

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA



Trabalho de Conclusão de Curso

PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO COM SISTEMA DE REDUÇÃO DE ERRO DE DOSE PARA BOMBA DE INFUSÃO CONVENCIONAL

Bruno Figueiredo Cardoso

Natal/RN

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO COM SISTEMA DE REDUÇÃO DE ERRO DE DOSE PARA BOMBA DE INFUSÃO CONVENCIONAL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Biomédica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte para obtenção do título de Graduado em Engenharia Biomédica.

Graduando: Bruno Figueiredo Cardoso Orientador: Dr. Helio Roberto Hekis

Natal/RN

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO COM SISTEMA DE REDUÇÃO DE ERRO DE DOSE PARA BOMBA DE INFUSÃO CONVENCIONAL

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de	Curso:
Professor Doutor Hélio Roberto Hékis	
UFRN – Orientador	
Engenheiro Mestre Davidson Rogério de Medeiros Florentino	
HUOL – Avaliador Externo	
Professor Doutor Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto	
UFRN – Avaliador interno	

CARDOSO, Bruno Figueiredo. **Protótipo de dispositivo com sistema de redução de erro de dose para bomba de infusão convencional.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 76p., 2019.

RESUMO

Bombas de infusão são sistemas de propulsão de fluidos por meio mecânico, eletrônico ou osmótico que são usados para injetar, infundir, através do tempo, substâncias de alto risco à pacientes que precisam de um controle de gotejamento seguro. Apesar de permitir uma velocidade e quantidade de infusão com alta precisão, elas têm sido descritas como relacionadas a erros de administração de medicamentos, tendo como uma causa importante os erros de programação na bomba. Diante disso, surgiu o sistema de redução de erro de dose, nas bombas de infusão inteligentes, capaz de alertar o operador sobre possíveis incoerências em sua programação a partir do pré-armazenamento de dados sobre uma droga, diminuindo, assim, esses erros. Como a maior parte das bombas no Brasil é convencional, sem o recurso, o objetivo deste trabalho foi adaptá- lo para esses equipamentos, por meio da criação de um protótipo de dispositivo com o sistema de redução de erro de dose capaz de se integrar de forma externa com a bomba. Para isso, o sistema foi desenvolvido considerando seus requisitos básicos operacionais e as recomendações de seu aprimoramento segundo a literatura internacional sobre o assunto, além da sua adaptação à realidade do país sem acrescentar grandes trabalhos aos profissionais envolvidos. Também foi definida uma estrutura para o protótipo capaz de apresentar o sistema com toda a sua interação com o usuário e comunicável com a bomba de infusão e a aplicação do sistema para os computadores pessoais dos médicos. O resultado do trabalho foi um protótipo funcional integrado com o equipamento médico, além de poder ser acessado à distância por meio de um computador usual.

Palavras-chave: Bomba de infusão inteligente. Biblioteca de drogas. Erros de medicação.

CARDOSO, Bruno Figueiredo. **Prototype device with Dose Error Reduction System for usual infusion pumps.** Conclusion Project, Biomedical Enginnering Bachelor Degree, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 76p., 2019.

ABSTRACT

Infusion pumps are mechanical, electronic or osmotic fluid propulsion systems that are used to inject, infuse, over time, high-risk substances to patients who need a safe drip control. Despite of allowing a fast infusion with high precision, they have been described as related to medication administration errors, having as important cause, pump programming errors. In view of this, the dose error reduction system appeared in intelligent infusion pumps for alert the operator about possible inconsistencies in its programming from the pre-storage drug data, thus reducing these errors. Because the most of the pumps in Brazil are conventional, without the resource, the objective of this project is to adapt it to these equipment by the creation of a prototype device with the system of reduction of dose error integrated externally to the pump. For this, the system was developed considering its basic operational requirements and the recommendations of its improvements according to the international literature on the subject, besides its adapting to the reality of the country without adding great works to the professionals involved. It was also defined a structure for the prototype capable of presenting the system with all its user interactions and communicable with the infusion pump and the application of the system to the doctors' personal computers. The result of the work was a functional prototype integrated with the infusion pump and able to be accessed remotely by usual machines.

Key-Words: Smart infusion pump. Drug Library. Medication Errors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Um sistema de infusão	17
Figura 2 – Tipos de bomba de infusão. (a) Bomba de analgesia controlada pelo paciente. ((b)
bomba de insulina. (c) bomba de seringa. (d) bomba implantável. (e) bomba volumétrica.	(f)
bomba volumétrica	18
Figura 3 - Um modelo de bomba de infusão inteligente comercializado no Brasil	19
Figura 4 - Três modelos de bombas de infusão com DERS comercializados no Brasil. (a) I	LF
Smart Touch. (b) Infusomat Space. (c) Volumat Agilia	25
Figura 5 - Diagrama de blocos para utilizar o DERS na bomba Infusomat Space	28
Figura 6 – Sequência da programação no modo <i>Vigilant Drug Lib</i> da bomba Volumat Agi	lia
da Fresenius – Kabi	29
Figura 7 - Raspberry Pi 1 B+	29
Figura 8- Exemplo de um diagrama de atividades da UML	31
Figura 9- Diagrama de caso de uso para o DERS do protótipo	35
Figura 10 - Diagrama de atividades para o DERS do protótipo	36
Figura 11 - Diagrama de blocos para extrair os elemento da tela de qualquer bomba	de
infusão	42
Figura 12 - Bomba de infusão Infusomat Compact da marca B.Braun	43

LISTA DE QUADROS

Quadro	1- Req	uisitos	funcionais	s da li	teratura	citada	neste	trabalho	para	um DERS	aprimorado
	•••••										37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de biblioteca de droga com as drogas, e suas respectivas concen	trações ,
unidades, valores padrões, os limites suave inferior e superior e os limites rígidos i	nferior e
superior	20
Tabela 2 - Exemplo do funcionamento do DERS, fazendo a comparação da entrada	digitada
na bomba com os valores predefinidos na biblioteca de drogas e fornecendo uma res	posta ao
operador, que em seguida muda a dose	20
Tabela 3 – Custo dos materiais utilizados para o protótipo	33
Tabela 4 – Posologia da Aminofilina em mg/kg/h	38

LISTA DE SIGLAS

ASHP -- American Society of Health System Pharmacists

COREN-SP – Conselho Regional de Enfermagem de São Paulo

DERS – Dose Error Reduction System

EAS – Estabelecimentos Assistenciais em Saúde

ECRI – Emergency Care Research Institute

FDA - Food and Drug Administration

ISMP – Institute For Safe Medication Practices

LHL – Low High Limit

LSL – Low Slow Limit

OCR - Optical Caractere Recognition

TIPOMs - Tela de inserção dos parâmetros de ordem médica

TA – Tela de alerta

TM – Tela de Monitoramento

TOM – Tela de ordem médica

UTI – Unidade de Terapia Intensiva

UHL – Upper High Limit

USL -- Upper Slow Limit

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE F	IGURAS
LISTA DE Ç	QUADROS
LISTA DE T	ABELAS
LISTA DE S	IGLAS
1. INTROI	DUÇÃO12
1.1. EX	POSIÇÃO DO TEMA12
1.2. PRO	OBLEMÁTICA12
1.3. OB.	JETIVOS DO ESTUDO14
1.3.1.	Geral14
1.3.2.	Específicos 14
1.4. JUS	STIFICATIVA DO ESTUDO14
1.5. ES7	TRUTURA DO TRABALHO1
2. REVISÂ	ÃO BIBLIOGRÁFICA10
2.1. A B	OMBA DE INFUSÃO10
2.1.1.	Definições na literatura10
2.1.2.	Tipos de bombas de infusão
2.1.3. sistemas	A bomba de infusão inteligente e o DERS (dose error reduction systems de redução de erro de dose)
2.1.4. com DE	Operação da bomba de infusão convencional volumétrica x bomba de infusão RS no brasil
2.2. O D	DISPOSITIVO29
2.2.1.	O minicomputador Raspberry Pi
2.2.2.	Desenvolvimento de sistema
3. METOD	OOLOGIA
	MEIRO PASSO: DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA DO PROTÓTIPO DO TVO
3.1.1.	Componentes da estrutura do protótipo e suas finalidades
3.1.2.	Escolha dos materiais utilizados e suas justificativas
3.1.3.	Escolha da linguagem de programação do protótipo de dispositivo
314	Custo dos materiais utilizados

	•	
3.2.1. nacional	Primeiras considerações: os elementos fundamentais do DERS e a realidad.	lade
3.2.2.	Segunda consideração: requisitos para o aperfeiçoamento do DERS	36
3.2.3.	Modelagem do DERS	37
RESUL	TADOS E DISCUSSÃO	45
1.1. ES7	TRUTURA DO PROTÓTIPO DO DISPOSITIVO	45
4.2. O S	ISTEMA DE REDUÇÃO DE ERRO DE DOSE DO PROTÓTIPO	46
4.2.1.	Interface Geral	46
4.2.2.	Sistema de cadastro de drogas (Cadastrar drogas)	46
4.2.3.	Sistema de monitoramento (Gerar ordem e ID)	48
1.3. CO	MUNICAÇÃO ENTRE O PROTÓTIPO E A BOMBA DE INFUSÃO	54
4.4. API	LICAÇÃO DESKTOP DO DERS PARA O MÉDICO	58
4.4.1.	Interface Geral	58
4.4.2.	Sistema de cadastro de drogas	58
4.4.3.	Sistema de monitoramento	59
CONSII	DERAÇÕES FINAIS	64
	3.2.1. nacional 3.2.2. 3.2.3. ESSITE COMPUT RESULT. 1. ESSITE 4.2.2. 4.2.33. CO 4.4.1. 4.4.2. 4.4.3.	3.2.1. Primeiras considerações: os elementos fundamentais do DERS e a realic nacional 34 3.2.2. Segunda consideração: requisitos para o aperfeiçoamento do DERS

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo introduz este trabalho com a exposição do tema; sua problemática; seus objetivos, geral e específicos, sua justificativa e estrutura.

1.1. EXPOSIÇÃO DO TEMA

As bombas de infusão são equipamentos hospitalares destinados a administrar soluções para o interior do organismo, por meio de sondas/cateteres na infusão de drogas vasoativas potentes, sedativos, nutrição parenteral e outras drogas que requerem administração eficaz e segura, bem como quando é necessária uma velocidade de infusão difícil de ser obtida por métodos convencionais. Portanto, esses dispositivos são usados quando se necessita de alta precisão na aplicação de fluidos no paciente, ou quando é necessário empregar maiores fluxos que os obtidos com sistemas convencionais ajustados à mão. (ECRI, 1997; BRASIL, 2002; MOREIRA, 2017)

Esses equipamentos são utilizados nos estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), presentes em ambientes da rotina hospitalar, como emergência, UTIs, unidades de queimados, entre outros, para a administração de grandes volumes e de terapias complexas em situações de alta precisão. A administração dos fluidos é realizada conforme a programação e tem múltiplas configurações, incluindo o mecanismo para manter a quantidade de fluxo. (ALVES, 2002)

1.2. PROBLEMÁTICA

Se por um lado as bombas de infusão permitem uma velocidade e quantidade de infusão com alta precisão, elas têm sido descritas como relacionadas a erros de administração de medicamentos. De acordo com a lista dos *dez maiores perigos com a tecnologia em saúde* para 2017, publicada pelo ECRI, as bombas de infusão são responsáveis pelas principais causas de falhas e complicações médicas em hospitais, ocupando assim a liderança dessa lista.

A agência internacional *Food and Drug Administration* (FDA), que reporta acidentes com dispositivos médicos, de 2005 a 2009, recebeu cerca de 56.000 notificações de eventos adversos associados ao uso de bombas de infusão, incluindo numerosas lesões e mortes. No Brasil, nos anos de 2006 a 2011, a tecnovigilância recebeu 1971 relatos sobre queixas técnicas e eventos adversos de 98 equipamentos, dos quais 251 envolveram a bomba de infusão, representando 12,7% do total. (TORELLY, 2009; HOLSBACH ,2013; ECRI, 2016; FDA, 2018).

A maioria dos eventos adversos associados a dispositivos intravenosos é resultante da programação manual a partir de configurações incorretas na bomba de infusão com destaque para a entrada de decimais durante uma programação, que, quando não interceptados, podem resultar em eventos adversos graves.(TOURVILLE, 2003; ADACHI, 2005; SILVA, 2017; SILVA et al., 2017).

Respalda Trbovich (2010) que além dos erros de entrada de decimais (por exemplo, morfina programada em 90 mg/h ao invés de 9.0 mg/h), os quais ocasionam erros fatais, são encontrados, também, como erros de programação: erros de unidade, erros de cálculo, e erros de pressionamento de botões.

Diante dessa problemática surgiram as bombas de infusão inteligentes, as quais apresentam o sistema de redução de erro de dose (DERS). Estas bombas são capazes de alertar o profissional se uma dose programada se encontra fora de limites pré-estabelecidos, prevenindo assim, que doses erradas sejam administradas, agindo em situações nas quais, até então, não se identificava possibilidade de prevenção de erros humanos. Após análise de 22 publicações sobre os riscos e benefícios das *smart pumps*, os autores concluíram que elas podem diminuir os erros de programação, mas não os eliminam. Portanto, apesar de ter sido uma boa solução, ainda apresenta problemas. (SIMS et al., 2003; CUMMINGS e McGOWAN, 2011; OHASHI et al., 2014; MOREIRA, 2017).

Entre as desvantagens, apresentadas na literatura, encontram – se: complexidade da interface do usuário do dispositivo; o tempo necessário para concluir a programação da bomba inteligente intravenosa; aparência e a sensação dos dispositivos intravenosos e software antiquados; falta de checagem de todos os parâmetros envolvidos na programação da bomba, como o medicamento administrado e o paciente; requisição de treinamentos contínuos; alto custo e adesão ao usuário, visto que podem ser programadas como uma bomba convencional. (PINKNEY et al., 2010; TRBOVICH et al., 2010; KASTRUP et al., 2012;

MANSFIELD E JARRETT, 2013; PEDERSEN et al., 2013; GIULIANO, 2015; GIULIANO, 2016; RIBEIRO et al., 2016; MOREIRA, 2017; BATISTON, 2018).

