

Emerson Neitzke Goulart

Central de monitoramento para bombas de infusão

Pelotas

Outubro/2020

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia da informação(TI) vem demonstrando avanços contínuos desde os seus primórdios até os dias atuais e, sendo assim, neste contexto tecnológico dos tempos contemporâneos, o que antes era ficção, agora virou realidade. Isto posto, está se tornando cada vez mais corriqueiro que hospitais, clínicas médicas e consultórios façam uso da tecnologia para melhorar o atendimento de pacientes, bem como assegurar melhores condições de trabalho para os profissionais da saúde.

O desenvolvimento da tecnologia tem ajudado cada vez mais as atividades de diagnóstico, monitoramento de sinais vitais e infusão de medicamentos em doses precisas. Os avanços na tecnologia da informação aplicada à saúde ajudam a salvar milhares de vidas diariamente.

Entre as várias modalidades terapêuticas cotidianas em centros médicos destaca-se a Terapia Intravenosa, a qual, consiste na administração de soluções medicamentosas através das veias. Desta forma, a droga é administrada diretamente na corrente sanguínea, o que possibilita uma ação muito mais rápida que a via oral ou intramuscular. Trata-se de uma prática indispensável em quaisquer centros médicos pois, auxilia no tratamento da enfermidade e pode tirar pacientes de quadros de dor e desconforto profundo rapidamente.

A Terapia Intravenosa é realizada por um equipamento médico chamado de bomba de infusão. Trata-se de um equipamento capaz de infundir medicamentos de forma controlada e com grande precisão via endovenosa. Muitos dos medicamentos usados durante o tratamento de doenças críticas são muito potentes. A mudança na taxa de administração em apenas alguns ml por hora pode ter efeitos nocivos para o paciente. A capacidade de infundir medicamentos em doses precisas torna as bombas de infusão ideais para tratamentos com fármacos quimioterápicos, os quais

são muito agressivos para os pacientes em tratamento contra o câncer. Existem bombas de infusão projetadas para fins específicos como por exemplo, as bombas enterais, usadas para administrar nutrientes e medicamentos líquidos diretamente ao trato digestivo de pacientes e, as bombas de insulina, usadas para fornecer insulina a pacientes com diabetes.

Uma bomba de infusão funciona aspirando fluido de uma bolsa de soro padrão de líquido intravenoso, sendo que a pressão necessária é obtida por um motor elétrico acionando uma seringa ou um dispositivo peristáltico. Na sua grande maioria, as bombas de infusão são volumétricas, isto é, a vazão é medida em mililitros por hora.

Uma vez programadas corretamente, as bombas de infusão funcionam de maneira autônoma mas, existem situações em que se faz necessário a intervenção de um profissional da saúde que, nem sempre está disponível naquele momento, seja porque está atendendo outro paciente, preenchendo prontuários médicos ou realizando outra tarefa rotineira. As bombas de infusão possuem alarmes audiovisuais que são ativados quando algum evento ocorre. Dentre estes eventos podemos citar o término da infusão, isto é, quando o tempo programado de infusão chegou ao fim, podemos ter também uma oclusão, que é o estrangulamento da tubulação que leva o medicamento até o acesso endovenoso do paciente, o qual se caracteriza por ser uma complicação grave que necessita de intervenção imediata e, temos ainda outra complicação grave que são as bolhas de ar no equipo que, se não forem expurgadas, podem levar o paciente a desenvolver um quadro de embolia gasosa.

Diante deste cenário, os fabricantes de bombas de infusão desenvolveram soluções tecnológicas para lidar com estes problemas. Dentre estas soluções destacam-se os softwares de monitoramento remoto para bombas de infusão, os quais, permitem a visualização das informações sobre a infusão de medicamentos, alertas e alarmes em tempo real, permitindo assim uma rápida intervenção do operador em caso de complicações.

A conectividade das bombas a tais sistemas se dá por meio de uma rede TCP/IP, que permite a transmissão de dados via cabeamento físico (Ethernet) ou wireless (WiFi), adaptando-se a estrutura já existente nos hospitais.

Por sua vez, devido ao alto custo, a aquisição de tais sistemas se torna proibitivo para a maioria dos hospitais da rede pública de saúde ficando, seu uso, restrito em grande parte a hospitais particulares.

