



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM COMPUTAÇÃO

LUANA JANAINA DE SOUSA

**UMA SOLUÇÃO PARA VISUALIZAÇÃO DE DADOS DE DISPOSITIVOS
MÉDICOS DE USO PESSOAL**

CAMPINA GRANDE - PB
2016

LUANA JANAINA DE SOUSA

**UMA SOLUÇÃO PARA VISUALIZAÇÃO DE DADOS DE DISPOSITIVOS
MÉDICOS DE USO PESSOAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação em Ciência da Computação da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito à obtenção do título de Bacharel
em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo e Silva
Barbosa.

CAMPINA GRANDE - PB
2016

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S725s Sousa, Luana Janaina de.

Uma solução para a visualização de dados de dispositivos médicos de uso pessoal [manuscrito] / Luana Janaina de Sousa. - 2016.

69 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Computação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. Paulo Eduardo e Silva Barbosa, Departamento de Computação".

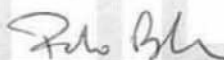
1. Dispositivos médicos pessoais. 2. Tecnologias em saúde.
3. Registro Eletrônico para Interoperabilidade em Saúde - REIS.
4. Desenvolvimento de sistemas. I. Título. 21. ed. CDD 005.2

LUANA JANAINA DE SOUSA

UMA SOLUÇÃO PARA VISUALIZAÇÃO DE DADOS DE DISPOSITIVOS MÉDICOS DE USO PESSOAL

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
em Ciência da Computação da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito à
obtenção do título de Bacharel em Ciência da
Computação.

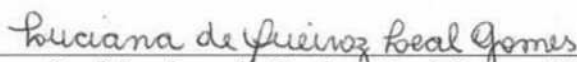
Aprovada em 28 de Setembro de 2016.



Prof. Dr. Paulo Eduardo e Silva Barbosa (UEPB)
Orientador(a)



Prof. Sabrina de Figueirêdo Souto (UEPB)
Examinador(a)



Prof. Luciana de Queiroz Leal Gomes (UEPB)
Examinador(a)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força, perseverança e coragem para concluir este trabalho e por caminhar comigo em todos os momentos.

Aos meus pais e familiares, pelo apoio, amor, cuidado e incentivo aos meus estudos durante a graduação. Em especial a minha mãe, que ajudou e me acompanhou de perto, presenciando minhas dificuldades e vitórias.

Aos meus irmãos e amigos da Comunidade Teófilos, que souberam compreender minhas ausências, me incentivaram e torceram pela conclusão deste curso.

A todos os meus amigos, em especial Bruno Clementino, José Fábio, Lucas Miranda, Lukas Teles, Melqui Andrade e Sidney Pimentel, que conviveram comigo durante o período do curso e me proporcionaram momentos maravilhosos. Pelos almoços compartilhados, momentos engraçados, por todos os projetos que realizamos, especialmente pela ajuda durante a realização deste projeto. Todos os momentos que juntos convivemos eu guardarei com muito carinho.

Ao Professor Dr. Paulo Eduardo e Silva Barbosa, pela orientação, confiança, paciência e pelas oportunidades que me foi oferecida durante os anos de projetos de pesquisa.

A Fernanda da Silva, que se disponibilizou em vários momentos para me explicar sobre os termos da área de saúde, que por mim eram desconhecidos.

A toda equipe de desenvolvimento do projeto HAM/NUTES, que se disponibilizou para realizar avaliação do sistema.

A todos os meus professores da graduação, pelo conhecimento transmitido, tanto profissional como pessoal. Em especial ao professor Paulo Eduardo (acima citado) e ao professor Fábio Luiz Leite Júnior que me proporcionaram uma experiência em projetos de pesquisa, sem os quais não teria a bagagem necessária para a conclusão desta pesquisa.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão desta pesquisa.