1.3. OBJETIVOS DO ESTUDO

1.3.1. Geral

Desenvolver um protótipo de dispositivo contendo um sistema de redução de erro de dose aperfeiçoado capaz de se integrar de forma externa com uma bomba de infusão convencional;

1.3.2. Específicos

- Definir a estrutura do protótipo de dispositivo;
- Implementar um sistema de redução de erro de dose para o protótipo conforme recomendações da literatura sobre o assunto;
- Estabelecer uma comunicação externa entre a bomba de infusão convencional e o protótipo do dispositivo;
- Produzir uma aplicação desktop do sistema de redução de erro de dose, para o médico, comunicável com o protótipo do dispositivo;

1.4. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Este trabalho justifica – se, no Brasil, por ser uma temática carente de referências nacionais tanto na teoria quanto na prática, sendo uma defasagem em relação a países desenvolvidos como os Estados Unidos, onde segundo a American Society of Health System Pharmacists (ASHP), em 2012, as bombas inteligentes já eram utilizadas em 77% dos hospitais americanos.

Este trabalho justifica – se ainda para a segurança do paciente em infusões intravenosas, cumprindo recomendações de organizações renomadas que prezam essa segurança. Uma delas, o ISMP Brasil, enfatizou, em 2015, a importância de se checar a programação das bombas de infusão, missão do trabalho. O ISMP Estados Unidos traçou

como metas entre 2016 – 2017, a de número 8, administrar medicamentos potencialmente perigosos por meio de uma bomba de infusão com o DERS. A *Food and Drug Administration* (FDA), segundo uma iniciativa para a melhoria da bomba de infusão, em 2010, determinou como uma entre três pautas, aumentar a conscientização do usuário, alvo também do trabalho.

E justifica- se, também, para a Engenharia Biomédica, pelo fato do curso ser citado em literaturas internacionais ligadas ao assunto do trabalho.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. No capítulo presente apresenta – se a introdução do trabalho, com a contextualização do tema, além da problemática por ele abrangido, bem como seus objetivos específicos e o seu objetivo geral e justificativa. No segundo capítulo será apresentada a revisão bibliográfica com os argumentos teóricos e empíricos sobre a bomba de infusão e o dispositivo. No terceiro capítulo a metodologia com os procedimentos necessários para alcançar o objetivo geral do trabalho. No quarto capítulo, os resultados obtidos. E, por fim, no quinto capítulo, as considerações finais do trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados argumentos teóricos e empíricos sobre a bomba de infusão e o dispositivo.

2.1. A BOMBA DE INFUSÃO

2.1.1. Definições na literatura

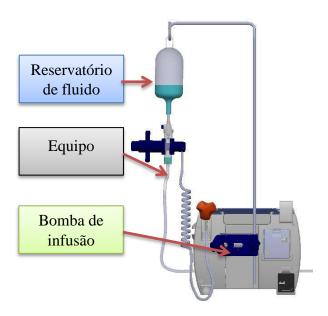
Bombas de Infusão são sistemas de propulsão de fluidos por meio mecânico, eletrônico ou osmótico que são usados para injetar ou infundir, através do tempo, agentes ao paciente. Os pacientes que mais fazem uso dela são as pessoas que precisam de um controle seguro de gotejamento, como pacientes com insuficiência renal e cardíaca congestiva, administração de insulina endovenosa, quimioterápicos, neonatos prematuros, entre outros. (PUBMED, 2009; TORELLY, 2009; NURSING, 2018).

O Emergency Care Research Institute (ECRI) dos Estados Unidos conceituou as bombas de infusão como equipamentos hospitalares destinados a administrar soluções para o interior do organismo, por meio de sondas/cateteres na infusão de drogas vasoativas potentes, sedativos, nutrição parenteral e outras drogas que requerem administração eficaz e segura, bem como quando é necessária uma velocidade de infusão difícil de ser obtida por métodos convencionais. (ECRI, 1997; BRASIL, 2002; MOREIRA, 2017).

As bombas de infusão são equipamentos amplamente utilizados nos estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), presentes em diversos ambientes da rotina hospitalar, como emergência, UTIs, unidades de queimados, entre outros, para a administração de grandes volumes e de terapias complexas em situações de alta precisão.

Um sistema de infusão consiste de três componentes: um reservatório de fluido, um dispositivo (equipo) que transporta o líquido do reservatório para o paciente e um dispositivo para regular ou gerar o fluxo. Sistemas diferentes são usados para promover o fluxo de fluidos em equipos intravenosos. (BRASIL, 2002).

Figura 1 - Um sistema de infusão



Fonte: Adaptado Samtronic (2015).

2.1.2. Tipos de bombas de infusão

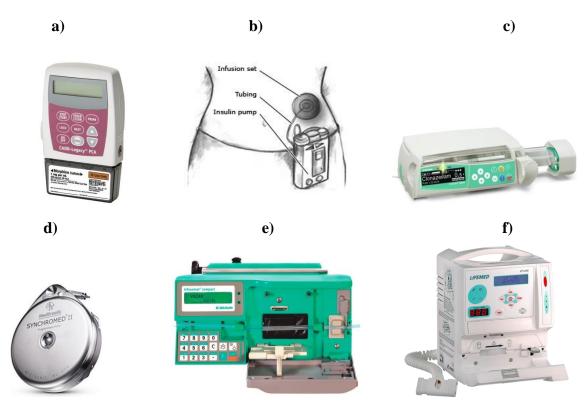
Segundo a organização internacional FDA (2018), há variedade de modelos e tipos de bombas de infusão incluindo:

- Bomba de insulina (Ambulatorial): Dispositivo do tamanho de um *Smartphone*,
 portátil, que transporta a insulina da bomba de infusão para todo o corpo; (WELBOX, 2017)
- Bomba de ACP (Analgesia Controlada pelo Paciente): São bombas que infundem doses de medicamento conforme a requisição do próprio paciente; (BRASIL, 2002)
- Bomba de seringa: Utilizam seringas de injeção para injetar o fluido no paciente, recomendada para procedimento que envolve baixa pressão e vazão e volumes precisos; (SPLABOR, 2016)
- Bomba de Infusão Volumétrica: Usada para bombear líquidos através de um equipo de soro comum, sendo a mais comum em ambientes médicos; (WELBOX, 2017)
- Bomba para Terapia Enteral: controla o tempo e a quantidade de nutrição entregue a um paciente durante a alimentação; (WELBOX, 2017)

Brasil(2002) destacou que, além dessas, existem, outros tipos de bombas:

- Bombas Implantáveis: São usadas quando não se encontra uma solução nem com doses elevadas de medicação oral em que é necessário aplicar a droga o mais próximo possível de uma região específica. Por isso, é implantado sob a pele, por exemplo, na região abdominal ou na região lombar, e um cateter, também implantado, leva a droga até a região alvo;
- Bombas de Múltiplos Canais: São bombas que permitem múltiplas infusões contínuas;

Figura 2 – Tipos de bomba de infusão. (a) Bomba de analgesia controlada pelo paciente. (b) bomba de insulina. (c) bomba de seringa. (d) bomba implantável. (e) bomba volumétrica. (f) bomba volumétrica



Fonte: (BBRAUN, 2019; BIOTECMED, 2019; LIFEMED, 2019; MEDICALEXPO, 2019).

Além dessas bombas, existem as atuais chamadas bombas de infusão inteligentes, as quais são capazes de alertar o profissional, por exemplo, se uma dose programada se encontra fora de limites pré-estabelecidos, prevenindo assim, que doses erradas sejam administradas, agindo em situações nas quais, até então, não se identificava possibilidade de prevenção de erros humanos (MOREIRA, 2017).

Figura 3 - Um modelo de bomba de infusão inteligente comercializado no Brasil



Fonte: (LIFEMED, 2019).

2.1.3. A bomba de infusão inteligente e o DERS (dose error reduction systems – sistemas de redução de erro de dose)

a) Definição

A bomba de infusão inteligente é uma bomba de infusão convencional que incorpora programas de software conhecidos como sistemas de redução de erro de dose (Dose Error Reduction System - DERS) e bibliotecas de drogas ou medicamentos. (OHASHI et al., 2014; BATISTON, 2018).

A biblioteca de drogas é constituída por um conjunto de medicações e para cada uma delas se estabelece uma série de parâmetros, como: unidades de dose, concentrações padrões, doses máximas e mínimas e vazões de infusão. Para cada fármaco da biblioteca se define os chamados limites relativos e absolutos. Os limites relativos ou "suaves" ou "soft" alertam os usuários quando a dosagem máxima é excedida mas eles podem ser ignorados. Já os limites "rígidos" ou "hard" ou "absolutos" impedem que o usuário administre uma dose que esteja fora do intervalo predeterminado. (GIANNOPOULOS, 2008; ISMP, 2014; MOREIRA, 2017).

Desta forma são estabelecidos para uma lista de medicamentos, limites rígidos, caso em que não podem ser ignorados; e suaves, onde o alerta do limite pode ser ignorado. São eles: limite rígido superior (UHL) e limite suave superior (USL), para evitar a sobredosagem;

limite rígido inferior (LHL) e limite suave inferior (LSL), para evitar a subdosagem. (UPTON, 2012; MANRIQUE-RODRÍGUEZ, 2014; BATISTON, 2018).

O sistema DERS é o programa de software que fica dentro do dispositivo de infusão e reconhece o desvio dos limites pré-definidos em uma tentativa. O DERS permite ao usuário escolher a medicação desejada a partir de uma lista aprovada e inserir as informações necessárias do paciente. Entre essas informações estão o peso do paciente, o nome da droga, dose, e concentração. Após isto a bomba inteligente intravenosa calcula a taxa de infusão, alertando o usuário se a taxa de infusão calculada excede os limites de dose normalmente aceitáveis. (UPTON, 2012; COUSINS et al., 2013; IACOVIDES et al., 2014; GUILIANO, 2015).

Tabela 1 - Exemplo de biblioteca de droga com as drogas, e suas respectivas concentrações , unidades, valores padrões , os limites suave inferior e superior e os limites rígidos inferior e superior

Drug		Concentration	Units	Default	Low soft limit	Upper soft limit	Low high limit	Upper high limi
Levosimendan 50 mcg/mL Levosimendan 100 mcg/mL		50 mcg/mL 100 mcg/mL	mcg/kg/min mcg/kg/min	0.1 0.1		0.2 0.2		0.2 0.2
Midazolam DILUTED		0.3 mg/mL	mcg/kg/min	1		10		15
Midazolam concentrated		5 mg/mL	mcg/kg/min	1		10		15
Midazolam Cl	<10 kg	0.6 mg/mL	mcg/kg/min	1		10		15
Midazolam CI	>10-25 kg	1.2 mg/mL	mcg/kg/min	1		10		15
Midazolam CI	>25-50 kg	1.8 mg/mL	mcg/kg/min	1		10		15
Midazolam CI	>50kg	3 mg/mL	mcg/kg/min	1		10		15

Fonte: Rodríguez et al. (2012).

Tabela 2 - Exemplo do funcionamento do DERS, fazendo a comparação da entrada digitada na bomba com os valores predefinidos na biblioteca de drogas e fornecendo uma resposta ao operador, que em seguida muda a dose

Medication (concentration)	Defined limit	Limit violated	Initial dose	Final dose
Amikacin (5 mg/mL)	5 mg/kg/h	Lower soft limit	1.5 mg/kg/h	10 mg/kg/h
Amiodarone (5 mg/mL)	24 mg/kg/h	Upper hard limit	120 mg/kg/h	24mg/kg/h
Epinephrine (0.04 mg/mL)	3 mcg/kg/min	Upper hard limit	10 mcg/kg/min	0.7 mcg/kg/min
Fentanyl (12 mcg/mL)	10 mcg/kg/h	Upper hard limit	77 mcg/kg/h	10 mcg/kg/h
Insulin (0.3 U/kg/h)	0.2 U/kg/h	Upper hard limit	15 U/kg/h	0.2 U/kg/h
Labetalol (2 mg/mL)	3 mg/kg/h	Upper hard limit	9.3 maikaih	0.3 maikaih
Midazolam (1.2 mg/mL)	15 mcg/kg/min	Upper hard limit	50 mcg/kg/min	5 mcg/kg/min
Milrinone (0.4 mg/mL)	1 mcg/kg/min	Upper hard limit	24 mcg/kg/min	1 mcg/kg/min
Potassium chloride (0.4 mEq/mL) Vancomycin (5 mg/mL)	1 mEq/kg/h 22 mg/kg/h	Upper hard limit Upper hard limit	2 mEq/kg/h 90 mg/kg/h	0.4 mEq/kg/h 15 mg/kg/h

Fonte: Rodríguez et al. (2012).

b) Vantagens

Essa tecnologia fornece a capacidade de redução de erros de medicação por meio dos alertas de limites de dose programados com resposta áudio/visual para o operador sobre ordens erradas, cálculos de dose impróprios e/ou erros de programação. Erros comuns incluem erros de unidade, erros de múltiplos de dez, erros de cálculo e erros com pressionamento de botões. Erros fatais ocorreram como resultado de erros de entrada decimais (por exemplo, programação de morfina a 90 mg/h em vez de 9,0 mg/h). (TRBOVICH, 2010; OHASHI et al., 2013).

Complementa Moreira (2017) que as *smart pumps* impedem o engajamento dos profissionais em cálculos durante situações de alta pressão, como por exemplo, as situações de emergência, comuns no ambiente de cuidados intensivos, diminuindo assim as chances de erros de ordem cognitiva.

Após análise de 22 publicações sobre os riscos e benefícios das *smart pumps*, os autores concluíram que elas podem reduzir os erros de programação, mas não os eliminam. Estudos prospectivos avaliaram o impacto potencial de bombas inteligentes em erros de medicação. (TRBOVICH, 2010, CUMMINGS e McGOWAN, 2011; OHASHI et. al., 2014; MOREIRA, 2017).

Assim, confirmou também Wegner et al. (2017). Segundo ele, a utilização de bomba de infusão inteligente para administração de medicamentos foi relacionada a melhor segurança para os profissionais e redução de incidentes. Quando a bomba é programada de forma correta, seus sistemas de alerta reduzem os erros e melhoram os resultados de assistência ao paciente.

