efficiency of Care. *JMIR Hum Factors*. [internet]. 2017 [cited 2019 oct 21];4(4). Available from: <https://doi.org/10.2196/humanfactors.7978>
21. Liu K, Chan FY, Or CK, Sun DTF, Lai WS, So HY. Heuristic evaluation and simulated use testing of infusion pumps to inform pump selection. *Int J Med Inform*. [internet]. 2019;131. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.07.011>.
22. Manrique-rodríguez S, Sánchez-galindo A, Fernández-llamazares CM, López-herce J, García-lópez I, Carrillo-álvarez Á, et al. Artificial Intelligence in Medicine. Developing a drug library for smart pumps in a pediatric intensive care unit. [internet]. 2012 [cited 2018 mar 20]; 54. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2011.12.001>.
23. Manrique-Rodríguez S, Sánchez-Galindo AC, López-Herce J, Calleja-Hernández MÁ, Martínez-Martínez F, Iglesias-Peinado I, et al. Impact of implementing smart infusion pumps in a pediatric intensive care unit. *Am J Heal Pharm*. [internet]. 2013 [cited 2019 mar 20];70(21). Available from: <https://doi.org/10.2146/ajhp120767>.
24. Manrique-Rodríguez S, Sánchez-Galindo AC, Fernández-Llamazares CM, Calvo-Calvo MM, Carrillo-Álvarez A, Sanjurjo-Sáez M. Administración segura de medicamentos intravenosos en pediatría : 5 a ~ nos de experiencia de una Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos con bombas de infusión inteligentes. *Med intensiva*. [internet]. 2016 [cited 2018 abr 20]; 40(7). Available from: <http://www.medintensiva.org/es-pdf-S0210569116000498>
25. Manrique-Rodríguez S, Sánchez-Galindo AC, de Lorenzo-Pinto A, González-Vives L, López-Herce J, Carrillo-Álvarez Á, et al. Implementation of smart pump technology in a paediatric intensive care unit. *Health Informatics J*. [internet]. 2015 [cited 2018 mar 15];21(3). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2013.10.011>.
26. Valdez RS, Mc Guire KM, Rivera AJ. Qualitative ergonomics/human factors research in health care: Current state and future directions. *Appl Ergon*. [internet]. 2017 [cited 2020 jun 12];62. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.01.016>.
27. Xie A, Woods-Hill CZ, Berenholtz SM, Milstone AM. Use of Human Factors and Ergonomics to Disseminate Health Care Quality Improvement Programs. *Qual Manag Health Care*. [internet]. 2019 [cited 2019 oct 21];28(2). Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/QMH.0000000000000211>.
28. Schuster C, Vitoux RR. Methodology for Ensuring Accuracy and Validity of Infusion Pump Alarm. *Biomedical Instrumentation & Technology*. [internet]. 2018 [cited 2018 abr 20]; 52(3). Available from: <https://doi.org/10.2345/0899-8205- 52.3.192>.
29. U.S. Food and Drug Administration. Examples of reported infusion pump problems. [internet] 2017 [cited 2021 jun 12] Available from: <http://www.fda.gov/medical-devices/infusion-pumps/examples-reported-infusion-pump-problems>.
30. Ruskin KJ, Bliss JP. Fadiga de alarme e segurança do paciente. *Boletim da APSF*. [internet] 2019;34(1). Disponível em: <https://www.apsf.org/wp-content/uploads/newsletters/2019/0201-pt-br/APSf0201-PT-BR.pdf>.
31. Johnson KR, Hagadorn JI, Sink DW. Alarm Safety and Alarm Fatigue. *Clin Perinatol*. [internet]. 2017 [cited 2019 oct 21];44(3). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clp.2017.05.005>.

Recebido em: 18/01/2020

Revisões requeridas: 22/10/2020

Aprovado em: 15/07/2021

Publicado em: 01/10/2021

Autora correspondente

Elizandra Cassia da Silva Oliveira

Endereço: Estrada do Arraial, 2405, Tamarineira

Recife/PE, Brasil

CEP: 52.051-380

Email: elizandra.cassia@bol.com.br

**Divulgação: Os autores afirmam
não ter conflito de interesse.**