RESUMO

UMA SOLUÇÃO PARA VISUALIZAÇÃO DE DADOS DE DISPOSITIVOS MÉDICOS DE USO PESSOAL

Um dos fatores que justificam as pesquisas voltadas para a área das tecnologias em saúde é a necessidade de gerenciar os cuidados com a saúde. Registra-se que nos últimos anos vem crescendo o índice de ocupação dos hospitais, grande parte devido ao aumento da população mais idosa, e pacientes com doenças crônicas e respiratórias. Desse modo, investir em soluções que auxiliem nos cuidados com a saúde pode contribuir para melhorias nos serviços de saúde e conseqüentemente aumento da qualidade de vida. A proposta deste trabalho é desenvolver uma solução para auxiliar no acompanhamento de informações fisiológicas do paciente com base na leitura das medições de dispositivos médicos de uso pessoal, tais como: o oxímetro de pulso, a balança e o medidor de pressão arterial. Esta pesquisa propõe desenvolver um protótipo inicial que servirá para auxiliar nas pesquisas relacionadas a dispositivos médicos dentro do NUTES (Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde). A solução desenvolvida foi o REIS (Registro Eletrônico para Interoperabilidade em Saúde), um sistema web para armazenamento e acompanhamento de informações de saúde de pacientes. O sistema foi desenvolvido considerando a estrutura do padrão de interoperabilidade em saúde HL7 (*Health Level Seven*) e a estrutura de arquivos XML, baseados na biblioteca *Antidote*, para interoperabilidade com o padrão ISO/IEEE 11073 que visa comunicação entre dispositivos médicos. Para avaliar o sistema REIS foi desenvolvido um questionário de avaliação de qualidade com a equipe de desenvolvimento onde o sistema será evoluído e gerenciado em uma comunidade *open source*. Os resultados da avaliação possibilitaram verificar o nível de aceitação do sistema por parte dos desenvolvedores e identificar melhorias no sistema REIS.

Palavras-Chave: REIS, Registro Eletrônico, Dispositivos Médicos Pessoais, Interoperabilidade em Saúde.

ABSTRACT

A SOLUTION FOR DATA VISUALIZATION OF PERSONAL HEALTH DEVICE

One of the factors that justified the researches focused on the area of health technology is the necessity to manage healthcare. It has been recorded that in recent years there has been an increase in the hospital occupancy rate, a great part due to the increase of an older population, and patients with chronic and respiratory diseases. Therefore, investing in solutions that assist in healthcare can contribute to the improvements in health services and, consequently, improve the quality of life. The proposal of this work is to develop a solution to assist in the monitoring of physiological information of the patient based on the reading of the measurements of health medical devices, such as: the pulse oximeter, the scale and the blood pressure monitor. This research proposes to develop an initial prototype that will serve to assist in the research related to medical devices inside the NUTES (Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde). The developed solution was the REIS (Registro Eletrônico para Interoperabilidade em Saúde), a web system for the storage and monitoring of patient health information. The system was developed considering the structure of the pattern of interoperability in HL7 (Health Level Seven) and the structure of XML files, based on the Antidote library, for interoperability with ISO / IEEE 11073 standard aimed at communication between medical devices. To evaluate the REIS system a quality assessment questionnaire was developed with the development team where the system will be evolved and managed in an open source community. The results of the test were able to verify the level of the acceptance of the system by the developers and to identify improvements in the REIS system.

Keywords: REIS, Electronic Registry, Personal Health Device, Health Interoperability

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Fórmula do índice de massa corporal | 16 |
| Figura 2 - Estrutura de um arquivo XML gerado utilizando a biblioteca antidote | 18 |
| Figura 3 - Exemplo de mensagem HL7 | 22 |
| Figura 4 - Contexto onde o sistema REIS está situado | 30 |
| Figura 5 – Visão geral do funcionamento do sistema REIS | 31 |
| Figura 6 – Diagrama de pacotes do projeto REIS | 32 |
| Figura 7 - Tela inicial do sistema web REIS | 33 |
| Figura 8 - Tela inicial do paciente..... | 34 |
| Figura 9 - Tela de perfil do paciente | 35 |
| Figura 10 - Tela de medições do paciente | 36 |
| Figura 11 - Tela de histórico de medições do paciente | 36 |
| Figura 12- Tela de mensagem HL7 | 37 |
| Figura 13 - Verificação na mensagem na ferramenta HAPI TestPanel | 38 |
| Figura 14 - Simulação do envio de uma mensagem HL7 | 39 |
| Figura 15 - Tela inicial do sistema REIS - local | 40 |
| Figura 16 - Tela de envio das informações para módulo reis web | 41 |
| Figura 17 - Tela de autenticação do usuário | 41 |
| Figura 18 - Tela de configurações do módulo reis local | 42 |
| Figura 19 - Guia de instalação do sistema para desenvolvedores | 43 |
| Figura 20 - Resultados de avaliação da organização do sistema | 47 |
| Figura 21 - Resultados de avaliação da usabilidade do sistema..... | 47 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Principais parâmetros para o oxímetro de pulso | 16 |
| Tabela 2 - Principais parâmetros para a balança | 16 |
| Tabela 3 - Principais parâmetros para o medidor de pressão arterial | 17 |
| Tabela 4 - Lista dos Segmentos de mensagem HL7 mais utilizados | 21 |
| Tabela 5 - Critérios de avaliação em relação a organização do projeto | 45 |
| Tabela 6 – Critérios de avaliação e relação a utilização do sistema | 45 |