A importância de programar todas as infusões utilizando a biblioteca de medicamentos é a peça fundamental para prevenir erros de dosagem e aumentar a segurança do paciente. (SILVA, 2017).

c) Desvantagens

Uma das desvantagens sobre as bombas de infusão inteligentes, apontada na literatura, se mostra quando os usuários da bomba ignoram a biblioteca de drogas. Isto porque, a bomba de infusão inteligente permite que os usuários utilizem a tecnologia de infusão de maneira tradicional, sem o auxílio da biblioteca de drogas ignorando o benefício incorporado a tecnologia. (WILSON E SULLIVAN, 2004; BATISTON, 2018).

Quando os profissionais não se utilizam da biblioteca de drogas disponível nessa tecnologia, os alertas das *smart pumps* podem ser ignorados. E ao ignorar os alertas, os profissionais optam pela programação baseada na vazão (ml/h) que não é recomendada por ser considerada uma prática insegura. E isso pode ser atribuído a algumas hipóteses: alertas inapropriados, ambiente ruidoso, fadiga de alarmes, baixa percepção de risco pelos usuários e, muitas vezes, a indisponibilidade da biblioteca de drogas padronizada na bomba de infusão. (HARDING E BRIDGEWATER, 2011, KASTRUP, 2012, MANSFIELD E JARRETT, 2013; MOREIRA, 2017).

Os altos e constantes ruídos dos alarmes foram referenciados como hipóteses a não adesão dos usuários na utilização da biblioteca de drogas, pois a fadiga de alarmes consiste na indiferença dos profissionais de saúde ao grande número de alarmes inconsistentes no ambiente, que sobrepõem os alarmes relevantes. (MOREIRA, 2017).

Reforçou Trbovich et al. (2010), com base em uma descoberta de pesquisadores, de que a sobreposição da segurança da bomba é devida, frequentemente, à fadiga de alarme, um estado mental resultante de muitos alertas que consomem tempo e energia mental. Outros pesquisadores atribuem à sobreposição dos alertas por serem demorados, difíceis de interpretar e faltando clareza quanto às consequências clínicas.

Outra desvantagem sobre as bombas de infusão inteligentes, apresentada na literatura, se mostra na não checagem de todas as variáveis envolvidas na bomba. Embora as bombas inteligentes contenham proteções contra erros de dosagem, elas não evitam outros erros de checagem como: o medicamento certo, o paciente certo, via certa e tempo certo. Além disso, erros de ajuste na bomba também são encontrados, como a seleção de medicamentos errados como, por exemplo, morfina programada por hidromorfona. (TRBOVICH *et. al.*, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2016; SILVA, 2017).

Outras limitações aparecem na dependência de treinamento contínuo dos usuários para se obterem os benefícios oferecidos pelas *smart pumps*; e quanto a seus custos, que são três a quatro vezes superior ao das bombas de infusão tradicionais, além dos seus insumos serem caros. (PINKNEY *et al.*, 2010; TRBOVICH *et al.*, 2010; PEDERSEN *et al.*, 2013; MOREIRA, 2017).

Reitera, a literatura, como uma desvantagem, a dependência da bomba inteligente quanto ao fluxo de trabalho que está associado a ela. A limitação básica das bombas inteligentes é que elas podem corrigir apenas erros de administração; outros tipos de erros médicos podem ocorrer durante o pedido ou prescrição, dispensação, transcrição e

monitoramento da resposta do paciente. Os Fatores Humanos de Cuidado em Saúde descobriram que os sistemas de infusão inteligentes podem melhorar a segurança dos medicamentos, mas sua eficácia é limitada e dependente da implementação hospitalar. (PINKNEY *et al.*, 2010; AHRQ, 2013).

d) Recomendações

Diante das desvantagens apresentadas, a literatura também aponta uma série de recomendações para aprimorar a tecnologia das bombas de infusão inteligentes tanto em sua estrutura, quanto em sua usabilidade, até mesmo, quanto à rotina de trabalho envolvida a ela.

Quanto aos aprimoramentos no fluxo de trabalho, um dos primeiros e significativos passos para a redução do erro de medicação é o diálogo e a revisão da equipe, que é o ponto de partida para o desenvolvimento da biblioteca de medicamentos. A equipe de partes interessadas deve revisar os protocolos de medicamentos e estabelecer bibliotecas de medicamentos padronizadas. (UPTON, 2012).

Ainda sobre à rotina, de acordo com Nathaniel Sims, inventor e criador do DERS, abordado por Giuliano (2018), o futuro inovador das *smart pumps* envolverá a eliminação de ordens de entrada manuais e transcrição e a autoprogramação, na qual as ordens de medicação são enviados diretamente para bomba de infusão por um provedor verificado ou sistema de informações farmacêutico e, em seguida, confirmados por um clínico antes de uma infusão ser administrada.

As bombas inteligentes devem encorajar os usuários a usar o sistema de redução de erros de dose (DERS). Um fluxo de trabalho que coloca o DERS como o padrão para o usuário é ideal. Ao colocar os usuários no DERS, os hospitais maximizam o uso da biblioteca de medicamentos e, portanto, aumentam a segurança e a eficiência. (PINKNEY, 2018).

Quanto aos aprimoramentos estruturais, lista Giuliano e Niemi (2015) como necessidades inovativas:

 É necessária interoperabilidade com outros sistemas que forneçam informações pertinentes específicas do paciente (como parâmetros fisiológicos e laboratoriais) que permitam um gerenciamento do tratamento do paciente baseado no perfil e de forma contínua.

- A maioria das bombas é programada manualmente através do pressionamento de uma série de botões simples, não utiliza tecnologia touchscreen e a navegação para o DERS é frequentemente difícil e demorada.
- A visibilidade das telas deve ser melhorada. Por causa de um pequeno tamanho de tela e das capacidades limitadas da bomba, os usuários não conseguem ver informações para dar suporte à entrega ideal da infusão.
- Os dispositivos devem ser leves, menores, portáteis, robustos e com usabilidade ao nível dos olhos. Atualmente, a maioria das bombas são grandes, pesadas e não foram projetadas para serem transportadas.

Destaca, também, Silva (2017), sobre a necessidade de interoperabilidade entre as atuais tecnologias de informação de saúde implementadas a fim de fazer melhorias significativas na segurança de infusão de medicamentos intravenosos. Entretanto , adverte Vanderveen (2014): "Interoperabilidade é uma jornada e não um destino." Outra recomendação estrutural , segundo Vanderveen (2014), é o reconhecimento de imagem (código de barras, identificação por radiofreqüência) para identificar a droga / concentração intravenosa a ser infundida.

Quanto aos aprimoramentos de usabilidade, a Associação para o Avanço da Instrumentação Médica / Food and Drug Admnistration (FDA), de 2010, propôs a atenuação de erros de uso com dispositivos de infusão, a partir do desenvolvimento de um "design" com aspectos seguros que o torne simples para o usuário, orientando – o a fazer a coisa certa". Em cenários clínicos estressantes e comprometidos, desafios de usabilidade contribuem para erros de medicação intravenosos, mesmo por clínicos experientes. (GIULIANO, 2018)

Ainda a FDA, em 2010, considera que a melhoria na interface da utilização das bombas de infusão pelos usuários pode reduzir ou prevenir erros. O mesmo órgão pontua características fundamentais para que a interface das bombas de infusão seja capaz de promover uma utilização segura e eficaz, como por exemplo:

- Fornecer aos usuários, na medida do possível, informações suficientes, atualizadas, claras e úteis para apoiar a compreensão do uso;
- Não deve ser complexa para não confundir ou impedir que os usuários operem o equipamento;
- Deve ser concebida para otimizar o display, os comandos, rotulagem das drogas e deve possuir acessórios que facilitem o usuário na interação e prevenção de erros;

- Os comandos devem possuir uma linguagem de fácil compreensão;
- Deve dar um *feedback* aos comandos do usuário de forma que o auxilie a compreender o *status* operacional da bomba de infusão e evite erros;
- Os alarmes devem soar, efetivamente, por problemas e não por razões triviais. O que poderia acarretar à insensibilidade dos usuários aos alarmes relevantes;
- Avisar aos usuários sobre programações incorretas antes de iniciar ou alterar a infusão;
- Por fim, o FDA diz que o processo de uso das bombas de infusão deve, na medida do possível, ser consistente com a expectativa do usuário.

Reforça, Pinkney (2010), que os alertas de limite de bomba inteligentes devem ser informativos e relevantes; usar cores e áudio com prudência para chamar atenção. Eles também devem incluir explicações claras sobre o que aconteceu, o valor do limite que foi violado e opções intuitivas ao usuário.

e) Estado atual no Brasil

As *smarts pumps* não são encontradas em bom número na realidade dos hospitais brasileiros em função do alto custo para sua aquisição e por ainda haver um abismo na produção científica no Brasil relacionada a esta tecnologia e seus riscos e benefícios. (MOREIRA, 2017).

Uma busca sobre marcas e modelos de bombas de infusão com tecnologia inteligente no órgão certificador Agencia de Vigilância Sanitária – ANVISA relataram três equipamentos (BATISTON, 2018).

Figura 4 - Três modelos de bombas de infusão com DERS comercializados no Brasil. (a) LF Smart Touch. (b) Infusomat Space. (c) Volumat Agilia



Fonte: (BBRAUN, 2019; FRESENIUS-KABI, 2019; LIFEMED, 2019).

f) Cálculo de dose e as bombas inteligentes

No Brasil, o cálculo de dose se mostra realizado pelo médico e permite um cálculo da taxa de infusão, em ml/h, com base nos parâmetros de dose inseridos. Pode ser efetuado pela fórmula abaixo: (BBRAUN, 2010, BOYER, 2010).

$$Taxa/défice [ml/h] = \frac{Dose}{Concentração} x [Peso do paciente (opção)]$$

onde: A concentração é a quantidade de princípio ativo por volume, e a prescrição de dose é a relação quantidade de princípio ativo por período de tempo. O peso do paciente é opcional. São exemplos de unidade de concentração: mg/ml, μg/ml, entre outras; e unidades de dose: μg/h; μg/kg/h μg/kg/min; mg/min; mg/h; mg/kg/min, mg/kg/h, entre outras.

As bombas inteligentes permitem o cálculo da taxa de infusão. Para aquelas convencionais, entretanto, o cálculo deve ser realizado manualmente para sua posterior inserção no equipamento. Como muitas unidades de medida diferentes são usadas na administração de medicamentos intravenosos, os procedimentos matemáticos geralmente são complexos, e, portanto, aumentavam a probabilidade de erros do usuário. (GIULIANO, 1994; GIULIANO, 2018).

✓ Exemplos de prescrição médicas para infusão

Observa – se, comumente, no Brasil, que as prescrições médicas para infusão já vêm na unidade de programação da bomba, isto é, em vazão, como ml/h, confirmando, assim, o papel do médico no cálculo de dose necessário para isso. Segundo Soares (2017), são exemplos de prescrições médicas:

- Dobutamina-12,5mg/mL, inj.-Diluir 1 amp.(20ml) em 230ml de SF a 0,9%, EV, correr em BIC a 21ml/h;
- Dopamina 5mg/10ml., inj. diluir 5 amps em 200ml de SG-5% correr em BIC a 31ml/h;
- Norepinefrina 4mg/4ml, inj. diluir 4 amps em 234 ml de SG-5%, EV correr em BIC a 10ml/h.
- Nitroprussiato de sódio 50mg/ 2ml; inj. 1 amp. diluída em 248ml de SG 5%, EV, correr a 10ml/h em BIC.

2.1.4. Operação da bomba de infusão convencional volumétrica x bomba de infusão com DERS no brasil

a) Bomba convencional

O usuário poderá programar a bomba de infusão de maneira orientada, por meio de seu sistema interativo, fornecendo *dois* entre *três* parâmetros da programação: volume, fluxo ou tempo de infusão, sendo o terceiro parâmetro calculado automaticamente. (LIFEMED, 2003).

Segundo Boyer (2010), a fórmula envolvida na infusão é dada da seguinte maneira:

$$Vaz\tilde{a}o = \frac{Volume}{Tempo}$$

Desta forma, dois parâmetros apresentados pelo operador, já calculam o terceiro; e isto esta presente, de forma geral, nas bombas de infusão convencionais do Brasil.

Algumas bombas tem opção de escolher o tipo do paciente, como adulto ou neo natal, antes da programação, como evidencia Lifemed (2003). Outras opções presentes nas bombas é a purga, para fazer uma purificação do equipo, como mostra Samtronic (2015); e o *bolus* intravenoso, presente em todos os modelos de bombas convencionais, o qual, segundo Fakih (2000), é a administração do medicamento direto na veia em um tempo menor ou igual a 1 minuto.

Por fim, uma importante funcionalidade das bombas de infusão, de forma, geral, é a titulação, que se consiste na reprogramação da bomba sem parar a infusão, em incremento ou decremento, conforme Samtronic (2015) e B Braun (2010).

b) Bomba de infusão com DERS no Brasil

De acordo com a BBraun (2010) e Fresenius-Kabi (2010), dois modelos de bombas de infusão com DERS, no Brasil, englobam as mesmas funcionalidade de bombas convencionais, fornecendo a opção de serem programadas com ou sem a advertência ao operador.

Em um destes modelos, conforme BBraun (2010), a programação do DERS se dá por fora, ou seja, de forma separada e complementar à programação usual; sendo esta pelos

parâmetros Volume/Vazão/Tempo, ou pelo cálculo de dose, apesar de possuir outros modos de programação mais específicos. Antes do início do tratamento, o operador tem de se certificar de que a biblioteca existente no equipamento é compatível com o tipo de paciente. Para utilizar o DERS, o operador deve seguir as etapas da figura 5.

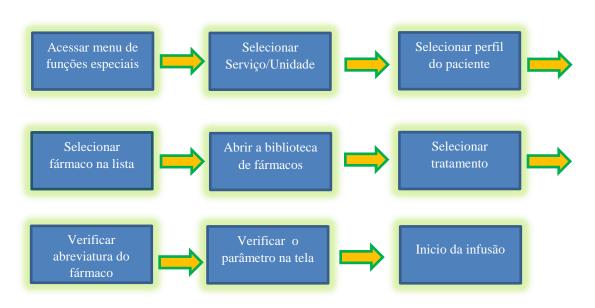


Figura 5 - Diagrama de blocos para utilizar o DERS na bomba Infusomat Space

Fonte: Adaptado BBraun (2010).