Tendo em vista este cenário, tem-se como desafio encontrar uma solução eficaz, de baixo custo e que seja uma ferramenta dinâmica, capaz de evoluir e agregar novos recursos com o passar do tempo, se adaptando, desta forma, às mais diversas situações e necessidades.

1. 1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é utilizar os conhecimentos adquiridos e métodos da Engenharia de Software no desenvolvimento de um sistema desktop, utilizando interface gráfica(GUI) para monitoramento remoto de bombas de infusão. Os conceitos utilizados neste trabalho abordam práticas de desenvolvimento ágeis, software livre, programação orientada a objetos e Sistema de gerenciamento de banco de dados(SGBD).

1. 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- O sistema deve ser capaz de utilizar a infraestrutura de rede pré existente, seja ela cabeada ou wireless para se comunicar com as bombas de infusão.
- O sistema deve permitir Cadastrar/Remover bombas de infusão.
- O sistema deve mostrar todos os parâmetros relativos a sessão de infusão, tais como, tempo restante de infusão, volume parcial, volume acumulado, fluxo e nome do medicamento administrado.
- O sistema deve mostrar de modo audiovisual quaisquer alarmes que ocorram nas bombas.

- A implementação do sistema deve utilizar somente componentes de software livre.
- O software desenvolvido deve rodar sobre sistemas Linux baseados em Debian como, por exemplo, Ubuntu, Xubuntu, Lubuntu entre outros.
- O sistema deve ser “leve” e rodar em máquinas com poucos recursos de hardware.

1.3 JUSTIFICATIVA

Por se tratar de um equipamento eletromédico(EEM) crítico destinado a Terapia Intravenosa, o correto funcionamento das bombas de infusão é fundamental para a correta aplicação da terapia prescrita ao paciente. Sendo assim, o correto funcionamento das bombas de infusão dependem, não somente de profissionais treinados mas, também de soluções tecnológicas capazes de agregar mais segurança e confiabilidade ao seu uso. O sistema proposto tem como objetivo ajudar a mitigar os riscos no uso das bombas de infusão em virtude das deficiências na formação e treinamento de operadores e, falhas de funcionalidade e segurança intrínsecas ao tipo de equipamento em questão.

2. ESPECIFICAÇÕES INICIAIS DO SOFTWARE

Neste capítulo são apresentados os conceitos necessários para o bom entendimento e desenvolvimento deste trabalho.

2.1 Escopo do Produto

O produto desenvolvido neste trabalho visa atender um nicho bastante específico de mercado mas, ao contrário de outrem não tem a intenção de ser explorado comercialmente. A proposta é construir um sistema de código aberto e colaborativo onde qualquer pessoa com o conhecimento necessário em programação pode ajudar a desenvolver e aprimorar o software. Este documento descreve o sistema como um todo, permitindo, desta forma, que usuários e desenvolvedores possam ter uma visão geral de suas principais funcionalidades.

2.2 Público-Alvo

Este documento tem como público-alvo desenvolvedores engajados no desenvolvimento de código aberto, que desejam aperfeiçoar ou expandir as funcionalidades do sistema e, também, usuários da área médica que desejam compreender seu funcionamento e usá-lo para a respectiva aplicação à qual se destina o sistema.

2.3 Definições, Acrônimos e Abreviações

Algumas abreviações serão utilizadas no decorrer do documento, explicando os conceitos de termos importantes, conforme descrito no quadro abaixo.

Sigla	Significado	Definição
TI	Tecnologia da Informação	Tecnologia de informação é um conjunto de tecnologias utilizadas para o processamento e armazenamento de dados e comunicação entre pessoas e organizações. Com o uso de computadores, softwares, redes, internet e o envolvimento de profissionais especializados, a TI tem como objetivo fazer com que essas atividades sejam elaboradas de forma cada vez mais rápida, inteligente e segura.
EEM	<i>Equipamento Eletromédico</i>	São dispositivos eletro-eletrônicos utilizados em hospitais e clínicas médicas para auxiliar no diagnóstico, tratamento ou monitoria de pacientes.