LISTA DE ABREVIATURAS, SIMBOLOS E SIGLAS

| | |
|-----------|---|
| % | Porcentagem |
| ANSI | <i>American National Standards Institute</i> |
| Bpm | Batimentos por Minuto |
| CKM | <i>Clinical Knowledge Manager</i> |
| DICOM | <i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i> |
| HAM | <i>Health Aggregation Manager</i> |
| HAPI | <i>HL7 Application Programming Interface</i> |
| HL7 | <i>Health Level Seven</i> |
| IEEE | <i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i> |
| ISO | <i>International Organization Standardization</i> |
| kg | Quilograma |
| kPa | Quilopascal |
| IMC | Índice de Massa Corporal |
| LOINC | <i>Logical Observation Identifier, Names and Codes</i> |
| mmHg | Milímetros de Mercúrio |
| NUTES | Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde |
| REIS | Registro Eletrônico para Interoperabilidade em Saúde |
| RES | Registro Eletrônico em Saúde |
| SNOMED-CT | <i>Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms</i> |
| SpO2 | Saturação de Oxigênio no sangue |
| XML | <i>eXtensible Markup Language</i> |
| XP | <i>Extreme Programming</i> |
| PHD | <i>Personal Health Device</i> |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1. Justificativa | 11 |
| 1.2. Proposta do Trabalho | 12 |
| 1.3. Objetivos | 13 |
| 1.3.1. Objetivo Geral | 13 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos | 13 |
| 1.4. Estrutura do Trabalho | 14 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 15 |
| 2.1. Dispositivos Pessoais de Saúde | 15 |
| 2.1.1. Oxímetro de Pulso | 15 |
| 2.1.2. Balança | 16 |
| 2.1.3. Medidor de Pressão Arterial | 16 |
| 2.1.4. A Biblioteca <i>Antidote</i> 11073 | 17 |
| 2.2. Padrões de Interoperabilidade para a Saúde | 19 |
| 2.3. HL7 | 20 |
| 2.3.1. O Padrão HL7 V2.x | 21 |
| 2.3.2. Estrutura de uma Mensagem HL7 V2.x | 21 |
| 2.3.3. API HAPI | 22 |
| 2.4. O Processo de Desenvolvimento Ágil XP | 23 |
| 3. METODOLOGIA | 25 |
| 3.1. Estudo do Padrões HL7 | 25 |
| 3.2. Estudos sobre os Dispositivos Médicos Pessoais | 25 |
| 3.3. Identificação dos Requisitos para o Sistema | 25 |
| 3.4. Desenvolvimento do REIS utilizando um processo baseado em XP | 26 |
| 3.5. Documentação do Sistema | 27 |
| 3.6. Processo de Avaliação do Sistema | 27 |
| 4. SOLUÇÃO PROPOSTA | 29 |
| 4.1. Arquitetura do Sistema | 29 |
| 4.2. O Sistema REIS | 33 |
| 4.2.1. Módulo Web | 33 |
| 4.2.2. Módulo Local | 39 |
| 4.3. Documentação do Sistema | 42 |
| 5. AVALIAÇÃO DO SISTEMA | 44 |
| 5.1. Critérios de Avaliação | 44 |

| | |
|--|----|
| 5.2. Resultados da Avaliação | 45 |
| 5.2.1. Resultados de Avaliação da Organização do Projeto | 46 |
| 5.2.2. Resultados de Avaliação da Utilização do Sistema | 47 |
| 6. CONCLUSÃO | 50 |
| REFERÊNCIAS | 52 |