Se a Taxa/Dosagem/Bólus exceder os valores dos limites (*hard limits*) da biblioteca de fármacos, o fármaco será rejeitado, uma mensagem de aviso será exibida e o equipamento voltará ao Menu. Também, há diferentes sinais de avisos para os *soft limits*. (BBRAUN, 2010).

No outro modelo, conforme Fresenius-kabi (2015), o DERS encontra- se denominado como modo de programação "Vigilant Drug Lib" ou "Biblioteca de drogas vigilante" na qual primeiro há a seleção da droga, para depois haver a inserção dos parâmetros de ajuste, evidenciado na sequência na figura 6.

Figura 6 — Sequência da programação no modo *Vigilant Drug Lib* da bomba Volumat Agilia da Fresenius — Kabi



Fonte: Fresenius-Kabi (2015).

2.2. O DISPOSITIVO

2.2.1. O minicomputador Raspberry Pi

O Raspberry Pi é um minicomputador que possui todos os principais componentes de um computador numa pequena placa do tamanho de um cartão de crédito. Apresenta variedade de modelos. Um deles é o Raspberry Pi 1 B+, da figura 7, apresentando 512Mb de memória HAM e um processador 700MHz. (DIGITAL, 2019; RASPBERRY, 2019).

Figura 7 - Raspberry Pi 1 B+



Fonte: Raspberry (2019).

Para se trabalhar com o Raspberry se mostra necessário conhecer suas portas. O GPIO (General Purpose Input/Output) é a mais comum. Para o modelo 1B+ da figura 7, são 40 pinos e podem ser visualizados no Anexo C.

2.2.2. Desenvolvimento de sistema

a) Linguagem de programação

O Python é uma linguagem de programação aberta, mesmo em uso comercial, que permite se trabalhar rapidamente e integrar sistemas de forma mais eficiente, além de ser fácil de aprender. (PYTHON, 2019).

b) Diagrama de caso de uso

O diagrama de caso de uso, é um dos diagramas da linguagem de modelagem unificada (UML), correspondendo a uma visão externa de alto nível do sistema. Representa os atores, casos de uso e relacionamentos entre eles, com a finalidade de ilustrar quais elementos externos interagem com que funcionalidade do sistema. (BEZERRA, 2015).

Um caso de uso é a especificação de uma sequência completa de interações entre um sistema e um ou mais agentes externos a esse sistema, representando um relato de uso de certa funcionalidade do sistema em questão , sem revelar a estrutura e o comportamento internos desse sistema. O ator é qualquer elemento externo o qual interage com o sistema. Os relacionamentos entre os casos de uso e os atores podem ser , segundo a UML: Comunicação, o mais utilizado, informando a que caso de uso o ator está associado; inclusão, quando dois ou mais casos de uso incluem um outro caso de uso; extensão, quando diferentes casos de uso podem ser inseridos em um mesmo caso de uso, quando solicitados pelo ator; generalização , quando há reuso de um caso de uso em outros. (BEZERRA, 2015).

A notação para ilustrar os atores é a figura de um boneco com o nome do ator embaixo da figura, os quais nem sempre são seres humanos. Cada caso de uso é representado por uma elipse e cada relacionamento por um segmento de reta unindo o ator e o caso de uso, mostrado no Anexo A. (BEZERRA, 2015).

Nesse diagrama também se mostra possível representar um conjunto de casos de uso inseridos dentro de um retângulo, delineando o sistema, com os atores do lado de fora. Também existem dois tipos de relacionamento entre casos de uso, o de inclusão e o de

extensão. No de inclusão, um caso de uso A inclui um caso de uso B, e é representado por uma seta tracejada rotulada com <<include>> de A para B. No de extensão, um caso de uso A estende um caso de uso B, e se mostra representado por uma seta tracejada rotulada com <<extend>> de A para B. Todo o processo está referenciado no Anexo A. (BEZERRA, 2015).

c) Diagrama de atividades

Os diagramas de atividades da linguagem de modelagem unificada, ilustrados na figura 8, são destinados a mostrar as atividades que compõem um processo de sistema e o fluxo de controle de uma atividade para outra. O início de um processo é indicado por um círculo preenchido; o fim por um círculo preenchido dentro de outro círculo. Os retângulos com cantos arredondados representam atividades, as quais são os subprocessos específicos. (SOMMERVILLE, 2011).

As setas representam o fluxo de trabalho de uma atividade para a outra e podem ser anotadas com guardas que indicam a condição de quando um fluxo é tomado. Uma barra sólida é usada para indicar coordenação de atividades. Quando o fluxo de mais de uma atividade leva a uma barra sólida, todas essas atividades devem ser concluídas antes do progresso ser possível. Quando o fluxo de uma barra sólida leva a uma série de atividades, elas podem ser executadas em paralelo. (SOMMERVILLE, 2011).

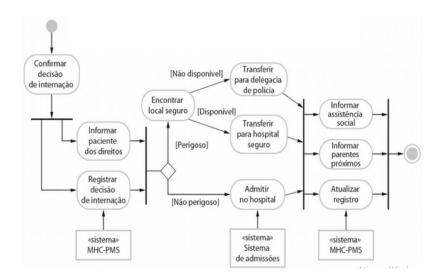


Figura 8- Exemplo de um diagrama de atividades da UML

Fonte: Sommerville (2011).

3. METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, a saber, desenvolver um protótipo de dispositivo contendo um sistema de redução de erro de dose capaz de se integrar de forma externa com uma bomba de infusão convencional, o primeiro passo foi definir os componentes para a estrutura do protótipo e suas finalidades, assim como os materiais utilizados.

O segundo passo envolveu o desenvolvimento do sistema de redução de redução de erro de dose aperfeiçoado conforme recomendações da literatura e a realidade nacional, sendo o "cérebro" do protótípo. O terceiro passo se consistiu no estabelecimento de uma comunicação entre o protótipo e a bomba infusora para garantir a integração com o equipamento. Por fim, o último passo foi produzir uma aplicação *desktop* do DERS desenvolvido para os computadores pessoais dos médicos comunicáveis com o protótipo.

3.1.PRIMEIRO PASSO: DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA DO PROTÓTIPO DO DISPOSITIVO

3.1.1. Componentes da estrutura do protótipo e suas finalidades

Os seguintes componentes foram definidos para compor a estrutura do protótipo: um minicomputador, para o processamento do dispositivo; um display touchscreen, para a apresentação do DERS desenvolvido e sua interação com o usuário; uma câmera, para estabelecer a comunicação externa entre o protótipo e a bomba de infusão; uma protoboard, uma mini protoboard, leds e um buzzer, para os alertas ao operador.

3.1.2. Escolha dos materiais utilizados e suas justificativas

Entre as marcas de minicomputadores presentes no território nacional foi escolhida a Raspberry Pi, por ser entre as concorrentes a mais popular; seus acessórios , como câmera e *display touchscreen*, são encontrados no mercado nacional; além de possuir literaturas com informações e aplicações que diminuem o desperdício de tempo na adaptação de outras soluções. Outro motivo também foi o custo, por apresentar o modelo mais barato, o *Raspberry* Pi Zero, que custa \$5,00 (cinco dólares).

Apesar do *Raspberry* Pi Zero estar disponível no Brasil, o modelo da marca escolhida foi o *Raspberry* Pi 1 B+, por motivos pessoais visto que, embora mais caro, pode ser reaproveitado em uma gama mais vasta de projetos. Além disso, tem um desempenho semelhante ao *Raspberry* Pi Zero, o qual pode substitui – lo sem qualquer implicação funcional para o protótipo. Se o *Raspberry Pi* 3 B+, o mais caro entre os modelos, tivesse sido utilizado, o Zero não garantiria a mesma funcionalidade do protótipo em uma eventual substituição para diminuir gastos, pois apresenta quase o dobro do desempenho do *Raspberry* 1 B+ e o Zero. Todo este procedimento pode ser confirmado no Anexo B.

O display *touchscreen* utilizado foi de 3,5 polegadas, universal para todos os modelos da Raspberry, o de menor calibre e custo inferior em território nacional. Foi utilizado também um *buzzer* passivo, cujo som pode ser alterado a partir da frequência. Essa escolha foi estratégica para a produção de sons diferenciados no ambiente de trabalho do operador, sendo um problema reportado no segundo capítulo deste trabalho. Além disso, foram utilizados 2 LEDS de intenso brilho, para chamar a atenção do operador.

3.1.3. Escolha da linguagem de programação do protótipo de dispositivo

Para a programação do dispositivo utilizou – se o Python. O motivo pela sua escolha foi o fato de possuir todas as ferramentas para o funcionamento do protótipo, como interface gráfica de série.

3.1.4. Custo dos materiais utilizados

Conforme a seção 2.1.3, o custo das bombas inteligentes é três a quatro vezes superior ao das bombas convencionais, além de seus insumos serem mais caros. A tabela 3 revela uma adaptação da bomba convencional ao DERS por meio do protótipo com preço inferior a R\$ 300,00, mantendo a mesma essência da tecnologia usual.

Tabela 3 – Custo dos materiais utilizados para o protótipo

Materiais Utilizados	Preço (R\$)
2 LEDS intenso brilho	1,50
1 Buzzer passivo	0,70
1 Raspberry Pi 1 B+	110,00
1 Display Touch Screen	80,00
1 Câmera para Raspberry	35,00
1 Case para Raspberry	20,00

1 Cartão SD 16 Gb	25,00
1 adaptador WI- FI	15,00
Total	287,20

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

3.2. SEGUNDO PASSO: DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE REDUÇÃO DE ERRO DE DOSE APRIMORADO

3.2.1. Primeiras considerações: os elementos fundamentais do DERS e a realidade nacional

Conforme a seção 2.1.3, o DERS tem duas vertentes: uma para o cadastro dos parâmetros de uma droga, armazenados em uma biblioteca de drogas; e outra para os alertas ao operador da bomba, por intermédio desses parâmetros. Desta forma, referente à primeira vertente do DERS, considerou - se a funcionalidade "Cadastrar Drogas", chamada neste trabalho "Sistema de Cadastro", realizada por equipe multidisciplinar.

Quanto a segunda vertente, o alerta, chamado neste trabalho "Sistema de Monitoramento", se mostrou necessária uma modificação do DERS convencional devido ao cálculo de dose, o qual ,segundo a seção 2.1.3, serve para converter a unidade de fluxo de dose em unidade de operação da bomba.

Como a maior parte dos parâmetros armazenados na biblioteca de drogas estão em dose, o DERS geralmente os utiliza durante o cálculo de dose para produzir a sua resposta ao operador. Sendo que no Brasil, em vez do operador da bomba, o procedimento matemático é realizado manualmente pelo médico para gerar a sua prescrição. Logo, o sistema precisou envolver dois atores, o médico e o operador da bomba, alertando a ambos em diferentes etapas da sua execução.

Adotou – se, para o médico, a funcionalidade "gerar ordem médica", capaz de gerar a ordem diretamente no dispositivo sem a necessidade de um cálculo manual sequer. Os parâmetros da biblioteca de drogas do DERS serviram para reconhecer qualquer incoerência nas entradas digitadas como problemas de decimais e unidades, durante os cálculos, concedendo maior agilidade e confiabilidade. Os parâmetros da ordem médica serviram como referência ao DERS para os alertas ao operador da bomba: O sistema de comunicação externa informa ao DERS os valores da programação da bomba. Este , por sua vez, o compara com a ordem médica, alertando o operador.

Durante esses alertas, *leds e buzzer* amplificam a sinalização aos atores envolvidos. As funcionalidades "Alertar com tela de alerta" e "Alerta com tela de monitoramento" estão detalhadas na seção modelagem do sistema. Em suma, a figura 9 representa todas as funcionalidades descritas do sistema e os relacionamentos com seus atores, tanto humanos, quanto inanimados.

Por fim, a figura 10, descreve a dinâmica do DERS desenvolvido. Se o sistema de cadastro for escolhido, a equipe multidisciplinar fará o cadastro. Caso contrário, no sistema de monitoramento, o médico iniciará o processo para gerar a sua ordem no protótipo, sendo alertado. Posteriormente, o operador a utilizará para programar a bomba de infusão e também será alertado. Depois disso, o sistema volta para a tela da ordem médica, onde é finalizado até uma próxima execução.

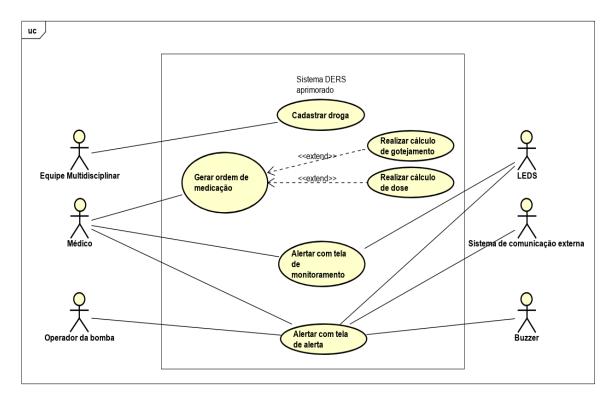


Figura 9- Diagrama de caso de uso para o DERS do protótipo

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

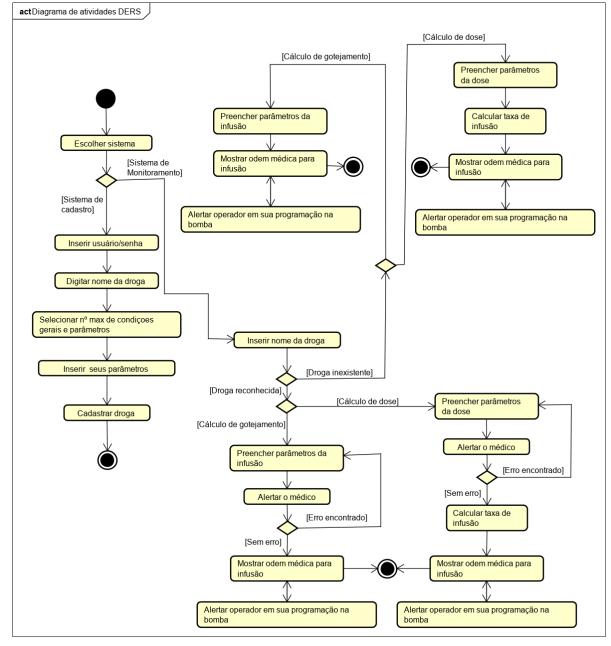


Figura 10 - Diagrama de atividades para o DERS do protótipo

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

3.2.2. Segunda consideração: requisitos para o aperfeiçoamento do DERS

A especificação dos requisitos coletados para o aperfeiçoamento sistema de redução de erro de dose envolveram todas as as recomendações, da literatura atual sobre o futuro do DERS, resumidos no quadro 1.