Tabela 1: Abreviações e Definições

Termo	Descrição
Requisitos funcionais	Requisitos de software que compõe o sistema, descrevendo ações que o sistema deverá executar quando solicitado.
Requisitos não funcionais	Requisitos de software que compõem o sistema, descrevendo atributos de qualidade que o sistema deve possuir, ou restrições que ele deve satisfazer.
Requisitos não técnicos	Requisitos não relacionados ao software como, por exemplo, material de divulgação do projeto (eventos, relatórios técnicos e outras publicações). Esses requisitos estão fora do escopo deste documento, podendo ser incluídos no Plano do Projeto.

Tabela 2: Termos e Descrições

2.4 Convenções

Por convenção, os requisitos aqui especificados estarão associados à um identificador único. O identificador é composto de uma sigla a respeito da classificação do requisito (RF = Requisito Funcional e RNF = Requisito Não-Funcional) e um número indicando a sequência do Requisito.

2.5 Prioridades dos requisitos

A atribuição de prioridade dos requisitos pode ser de três tipos:

- **Essencial** : requisito sem o qual o sistema não entra em funcionamento. São requisitos imprescindíveis, devendo ser disponibilizados na implantação do sistema.
- **Importante** : requisito sem o qual o sistema entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Não impedem a implantação do sistema, mas devem ser implementados o mais breve possível.
- **Desejável** : requisito que, embora não implementado, permite que o sistema funcione de modo satisfatório sem comprometer as funcionalidades básicas

do sistema. É um requisito que pode ser entregue em qualquer momento sem prejuízo para os serviços oferecidos pelo sistema.

A prioridade dos requisitos pode ser usada no gerenciamento do escopo do projeto e na definição das prioridades para o desenvolvimento do sistema.

2.6 Requisitos Funcionais

Identificador	Descrição	Prioridade
RF-01	Login	Essencial
RF-02	Adicionar bomba de infusão	Importante
RF-03	<i>Remover bomba de infusão</i>	Importante
RF-04	<i>Cadastrar paciente por leito</i>	Importante
<i>RF-05</i>	<i>Adicionar leito</i>	Importante
<i>RF-06</i>	<i>Remover leito</i>	Importante

2.7 Requisitos não Funcionais

Identificador	Descrição	Prioridade
RNF-01	Apenas usuários cadastrados podem acessar as funcionalidades do sistema	Essencial
RNF-02	O sistema deve ser executado somente em distribuições Linux /Debian	Essencial
RNF-03	<i>O sistema deve ter a máquina virtual Python2.7 previamente instalado</i>	Essencial
RNF-04	<i>O sistema deve possuir uma interface amigável e intuitiva</i>	Importante

2.8 Perspectiva do Produto

A aplicação de TI para o cuidado em saúde vem se mostrando nos últimos tempos como um processo em constante evolução, tendo como premissa básica a de contribuir para a melhora na qualidade de atendimento à saúde.

Softwares de assistência, monitoramento remoto e consulta a bases de dados de pacientes tem sido cada vez mais usados como sistemas de apoio inteligentes na tomada de decisões clínicas.

É inegável que a aplicação de TI na saúde melhorou em muito o prognóstico e a sobrevivência de pacientes de alto risco. Sendo assim, vale ressaltar, também, que a prática médica e de enfermagem podem alcançar níveis de excelência por meio da utilização desta tecnologia.

No entanto, muitos dos avanços na aplicação de recursos tecnológicos na área da saúde ficam restritos a hospitais particulares e clínicas médicas. Muitas das tecnologias de apoio, presentes já a muito tempo em hospitais particulares, ainda encontram dificuldades para serem adotadas na rede pública, em grande parte devido ao seu alto custo de implantação e, principalmente devido à falta de compromisso por parte do Estado em adotar uma política pública eficiente na área da saúde.

Os sistemas de monitoramento remoto de bombas de infusão são um dos recursos essenciais que compõem este conjunto de ferramentas de assistência a saúde e, sendo assim, fica claro a necessidade de se criar um sistema de baixo custo que consiga atender a rede pública de saúde, tendo em vista a carência de recursos disponíveis neste setor. O desenvolvimento de um sistema de código-fonte aberto possibilita além de, baixo custo em desenvolvimento e implantação, maior segurança frente a softwares comerciais, maior nível de personalização e, maior interoperabilidade.