Quadro 1- Requisitos funcionais da literatura citada neste trabalho para um DERS aprimorado

Nº	Recomendação	Autores e data	Nº	Recomendação	Autores e data
	Bibliotecas de drogas padronizadas por equipe	(PINKNEY et al., 2010;	2	Ordens de medicação enviadas diretamente para	(GIULIANO, 2018);
1	multidisciplinar;	UPTON, 2012; E	2	a bomba e confirmada	2010),
		MOREIRA,2017)		pelo clínico antes da administração da infusão;	
	Fluxo de trabalho com	(PINKNEY et al.,		Aprimoramento da tela,	(GIULIANO E
3	o DERS como padrão	2010);	4	como o uso de	NEIMI, 2015);
	para o operador;			Touchscreen em	
				detrimento dos botões;	
				além de mais visibilidade;	
5	Alertas aprimorados	(PINKNEY et. al,	6	Usabilidade de interfaces	(FDA, 2010);
	(Usar cores e áudio,	2010);		aprimoradas(Fácil	
	além de conter			compreensão, otimizada e	
	explicações sobre o erro			informativa)	
	ocorrido)				

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

3.2.3. Modelagem do DERS

A modelagem do DERS envolveram as duas considerações abordadas no segundo passo da metodologia, e foi dividida em duas partes: sistema de cadastro de drogas e sistema de monitoramento.

a) Sistema de cadastro de drogas

Para o sistema de cadastro de drogas levou-se em consideração o primeiro requisito do quadro 1, ou seja, a construção de bibliotecas de drogas padronizadas por uma equipe multidisciplinar; logo restrito; e a análise da posologia das bulas dos medicamentos do Apêndice A, acessadas por meio da plataforma de correlatos da ANVISA.

Foi encontrado um padrão em suas posologias: todas elas mostraram vazão, seja em dose ou volume, em diferentes unidades. Algumas apresentaram volume máximo de infusão, a exemplo da albumina. Outras bulas relataram uma quantidade de diluição máxima, como a aminofilina. Todos esses parâmetros foram levados em conta no desenvolvimento do da interface do sistema.

Além disso, as bulas relataram diferentes condições de uso que, por sua vez, podem

estar contidas em conjuntos mais gerais de condições. Por exemplo, na tabela 4, referente a aminofilina, existem diferentes modos de fazer a sua administração a partir de condições, os grupos de pacientes, as quais estão contidas em dois conjuntos mais gerais de condição, que são as primeiras 12h e após as 12h.

Tabela 4 – Posologia da Aminofilina em mg/kg/h

Grupos de pacientes	Primeiras 12 horas	Após as 12 horas
Crianças 6 meses – 9 anos	1.2	1.0
Crianças 9 a 16 anos e adultos jovens fumantes	1.0	0.8
Adultos não fumantes	0.7	0.5
Pacientes idosos e pacientes com cor pulmonare	0.6	0.3
Pacientes com insuficiência cardíaca ou hepática	0.5	0.1-0.2

Fonte: (TEUTO, 2018).

Esta observação foi importante para definir a metodologia do sistema de cadastro. A interface projetada permite cadastrar não apenas os diferentes tratamentos da posologia de uma droga, mas também todas as suas condições e hierarquias. Deve — se cadastrar primeiramente uma condição mais geral e as suas subordinadas a fim de fornecer um dado estruturado e organizado ao sistema de monitoramento.

Se a equipe multidisciplinar quiser acrescentar algo à droga cadastrada, o sistema fornece essa opção, considerando esse acréscimo como mais uma condição geral que conterá outros tratamentos. Recomenda – se que o cadastro seja alternado entre a equipe em processo acordado entre todos. Ele pode ser visualizado após a sua conclusão.

Em suma, a interface do sistema de cadastro apresenta: campo de entrada de usuário/senha como segurança; nome da droga; número de condições e suas hierarquias e parâmetros de cadastro (nome, vazão, volume e suas unidades). Para a inserção dos dados necessários foram criados botões de 0 a 9, incluindo o "ponto"; botões de A à Z com letras maiúsculas e minúsculas, incluindo o "barra"; além do botão "Ent" para alternância entre as entradas e o botão "DEL" de apagar dígitos.

b) Sistema de monitoramento

O sistema de monitoramento foi alcançado com o planejamento de 4 telas principais: As telas de inserção de parâmetros da Ordem Médica (TIPOMs), a tela de monitoramento (TM), a tela de alerta (TA) e a tela de ordem médica (TOM).

✓ Telas de inserção dos parâmetros da ordem médica (TIPOMs)

Os parâmetros da ordem médica para infusão envolvem usualmente a vazão, o volume de uma determinada droga e o nome do paciente, conforme a seção 2.1.3. O sistema forneceu, além deles, o cálculo de dose, o qual faz parte da rotina médica. Devido a múltipla variedade de parâmetros usados nos cálculos e ao pequeno tamanho do *display touchscreen*, não foi possível juntar todos desses dados em uma única tela. Por isso, eles foram apresentados sequencialmente; logo, um conjunto de telas.

Para cada tela foram implementados, de forma geral: nome dos parâmetros representados por ela com entrada de dígitos, botões com algarismos de 0 a 9, incluindo "ponto" para decimais; botões de A até Z maiúsculas e minúsculas, incluindo "/ ou barra" para unidades; botão de deletar o dígito; para telas com mais de um parâmetro, um botão, semelhante ao ENTER, para alternar entre as entradas; por fim botões de avanço e retorno.

A necessidade dos botões acima envolveu o requisito Nº4 do quadro 1: aprimoramento da tela com uso de *touchscreen*, de Giuliano e Neimi (2015). Além disso, a opção do cálculo de dose foi apresentada ao médico de forma inteligente e otimizadas de acordo com a natureza da droga cadastrada no dispositivo. Por exemplo, aquelas com unidades, ml/h ou gotas/min, a exemplo da albumina, são indicativas de drogas as quais não necessitam do cálculo de dose, por motivos lógicos, pois já estão em fluxo de infusão, resultado final desse procedimento.

Referente ao cálculo de dose, foi visto na seção 2.1.3 que o uso geral de bombas de infusão o envolve, comumente, para converter a taxa de dose (ex. mg/kg/h), em fluxo de infusão (ex. ml/h), para drogas as quais exigem diluição. O procedimento matemático pode utilizar três ou quatro variáveis, dependendo da droga: Quantidade de produto ativo, volume de diluição, peso (só algumas drogas) e dose. Para o protótipo, foram consideradas como padrão as unidades: mg para quantidade de produto ativo; ml para volume de diluição; e kg para peso, por serem unidades padrões de medida.

Para dose, entretanto, foram considerados quatro tipos de unidades: mg/h, mg/kg/h, mg/min e mg/kg/min, a exemplo de BBraun (2010). Por isso, além dos botões já citados, se mostrou necessário, nesse caso, a implementação de mais um botão mostrando as opções

das unidades. A partir delas, o sistema reconheceu se era necessário ou não apresentar o parâmetro peso ao médico Por exemplo, a unidade mg/h indica falta de dependência do peso, diferente de mg/kg/h.

Para as drogas as quais não necessitam do cálculo de dose , consideraram – se as três combinações entre as grandezas envolvidas em infusão (Vazão – Volume, Vazão – Tempo e Volume- Tempo) e titulação. Foram utilizadas as unidades " ml/h" e "gotas/min", para vazão, comumente encontradas em bombas usuais. Para volume foi utilizado a unidade "ml" . Para o tempo , entretanto, considerou –se horas, min e segundos, para evitarem confusões com os decimais nos cálculos, como , por exemplo, 3.6 horas, omitindo a precisão em minutos.

Dessa forma, além dos elementos da tela gerais descritos acima, foi necessário: implementação de um botão, denominado "modo da prescrição", apresentando as três combinações com as variáveis da infusão; um botão para titulação, com opções de no máximo 4 possíveis modificações em uma infusão; e um botão de unidades para vazão com as duas opções (ml/h e gotas/min). As opções escolhidas foram apenas uma referência só para validar o protótipo.

Vale ressaltar que ao escolher os parâmetros desejados da prescrição, o próprio sistema já faz todas as conversões necessárias entre elas para gerar uma unidade padrão final. Assim, o médico não precisa calcular nada.

✓ Tela de Monitoramento (TM)

A TM considerou o que foi falado sobre a operação das bombas com DERS presentes no Brasil apresentas na seção 2.1.4. Foram observados que para usar o DERS, nestes equipamentos, o operador deve selecionar algumas condições da droga, como tipo de tratamento, tipo de paciente. Entretanto, tal seleção se mostra propensa a erros, pois não há checagem nestes tipos de escolha, além do esforço ao usuário.

Desta forma, para amenizar o problema exposto foram apresentados ao médico todos os parâmetros da posologia de uma droga armazenados pelo sistema de cadastro e, além disso, processados de acordo com a cor: verde se o parâmetro estiver dentro da margem de referência em comparação com a entrada inserida; e vermelho, caso contrário. Assim, o médico será alertado com todos os valores e condições já processados diante dele, sendo necessário, por parte dele, de apenas uma confirmação se estão aptos para o seu uso sem se preocupar em seleciona-los.

As vantagens da solução acima envolvem: redução de processos; maior suporte ao erro na hora de decidir uma condição da droga pelo indicador da cor, favorecido pelo potencial do sistema visual humano na diferenciação entre as cores, segundo Gonzales (2011); maior suporte à decisão pelas informações posológicas apresentadas.

Tem – se, portanto, como elementos na tela o nome da droga, sua posologia processada, os valores solicitados, além de botões de avanço e retorno.

✓ Tela de alerta

O arcabouço da TA foi concebido considerando o requisito nº5 sobre os alertas aprimorados. Segundo Pinkney (2010), há confusão entre os alarmes das bombas com DERS com outros alertas na unidade intensiva e não há informações sobre o erro ocorrido. E estes pareceres influenciaram no conceito da tela de alerta tanto em seus elementos quanto em sua comunicação externa.

Quanto aos seus elementos foram considerados, em primeiro plano, a apresentação do parâmetro inserido e o motivo do erro; somados ao impacto visual por meio de uma imagem de tom amarelo com o símbolo do *warning*. Esta tela está voltada tanto para o médico, durante o cadastro da sua ordem, quanto para o operador da bomba durante a sua programação.

Devido à confusão do alerta sonoro, foi dada preferência à comunicação do tipo visual da TA com seus atores. Para isso, está integrada com dois LEDS de cores diferentes representando sinais distintos. Foi mantido, entretanto, o alerta sonoro com a produção de sons musicais e , logo, não usuais, por meio de um *buzzer* passivo. A TA fornece a capacidade do operador desliga-lo depois de emitido.

✓ Tela de ordem médica (TOM)

A TOM foi planejada com referência no segundo requisito do quadro 3, abordado por Guiliano (2018), que mostra a necessidade das ordens de medicação serem enviadas diretamente para a bomba e confirmadas pelo clínico antes da administração da infusão. Ela recebe todas as informações coletadas das TIPOMs, e as apresenta de uma forma padrão.

O padrão da prescrição foi estabelecido em: nome do paciente; unidade de trabalho; nome do medicamento; dose(para drogas em diluição); vazão, em ml/h; volume, em ml;

tempo de infusão, com algarismos em hora, minuto e segundo, e nome do médico, conforme o tópico 2.1.3. O sistema pode, também, considerando situações de emergência, gerar a ordem médica com omissão do nome do paciente e da unidade de trabalho. Além disso, pode ser gerada sem o DERS, se e somente se a droga solicitada não estiver cadastrada no sistema, cumprindo assim, o requisito n° 3, de Pinkney (2010), sobre um fluxo de trabalho com o DERS como padrão.

3.3.TERCEIRO PASSO: COMUNICAÇÃO ENTRE O PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO E A BOMBA DE INFUSÃO

O objetivo de se estabelecer um acesso do protótipo aos dados da tela da bomba de infusão, foi torna – lo capaz de reconhecer incoerências entre a prescrição da TOM e os valores inseridos pelo operador na bomba. O acesso foi planejado para ser completamente externo, para não acarretar em nenhum prejuízo funcional ao equipamento. Para este fim, foi utilizada a câmera do protótipo para a obtenção de imagens da tela da bomba infusora e escolhida uma técnica da visão computacional chamada OCR (Optical Recognition Characters - Reconhecimento Óptico de Caracteres), cujo objetivo é extrair dados de uma imagem, como números, letras, e , assim por diante.

Entretanto, existem muitas variações diferentes de OCR. Algumas delas foram testadas, e o reconhecimento dos dados necessários da tela da bomba de infusão, a saber, vazão e volume, não chegou a 100%, o que inviabilizaria o objetivo da comunicação. Todavia, uma delas, chamada KNN, (K-Nearest- Neighbour – Vizinho K mais próximo), conseguiu o reconhecimento total da tela da bomba; com a ressalva de que a posição relativa entre a câmera e a tela da bomba devem estar fixas, o que não é um grave problema com um projeto estrutural de instalação do dispositivo na bomba.

Diante disso, foi estabelecido na figura 11, um diagrama de blocos representando a sequencia de passos de como adaptar a solução planejada a qualquer modelo de bomba de infusão.

Figura 11 - Diagrama de blocos para extrair os elemento da tela de qualquer bomba de infusão

Reconhecer o máximo de dígitos na tela



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O Fluxograma foi testado na bomba de infusão convencional modelo infusomat compact da empresa B.Braun predominante no hospital Onofre Lopes, da figura 18 abaixo. Foram retiradas 5 fotos da tela de vazão e 5 da tela de volume, representando, diferentes combinações de entradas de 0 a 9, para dificultar o trabalho do KNN e mostrar a sua eficácia.

Figura 12 - Bomba de infusão Infusomat Compact da marca B.Braun



Fonte: (BBRAUN, 2019).

3.4. QUARTO PASSO: APLICAÇÃO DESKTOP DO DERS PARA O COMPUTADOR PESSOAL DO MÉDICO

O desenvolvimento da aplicação Desktop considerou a possibilidade do médico poder acessar as funcionalidades do dispositivo e, também, gerar ordens à distância para um determinado dispositivo. Tudo isso por meio do seu computador pessoal conectado a uma rede do hospital. Isto porque, nem todas as ordens partem dentro da unidade em que está presente a bomba, sobretudo, em situações não emergenciais.

A aplicação manteve todas as funcionalidades do dispositivo, herdando o mesmo processo descrito no segundo passo. Em sua implementação houve apenas uma adaptação do sistema do dispositivo para uma tela maior. Consequentemente, os botões foram substituídos por caixas de entrada; e as dimensões, dos elementos contidos na tela, foram incrementadas.

A mudança ocorreu apenas no processo da TOM. Enquanto no dispositivo a TOM recebe os dados da bomba de infusão para gerar uma resposta ao operador, na aplicação, após ser gerada e finalizada, ela é enviada para um dispositivo.

Para as ordens médicas, foi acrescentado, no dispositivo, um módulo chamado "buscar ord/drg". Ele espera uma ordem ser gerada pelo *desktop*, e logo em seguida, recebe seus dados, por meio da rede local, e a mostra na tela do dispositivo.

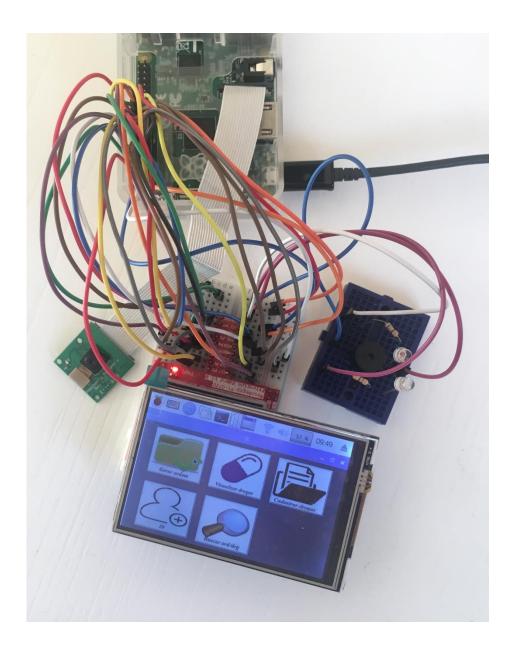
Para o *desktop* foi acrescentado o módulo "buscar drogas", o qual armazena novas drogas cadastradas por outras máquinas. Assim ele consegue acessar o servidor e trazer todos os seus dados. Recomenda – se, portanto, antes do médico acessar qualquer funcionalidade de sua aplicação, acessar primeiro esse módulo.

No próximo capitulo serão apresentados os resultados e discussões do estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

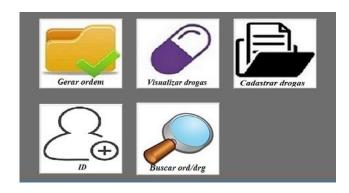
Neste capítulo serão apresentados os seguintes resultados: estrutura do protótipo do dispositivo, o sistema de redução de erro de dose do protótipo; comunicação entre o protótipo de dispositivo e a bomba de infusão; e a aplicação *desktop* do DERS para o médico.

4.1.ESTRUTURA DO PROTÓTIPO DO DISPOSITIVO



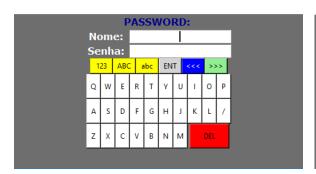
4.2.O SISTEMA DE REDUÇÃO DE ERRO DE DOSE DO PROTÓTIPO

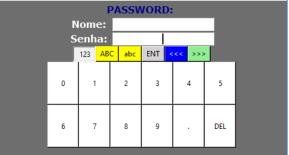
4.2.1. Interface Geral

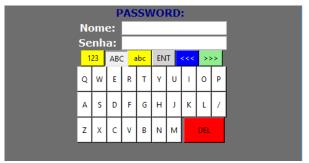


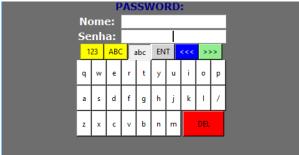
4.2.2. Sistema de cadastro de drogas (Cadastrar drogas)

✓ Tela restrita e os botões para preenchimento dos dados (numéricos, especiais, letras maiúsculas e minúsculas)

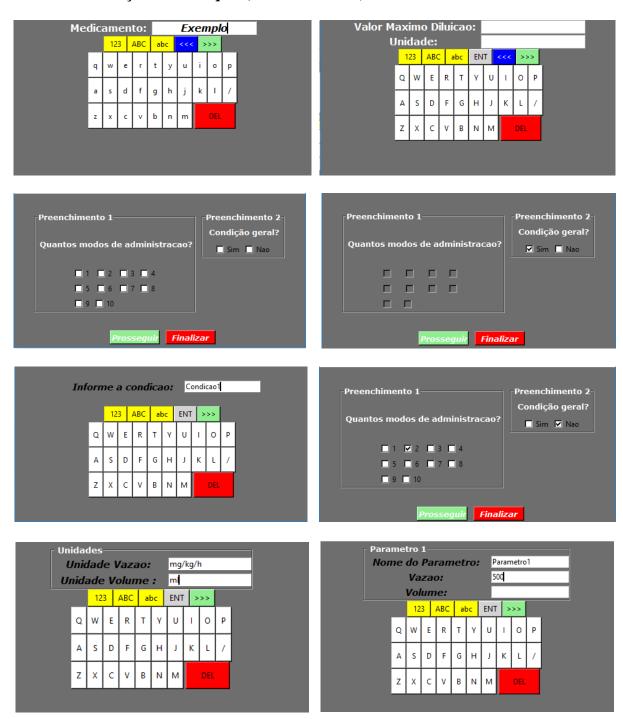


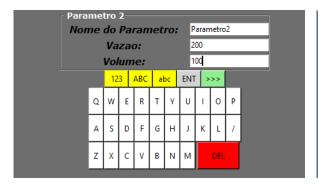


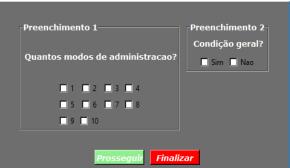




 ✓ Variáveis consideradas no cadastro(nome do medicamento, unidades, condições e hierarquias, vazão e volume)







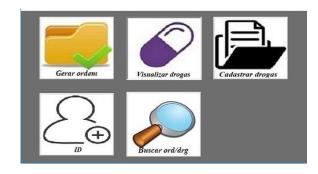
✓ Visualização da droga cadastrada (Visualizar drogas)

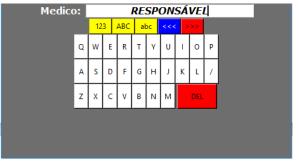






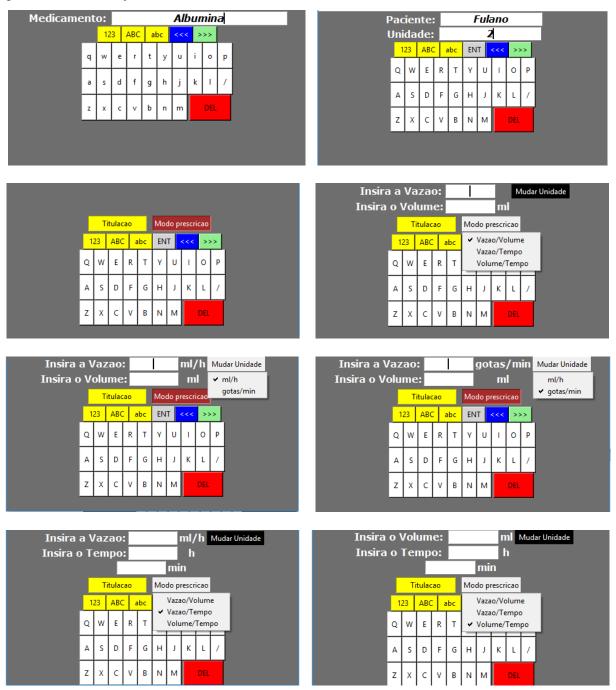
- 4.2.3. Sistema de monitoramento (Gerar ordem e ID)
 - ✓ Identificação do médico (Módulo ID)





✓ Tela de inserção dos parâmetros da ordem médica (Módulo Gerar ordem no modo usual com DERS)

As imagens abaixo apresentam os parâmetros medicamento, paciente, unidade, modo prescrição (vazão x volume; vazão x tempo; volume x tempo), unidades para vazão (ml/h ou gotas/min) e titulação.



✓ Tela de alerta e a tela de monitoramento

As imagens abaixo apresentam a tela de alerta e a tela de monitoramento em sintonia, adaptando – se a qualquer unidade utilizada, conferindo funcionalidade ao protótipo.



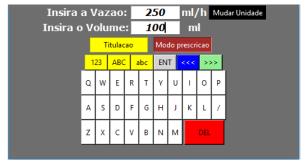












Albumina Vazao: 250.0ml/h Volume: 100.0ml Voltar Prosseguir					
diluida <u>Cirrose</u> 375.0 ml/h ml	não diluida <u>queimaduras</u> 375.0 ml/h 100ml				
Hemorragia 375.0 ml/h ml	edema 210.0 ml/h 100ml				

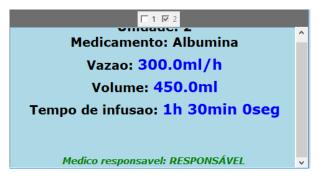




✓ Tela de ordem médica (Com titulação)

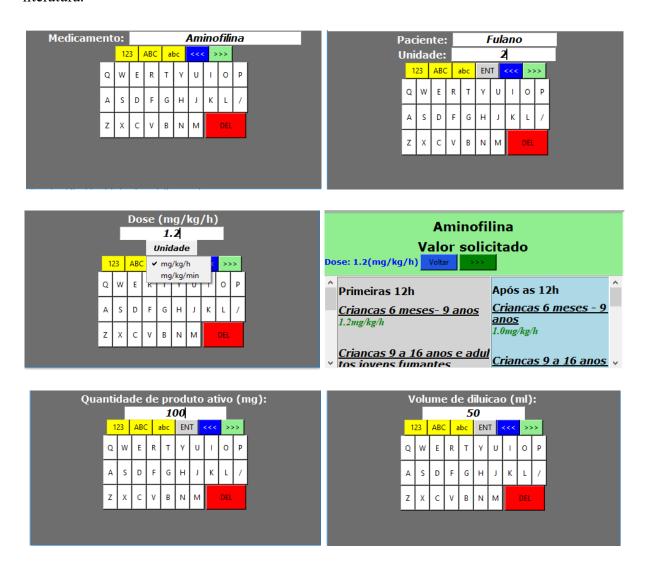
As imagens abaixo apresentam a tela de ordem médica, como resultado final dos valores digitados pela sequencia das imagens anteriores, a saber, habilitação de titulação com 2 ordens, 1 com vazão de 250 ml/h e volume de 100 ml; e outra com vazão de 100 gotas/min e tempo de 1,5 horas. Observa – se que o valor da ultima foi ajustado para vazão e volume no padrão de ml/h e ml, respectivamente, gerando uma ordem padrão, facilitando, assim, o trabalho do operador, sem prejudicar também o médico.





✓ Telas de inserção dos parâmetros de ordem médica, tela de alerta, tela de monitoramento e tela de ordem médica (modo dose)

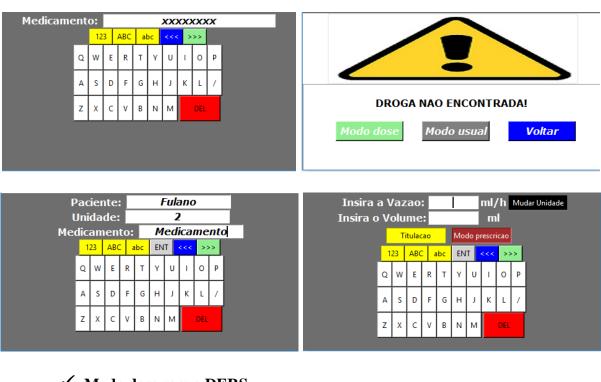
As imagens abaixo apresentam as mesmas telas do tópico acima , agora em modo dose, com os novos parâmetros do cálculo de dose: Dose, quantidade de produto ativo, volume de diluição e peso (aparece somente quando a unidade da droga envolve "kg"). Observa – se também o motivo do erro na tela de alerta, cumprindo assim a recomendação da literatura.



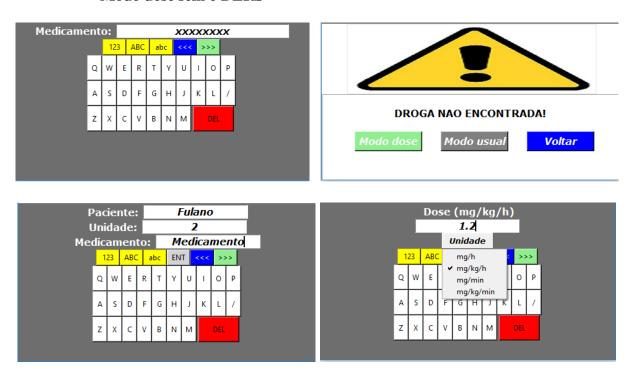


✓ Modo usual sem o DERS

As imagens abaixo apresentam o modo usual sem o DERS adicionalmente àquelas mostradas anteriormente. Observa – se que o usuário só pode deixar de utilizar o alerta se e somente se a droga não estiver cadastrada, cumprindo, assim, uma recomendação da literatura do capítulo anterior. Nesse caso, são utilizadas as mesmas telas anteriores, entretanto, sem a tela de alerta e a tela de monitoramento. Acrescenta – se ,apenas, a tela informando que a droga não foi encontrada e o nome do medicamento passar a vir juntamente com o nome do paciente e a unidade. O mesmo ocorre com o modo dose, no próximo tópico.