2.9 Funcionalidade do Produto

As principais funcionalidades fornecidas pela central de monitoramento para bombas de infusão são apresentadas na lista abaixo :

- Visualização de tempo restante de infusão;
- Visualização do volume parcial infundido;
- Visualização do volume acumulado;
- Visualização do fluxo;
- Visualização do nome do medicamento infundido;
- Cadastro e remoção de bombas de infusão por leito;
- Alarme audiovisual de fim de infusão;
- Alarme audiovisual de porta do mecanismo infusor aberta;
- Alarme audiovisual de bolhas de ar no equipo;
- Alarme audiovisual de oclusão;

2.10 Usuários

A central de monitoramento para bombas de infusão pode ter como usuários desenvolvedores, médicos, enfermeiros ou qualquer pessoa interessada em conhecer as funcionalidades do sistema. Como o sistema permite apenas a visualização dos dados da sessão de infusão, não existem problemas de segurança inerentes ao seu uso e, portanto, não há a necessidade de restringir o acesso a qualquer funcionalidade do sistema em função do tipo de usuário.

2.11 Ambiente Operacional

A central de monitoramento para bombas de infusão consiste de um software Desktop desenvolvido para rodar especificamente em ambientes Linux sobre uma máquina virtual Python 2.7.

2.12 Restrições de Projeto e Implementação

A central de monitoramento para bombas de infusão foi escrita utilizando a linguagem Python. O sistema foi desenvolvido visando o consumo de poucos recursos de hardware, portanto os requisitos mínimos são: Processador de 2 gigahertz (GHz), Memória RAM de 2GB e espaço livre no disco rígido de 100MB .

2.13 Documentação do Usuário

A documentação do usuário com as principais funcionalidades do sistema será disponibilizado em arquivo .pdf.

2.14 Suposições e Dependências

O sistema foi desenvolvido para ser instalado em distribuições Linux baseadas em Debian e, necessita da máquina virtual Python 2.7 para sua execução.

3. METODOLOGIA

A metodologia de desenvolvimento de software adotada para este projeto é a metodologia ágil, visto que, trata-se de um projeto colaborativo que visa a realização de alterações e melhorias constantes.

Na metodologia ágil temos períodos curtos de desenvolvimento, o qual, consistem em iterações ou sprints, para que os resultados e o feedback dos usuários sejam obtidos rapidamente. Cada sprint consiste em uma pequena entrega com prazo relativamente curto, geralmente de 1 a 3 semanas.

Outro motivo para a escolha da metodologia ágil é que ela é simples e flexível, de maneira que alterações podem ser feitas no projeto independentemente do estágio em que se encontra o desenvolvimento e, sendo assim, eventuais problemas do software podem ser corrigidos ainda no seu estágio inicial.

A metodologia ágil é ideal para o gerenciamento de projetos colaborativos pois, com ela é possível dividir grandes projetos em pequenas tarefas nas quais várias equipes podem trabalhar em conjunto.

Quadro 1 - Atividades para Construção de Projeto de Software

Atividade	Artefatos resultantes
Engenharia de Requisitos	estudo de viabilidade, escolha de Stakeholders, levantamento de requisitos funcionais e não-funcionais, planejamento de teste de aceitação
Elaboração do Projeto de Software	diagrama de caso de uso, diagrama de classes e modelo para banco de dados
Tecnologias a serem utilizadas e os requisitos de implantação	Linguagens de programação, bibliotecas de componentes, ferramentas CASE, SGBD's. Instalação do software, manual do sistema e treinamento dos usuários

3.1 CRONOGRAMA

ATIVIDADES	J a n	F e v	M a r	A b r	M a i	J u n	J u l	A g o	S e t	O u t	N o v	D e z
Implementação da interface gráfica(GUI)		X										
Implementação de servidor TCP/IP			X									
Implementação de Cadastro/Remoção de bombas de infusão			X									
Implementação de visualização de parâmetros de infusão			X									
Implementação de alarmes				X								
Otimizações de desempenho				X								

REFERÊNCIAS

Moreira APA, Carvalho MF, Silva RCL, Marta CB, Fonseca ER, Barbosa MTS. Handling errors in conventional and smart pump infusions: A systematic review with meta-analysis. Rev Esc Enferm USP. 2020;54:e03562. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1980-220X2018032603562>

Moreira APA, Escudeiro CL, Christovam BP, Silvino ZR, Carvalho MF, Silva RCL. Use of technologies in intravenous therapy: contributions to a safer practice. Rev Bras Enferm [Internet]. 2017;70(3):595-601. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0216>