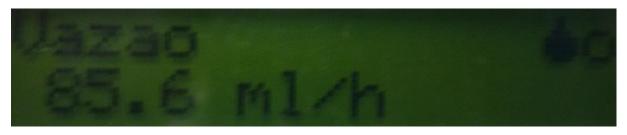


✓ Modo dose sem o DERS



4.3.COMUNICAÇÃO ENTRE O PROTÓTIPO E A BOMBA DE INFUSÃO

Os resultados abaixo expressam o sincronismo criado pelo KNN entre a tela da bomba da infusão e o protótipo , ao reconhecer completamente a tela do equipamento médico via OCR, cumprindo, assim, o objetivo estabelecido para a comunicação externa.



Python 3.7.2 Shell

File Edit Shell Debug Options Window Help

Python 3.7.2 (tags/v3.7.2:9a3ffc0492, Dec 23 2018, 23:09:28) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32 Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.

RESTART: C:\Python37-32\Sistema de integracao externa\sistemaintegracaoexterna.py Tela de vazao: 85.6 ml/h



Python 3.7.2 Shell

File Edit Shell Debug Options Window Help

Python 3.7.2 (tags/v3.7.2:9a3ffc0492, Dec 23 2018, 23:09:28) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32 Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.

RESTART: C:\Python37-32\Sistema de integração externa\sistemaintegração externa.py Tela de volume: 124.7 ml



Python 3.7.2 Shell

File Edit Shell Debug Options Window Help

Python 3.7.2 (tags/v3.7.2:9a3ffc0492, Dec 23 2018, 23:09:28) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32 Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.

RESTART: C:\Python37-32\Sistema de integração externa\sistemaintegração externa.py Tela de volume: 789.0 ml



Python 3.7.2 Shell

File Edit Shell Debug Options Window Help

Python 3.7.2 (tags/v3.7.2:9a3ffc0492, Dec 23 2018, 23:09:28) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32 Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.

RESTART: C:\Python37-32\Sistema de integração externa\sistemaintegração externa.py Tela de volume: 149.0 ml



Python 3.7.2 Shell

File Edit Shell Debug Options Window Help

Python 3.7.2 (tags/v3.7.2:9a3ffc0492, Dec 23 2018, 23:09:28) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32 Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.

RESTART: C:\Python37-32\Sistema de integracao externa\sistemaintegracao
externa.py Tela de vazao: 123.4 ml/h

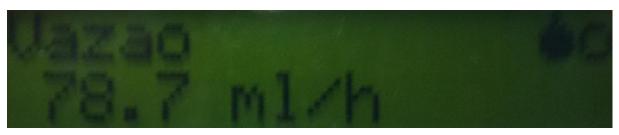


Python 3.7.2 Shell

File Edit Shell Debug Options Window Help

Python 3.7.2 (tags/v3.7.2:9a3ffc0492, Dec 23 2018, 23:09:28) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32 Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.

RESTART: C:\Python37-32\Sistema de integracao externa\sistemaintegracao
externa.py Tela de vazao: 456.3 ml/h



Python 3.7.2 Shell

File Edit Shell Debug Options Window Help

Python 3.7.2 (tags/v3.7.2:9a3ffc0492, Dec 23 2018, 23:09:28) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32 Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.

RESTART: C:\Python37-32\Sistema de integração externa\sistemaintegração externa.py Tela de vazão: 78.7 ml/h



Python 3.7.2 Shell

File Edit Shell Debug Options Window Help

Python 3.7.2 (tags/v3.7.2:9a3ffc0492, Dec 23 2018, 23:09:28) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32 Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.

RESTART: C:\Python37-32\Sistema de integração externa\sistemaintegração externa.py Tela de vazão: 123.0 ml/h



Python 3.7.2 Shell

File Edit Shell Debug Options Window Help

Python 3.7.2 (tags/v3.7.2:9a3ffc0492, Dec 23 2018, 23:09:28) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32 Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.

RESTART: C:\Python37-32\Sistema de integracao externa\sistemaintegracao
externa.py Tela de volume: 250.5 ml



```
Python 3.7.2 Shell

File Edit Shell Debug Options Window Help

Python 3.7.2 (tags/v3.7.2:9a3ffc0492, Dec 23 2018, 23:09:28) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)] on win32 Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.

>>>

RESTART: C:\Python37-32\Sistema de integracao externa\sistemaintegracaoexterna.py

Tela de volume: 45.0 ml
```

4.4. APLICAÇÃO DESKTOP DO DERS PARA O MÉDICO

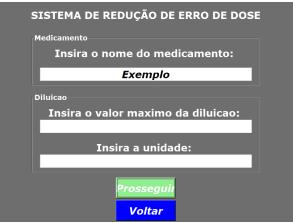
Ao longo das figuras desta seção, se observará que a mesma essência do conteúdo do dispositivo foi mantida. Entretanto, os elementos das telas foram aumentados e caixas de texto inseridas nos lugares dos botões. Mais elementos, também, couberam na tela por haver mais espaço. Foram mostradas apenas as telas mais importantes em cada tópico da seção. Vale ressaltar que alguns detalhes ficaram difíceis de ser visualizados pelas fotos, mas seus significados são os mesmos do item anterior. Também não foi possível mostrar neste trabalho o envio das ordens médicas para o protótipo.

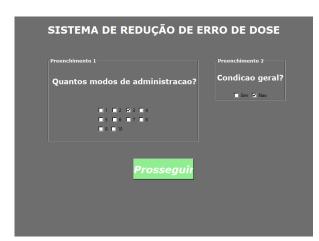
4.4.1. Interface Geral

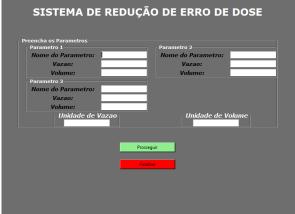


4.4.2. Sistema de cadastro de drogas

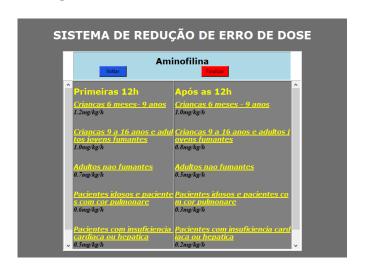








✓ Visualização da droga

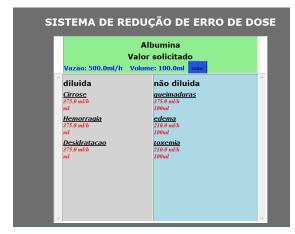


4.4.3. Sistema de monitoramento

✓ Modo usual com DERS

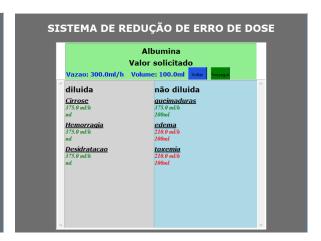






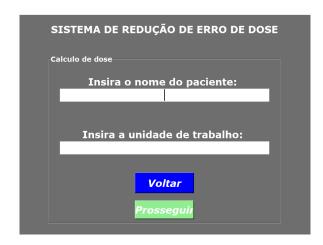


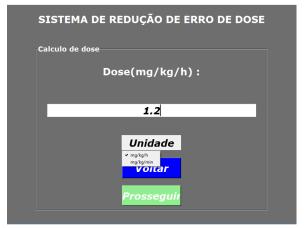


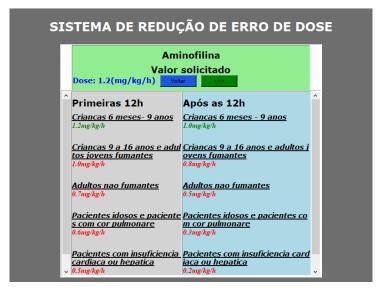


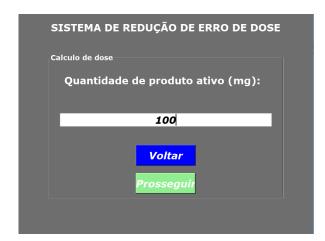


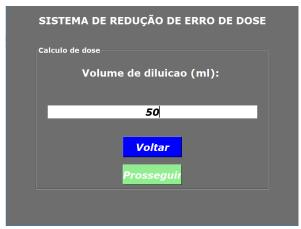
✓ Modo dose com DERS



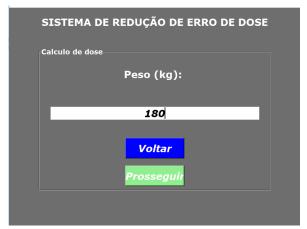




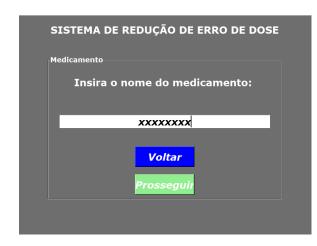








✓ Modo usual sem DERS







✓ Modo dose sem DERS

SISTEMA DE REDUÇÃO DE ERRO DE DOSE						
Calculo de dose Insira o nome do paciente:						
Insira a unidade de trabalho:						
Insira o nome do medicamento:						
Voltar						
Prosseguir						

Na sequencia apresenta-se as considerações finais do estudo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em conta o objeto geral do estudo, que foi desenvolver um protótipo de dispositivo contendo um sistema de redução de erro de dose aperfeiçoado capaz de se integrar de forma externa com uma bomba de infusão convencional, faz-se necessário alinhar os aspectos marcantes nesta área de atuação.

Em primeiro lugar, infere—se a partir dos resultados do capítulo anterior que o protótipo pôde adaptar o sistema de redução de erro de dose para uma bomba de infusão convencional com uma ligeira modificação por considerar a realidade do Brasil devido a presença de dois atores envolvidos em processos diferentes no sistema; entretanto, o fundamento da tecnologia foi mantido. Desta forma, o DERS planejado teve duas fases a cada execução: uma para o médico e o outra para o operador da bomba.

A primeira se encerrou na tela de ordem médica, utilizando os parâmetros armazenados pela biblioteca de drogas para alertar o médico sobre quaisquer incoerências na inserção dos dados. A segunda tomou como referencia os parâmetros da TOM para o alerta ao operador em sua programação na bomba, por meio da comunicação estabelecida entre o protótipo e o equipamento hospitalar.

Vale ressaltar, também, que embora a tela de ordem médica forneça todas as informações necessárias para o operador realizar o seu trabalho além de poder ser gerada pelos computadores pessoais dos médicos por meio da aplicação Desktop, ela ainda não pode substituir a prescrição manual por motivos burocráticos. Isto porque, o alvo deste trabalho não envolveram as regulamentações sobre a prescrição eletrônica, e, sim, os dados necessários para o funcionamento do DERS.

Em segundo lugar, destaca-se a comunicação externa entre o protótipo e a bomba infusora se mostrou de suma importância para driblar a burocracia envolvendo o equipamento, por não afetar o seu funcionamento. Por outro lado, a câmera do protótipo e a tela da bomba devem estar sempre em uma posição fixa, o que requer um suporte mecânico de fixação do protótipo na bomba infusora específico para cada modelo.

Para dar continuidade a este trabalho, são metas futuras:

- Enquadramento do trabalho à legislação que rege a prescrição eletrônica;
- Desenvolvimento do sistema mecânico de fixação do dispositivo na bomba;

- Proteger à rede entre computadores pessoais e dispositivos contra ataques cibernéticos;
- Testar o dispositivo com outros modelos de bombas convencionais;
- Fechar a estrutura física do dispositivo, removendo as *protoboards*;
- Testar o dispositivo dentro da rotina hospitalar junto à equipe multidisciplinar envolvida, colhendo sugestões sobre possíveis melhorias ou acréscimos na interface do dispositivo;

REFERÊNCIAS

ALVES, Márcio Alexandre de Castro. **BOMBAS DE INFUSÃO: OPERAÇÃO, FUNCIONALIDADE E SEGURANÇA.** 2002. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

ANVISA. **Consulta a Banco de Dados: Produtos para Saúde.** Disponível em:< http://www.anvisa.gov.br/scriptsweb/correlato/correlato_rotulagem.htm>. Acesso em: 05 jun. 2019.

BATISTON, Michele Cristina. **O uso da bomba de infusão inteligente em pacientes hospitalizados.** 2018. 30 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meste em Ciências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Medicina, Botucatu, 2018..

BAXTER. **Sobre a Empresa.** Disponível em: historia>. Acesso em: 25 jun. 2019.

B.BRAUN. **Sobre a Empresa.** Disponível em: https://www.bbraun.com.br/pt/empresa.html>. Acesso em: 25 jun. 2019.

BBRAUN. **PERFUSOR SPACE® SYRINGE PUMP.** 2019. Disponível em: https://www.bbraunusa.com/en/products-and-therapies/infusion-therapy/synchronized-intelligence/perfusor--space-2nd-generation-syringe-pump-.html. Acesso em: 01 jun. 2019.

BEZERRA, Eduardo. **Princípios de análise e projeto de sistemas com UML**. 3. ed. rev atual. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2015. 393 p. ISBN: 978853526263.

BIOTECMED. **Bomba de infusao Infusomat Compact B Braun.** 2019. Disponível em: https://www.biotecmed.com.br/bomba-de-infusao-infusomat-compact-b-braum/p>. Acesso em: 01 jun. 2019.

BOYER, MJ. Calculo de dosagem e preparação de medicamentos (trad. Carlos Henrique Cosendey e Alexandre Cabral de Lacerda). Rio de janeiro: Guanaba Koogan, 2010.

BRASIL. Equipamentos Médico - Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção. Brasília,2002.

BUTTON, Vera Lúcia da Silveira Nantes. **Dispositivos de Infusão.** 2002.

CELM. **Sobre a Empresa.** Disponível em: http://www.celm.com.br/#sobre. Acesso em: 25 jun. 2019.

COUSINS D; CARTWRIGHT E. Implementing and evaluating the patient safety benefits of dose error reduction software in electronic infusion devices in an NHS Hospital Trust. **BJN**, July, 2013.

COREN-SP. **Boas práticas: Calculo seguro:** Volume II: Cálculo e diluição de medicamentos. São Paulo: COREN, 2011. 24 p.

CUMMINGS, Kathleen; MCGOWAN, Ryan. "Smart" infusion pumps are selectively intelligent. **Nursing 2015**, v. 41, n. 3, p. 58-59, 2011. Disponível em: http://www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/TipsandArticlesonDeviceSafety/ucm245160.htm#ft1. Acesso em: 20 jun. 2016.

ECRI Institute. Executive brief: top 10 health technology hazards for 2017. *Health Devices*. 2016:1–13.

FAKIH, F. T. Manual de Diluição e Administração de Medicamentos Injetáveis. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2000.

GIANNOPOULOS H. T. Smart pump technology. In: Dumitru D, editor. The Pharmacy Informatics Primer. Bethesda, Md: American Society of Health-System Pharmacists, p. 119–27, 2008.

GIULIANO KK. IV smart pumps: the impact of a simplified user interface on clinical use. *Biomed Instrum Technol*. 2015;suppl:13–21.

GIULIANO KK, Niemi C. The urgent need for innovation in I.V. smart pumps. *Nurs Manage*. 2015;46(3):17–9.

GIULIANO KK, Richards N, Kaye W. A new strategy for calculating medication infusion rates. *Crit Care Nurse*. 1993;13(6):77–82.

GIULIANO, KK. Intravenous smart pumps: usability issues, intravenous medication administration error, and patient safety. Crit Care Nurs Clin North Am 2018; 30(2): 215–224.

GIULIANO KK. IV Smart Pumps: The Impact of a Simplified User Interface on Clinical Use. Biomedical Instrumentation & Technology: Infusion System Safety: Are We on the Right Path?, Vol. 49, No. s4, pp. 13-21., 2015.

GONZALEZ, Rafael C; WOODS, Richard E. **Processamento digital de imagens**. 3rd ed. São Paulo: Addison Wesley, 2010. 624 p. ISBN: 9788576054016.

GRISSINGER, Matthew. "Smart pump custom concentrations without hard "low concentration" alerts." *P & T : a peer-reviewed journal for formulary management* vol. 40, 81-2, 2015.

IACOVIDES, I., Blandford, A., Cox, A., Dean-Franklin, B., Lee, P., & Vincent, C.J. (2014). Infusion device standardisation and the use of dose error reduction software: a UK survey. *British Journal of Nursing*, 23(14): IV Therapy supplement, S20–S25.

ISMP, Canada. Smart Pumps Need Smart Systems. Ontario Canada, 2014.

KABI, Fresenius. **Historia da Empresa.** Disponível em: https://www.fresenius.com/stories. Acesso em 25 jun. 2019.

KASTRUP M et al. Analysis of event logs from syringe pumps: a retrospective pilot study to assess possible effects of syringe pumps on safety in a university hospital critical care unit in Germany. **Drug Saf**. v.35, n.7, p.563–74, 2012.

LIFEMED. **Sobre a Empresa.** Disponível em: < http://www.lifemed.com.br/sobre >. Acesso em 25 jun. 2019.

LTDA, Fresenius Kabi Brasil. **Bomba de infusão volumétrica Volumat MC Agilia:** instruções de uso. Fresenius, 2018.

LTDA., Lifemed Industrial de Equipamentos e Artigos Médicos e Hospitalares. **Bomba de Infusão LF Line: manual do usuário.** Lifemed, 2018.

LTDA., Lifemed Industrial de Equipamentos e Artigos Médicos e Hospitalares. **Bomba de Infusão LF Smart : manual do usuário.** Lifemed, 2018.

LTDA, Mindray do Brasil Comércio e Distribuição de Equipamentos Médicos. **Bomba de Infusão BeneFusion VP5: Manual do Operador.** Mindray, 2015.

LUTZ, Mark. **Programming Python**. 4th ed. Beijing: O'Reilly, 2010. xxxix, 1584 p. ISBN: 9780596158101.

MANSFIELD, J; JARRETT, S. Using smart pumps to understand and evaluate clinician practice patterns to ensure patient safety. **Hospital pharmacy**, v. 48, n. 11, p. 942, 2013.

MEDICALEXPO. **Bomba de PCA.** 2019. Disponível em: http://www.medicalexpo.com/pt/prod/smiths-medical/product-77318-530563.html>. Acesso em: 01 jun. 2019.

MEDICALEXPO. **Bomba de infusão implantável.** 2019. Disponível em: http://www.medicalexpo.com/pt/prod/medtronic/product-70691-503250.html>. Acesso em: 1 jun. 2019.

MINDRAY. **Sobre a Empresa.** Disponível em: http://www.mindray.com/pt/about.html. Acesso em 25 jun. 2019.

MOREIRA, Ana Paula Amorim. INCORPORAÇÃO TECNOLÓGICA NO CONTEXTO DA SAÚDE: UMA ANÁLISE DE CUSTO EFETIVIDADE DAS BOMBAS DE INFUSÃO NA INSULINOTERAPIA INTRAVENOSA. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Enfermagem, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

NURSING. **Bomba de infusão contínua – O que é, Tipos e Como administrar.** Disponível em: https://www.nursing.com.br/bomba-de-infusao-continua>. Acesso em 25 jun. 2019.

OHASHI, K, Dalleur, O, Dykes, PC. Benefits and risks of using smart pumps to reduce medication error rates: a systematic review. Drug Saf 2014; 37(12): 1011–1020.

OHASHI, Kumiko et al. "Evaluation of intravenous medication errors with smart infusion pumps in an academic medical center." *AMIA* ... *Annual Symposium proceedings. AMIA Symposium* vol. 2013 1089-98. 16 Nov. 2013.

DIGITAL, Olhar. **Raspbery Pi: o que é , para que serve e como comprar.** 2019. Disponível em: https://olhardigital.com.br/noticia/raspberry-pi-o-que-e-para-que-serve-e-como-comprar/82921>. Acesso em: 25 jun. 2019.

PEDERSEN, C. A.; SCHNEIDER, P. J.; SCHECKELHOFF, D. J. ASHP national survey of pharmacy practice in hospital settings: monitoring and patient education—2012. **Am J Health Syst Pharm**, v. 70, n. 9, p. 787-803, 2013.

PETAGNA, M.; TANAKA, H.. Identificação das causas de falha em bombas de infusão no ambiente hospitalar. Santo André, 2014.

PINKNEY, Sonia et al. SMART PUMPS: MAXIMIZING SAFETY THROUGH EFFECTIVE DESIGN AND TRAINING. Ontario Canada, 2010.

RASPBERRY. **Raspberry Pi 1 Model B+.** Disponível em: https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-1-model-b-plus>. Acesso em: 25 jun. 2019.

RESTON, J. Smart pumps and other protocols for infusion pumps: brief review (new). In: Making health care safer II: an updated critical analysis of the evidence for patient safety practices. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality; 2013.

RHODES, Brandon; GOERZEN, John. **Programação de redes com Python**: guia abrangente de programação e gerenciamento de redes com Python 3. 1. ed. São Paulo: Novatec, 2015. 551 p. ISBN: 9788575224373.

RODRIGUEZ et al. Impact Of Implementing Smart Infusion Pumps in a pediatric intensive care unit. **Am J Health Syst Pharm**. v.70, n.21, p.1897–906, 2013.

SAMTRONIC. **Sobre a Empresa.** Disponível em: http://www.samtronic.com.br/PT_Br/quem-somos.html>. Acesso em 25 jun. 2019.

SILVA, Roberto Carlos Lyra da; PEREGRINO, Antônio Augusto de Freitas; MARTA, Cristiano Bertolossi. Custo-efetividade de bombas de infusão para redução de erros de dose de injetáveis em UTI neonatal e pediátrica. In: I CONGRESSO NORTE- NORDESTE DE TECNOLOGIAS EM SAÚDE. Teresina, 2017.

SILVA, Monique Barbosa da. EFETIVIDADE DA BIBLIOTECA DE FÁRMACOS DE BOMBAS DE INFUSÃO NA REDUÇÃO DE ERROS NA INFUSÃO VENOSA CONTÍNUA DE MEDICAMENTOS. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Enfermagem, Unirio, Rio de Janeiro, 2017.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9.ed. São Paulo: Pearson, 2011. 529 p. ISBN: 9788579361081.

SPLABOR. **Saiba o que é uma bomba de seringa.** 2016. Disponível em: http://www.splabor.com.br/blog/bomba-de-seringa-2/aprendendo-mais-saiba-o-que-e-uma-bomba-de-seringa/. Acesso em: 09 jun. 2019.

TEUTO. Aminofilina: Solução injetável 24 mg/ml. Goiás, 2018.

TORELLY, Ethel Maris Schroder. **Avaliação de Efetividade, Custos e Eventos Adversos de Bombas de Infusão de Medicamentos: Um Ensaio Clínico Randomizado.** 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Epidemiologia, UFRGS, Porto Alegre, 2009.

TOURVILLE J. Automation and error reduction: how technology is helping Children's Medical Center of Dallas reach zero-error tolerance. US Pharmacist, v.28, p.80-6, 2003.

TRBOVICH PL, Pinkney S, Cafazzo JA, Easty AC. The impact of traditional and smart pump infusion technology on nurse medication administration performance in a simulated inpatient unit. Qual Saf Health Care. 2010;19(5):430–4.

UPTON, David. Supporting the implementation of smart pumps with DERS. Sheffield, United Kingdom, 12 set. 2012.

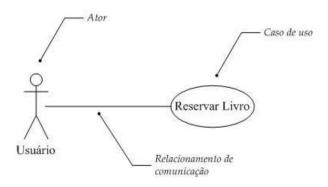
VANDERVEEN TM. Averting highest-risk errors is first priority. Available at: http://psqh.com/mayjun05/averting.html. Acesso em 25 jun. 2019.

WEGNER W., Silva MUM, Peres MA, Bandeira LE, Frantz E, Botene DZA, et al. Segurança do paciente no cuidado à criança hospitalizada: evidências para enfermagem pediátrica. Rev Gaúcha Enferm. 2017 mar; 38(1):e68020. doi: http://dx.doi.org/10.1590/1983-1447.2017.01.68020.

WELBOX. **Bomba de Infusão: quais são os modelos, como funcionam, características.** 2017. Disponível em: https://welbox.com.br/2017/10/18/bomba-de-infusao/. Acesso em: 09 jun. 2019.

ANEXO A - Notações do diagrama de caso de uso

I. Notação para ator, casos de uso e relacionamentos de comunicação



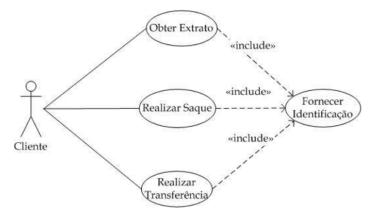
Fonte: Bezerra (2015).

II. Exemplo de diagrama de casos de uso utilizando um retângulo de fronteira



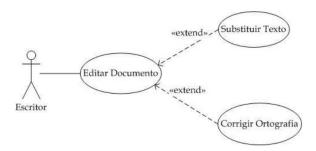
Fonte: Bezerra (2015).

III. Relacionamento entre casos de uso com "include"



Fonte: Bezerra (2015).

IV. Relacionamento entre casos de uso com "extend"



Fonte: Bezerra (2015).

ANEXO B — Comparativo técnico entre três modelos de minicomputador da marca Raspberry Pi

Raspber	Processador	Velocidade	RAM	USB	Ethernet	Wi Fi	Bluetooth	Preço (\$)
ry Pi								
Zero	BCM 2835	1GHZ	512MB	1	Não	Não	Não	5
1 B+	BCM 2835	700MHZ	512MB	4	Sim	Não	Não	25
3 B+	BCM2837B 0	1.4 GHZ	1GB	4	Sim	Sim	Sim	35

Fonte: Raspberry (2019).

ANEXO C – Esquemático das portas do Raspberry Pi 1 B+



Fonte: Raspberry (2019).

APÊNDICE A - Principais medicamentos administrados com a Bomba de Infusão coletados na lista de medicamentos de 5 Modelos de Marcas diferentes de Bombas de Infusão: B.Braun, Life Med, Fresenius Kabi, Mindray do Brasil e Abbott Laboratório do BrasiL

Nº	Medicamento	Nº	Medicamento	Nº	Medicamento
1	Adrenalina	27	Fentanyl	53	Noradrenalina
2	Albumina	28	Furosemida	54	Norepinefrina
3	Ancoron	29	Fentolamina	55	Nimodipina
4	Aminofilina	30	Flumazenil	56	Nicardipina
5	Amiodarona	31	Glicose	57	NPP
6	Atropina	32	Heparina	58	NPT
7	Alfentanil	33	Hidroclorotiazida	59	Prostaglandina
8	Amrinose	34	Hidrocloreto de	60	Pancurônio
	A . 1 .	25	dexmedetomidina	<i>C</i> 1	DI
9	Amidate	35	Hipocloreto de Dobutamina	61	Plasma
10	Atracurium	36	Hidroclorotiazida	62	Precedex
11	Bitartarato de Noradrenalina	37	Hipocloreto de Lidocaína	63	Propofol
12	Ciclosporina	38	Hemoderivado	64	Ringer
13	Cálcio	39	Hipocloreto de Propafenona	65	Remifentanil
14	Cloreto de Sódio	40	Haes esteril	66	Sulfato de Magnésio
15	Cloreto de Potássio	41	Hipotensivo	67	Succinylcholine
16	Diclorofenil	42	Insulina	68	Sufentanil
17	Dobutamina	43	Isoproterenol	69	Tramal
18	Dopamina	44	Lasix	70	Tridil
19	Diazepam	45	Lidocaina	71	Thiopental
20	Diazoxida	46	Manitol	72	Urapidil
21	Digoxina	47	Midasolam	73	Vasopressina
22	Diltiazem	48	Morfina	74	Vecuronium
23	Esmolol	49	Mivacurium	75	Voluven
24	Estreptoquinase	50	Nitroglicerina	76	Xilocaína
25	Epinefrina	51	Nitroprussida		
26	Fenilefrina	52	Nitroprussiato de Potássio		

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).