1. INTRODUÇÃO

1.1. Justificativa

Os estudos para auxiliar nos cuidados a saúde vêm tomando força, grande parte devido aos avanços tecnológicos que estão alavancando pesquisas para esta área. Com o aumento da expectativa de vida e envelhecimento da população, as pessoas estão vivendo mais, a população idosa está aumentando e por consequência o índice de doenças. De acordo com Swiss (2014), no ano de 2007, aproximadamente 72% das mortes no Brasil estavam associadas a doenças não transmissíveis como é o caso de doenças cardiovasculares, doenças respiratórias, diabetes, câncer, entre outras. Além disso, diabetes e hipertensão estão no quadro de doenças que vem aumentando, assim como o excesso de peso e obesidade da população. Com isso a busca por soluções que auxiliem no gerenciamento da saúde vem ganhando destaque.

Problemas como os destacados acima são resultados para o índice de ocupação dos hospitais, especialmente em relação a população mais idosa e pacientes com doenças crônicas e respiratórias. Atualmente, uma alternativa utilizada pelos hospitais e instituições da área de saúde é a adoção da assistência domiciliar, também conhecida como *home care*. Segundo Galvão (2011), essa modalidade vem sendo justificada devido a fatores como: o envelhecimento da população e por consequência aumento de doenças relacionadas a idade, aumento de cuidados com doenças crônicas, interesse do próprio paciente em gerenciar sua saúde, redução de custos com hospitalização, dentre outros. Entretanto, gerenciar os cuidados com a saúde de um paciente, seja em ambiente *home care* ou em ambientes hospitalares, implica na observação de diversos parâmetros. Dentro desse contexto, soluções para o monitoramento de informações do paciente, como dados fisiológicos (por exemplo: pressão arterial e frequência cardíaca), podem contribuir para um melhor acompanhamento e tratamento da saúde do paciente.

Um dos serviços que facilita nos cuidados a saúde é o monitoramento remoto. O monitoramento remoto permite aos médicos e cuidadores acompanhar e gerenciar a saúde de seus pacientes. Faria (2015) apresenta um exemplo de caso de uso para esta situação, onde um paciente com doença crônica coleta informações através de dispositivos médicos e envia para um smartphone ou computador conectado à

internet. Essas informações são encaminhadas para um serviço de saúde e o médico da família consegue monitorar a saúde do paciente. Através de sistemas web de monitoramento o médico pode visualizar o histórico de um paciente e avaliar sua situação bem como a condição física (por exemplo: peso e altura), dentre outros aspectos como as atividades realizadas e exames e com base nessas informações tomar decisões e fornecer um diagnóstico mais preciso.

1.2. Proposta do Trabalho

Este trabalho se encontra no âmbito do Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde (NUTES/UEPB). O NUTES é um núcleo viabilizado através de um convênio entre a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) para pesquisa, desenvolvimento, produção e inovação de tecnologias voltadas para a área de saúde (NUTES, 2016). Dentre as diversas áreas de pesquisa do núcleo, uma delas está voltada para o estudo e implementação de soluções para dispositivos médicos. Dentro deste contexto, a proposta deste trabalho é desenvolver uma solução para auxiliar no monitoramento de informações relacionadas a saúde de pacientes, com base em medições obtidas durante a leitura de dispositivos médicos pessoais. Esta solução será utilizada como um protótipo inicial para pesquisa dentro do NUTES e iniciativa de novos projetos. A pesquisa visa disponibilizar as informações de um paciente em um ambiente web e possibilitar a interoperabilidade com outros sistemas médicos.

Para garantir a interoperabilidade com outros sistemas foram analisados e adotados os padrões HL7 e o ISO/IEEE 11073. O HL7 foi escolhido por ser um padrão reconhecido internacionalmente para a troca de informações entre sistemas envolvendo dados de pacientes. O ISO/IEEE 11073 é um padrão adotado por várias arquiteturas de referência que visam facilitar a comunicação direta entre dispositivos médicos e sistemas utilizando tipos de dados globalmente reconhecíveis de acordo com várias tecnologias de comunicação.

Para esta pesquisa, como prova de conceito, foram considerados os seguintes dispositivos médicos pessoais: o oxímetro de pulso, a balança e o medidor de pressão arterial. Estes dispositivos são utilizados para obter medições dos pacientes (por exemplo: medição de pressão arterial, saturação de oxigênio no sangue, peso, altura e taxa de pulso). O acompanhamento dessas medições pode auxiliar na detecção de

doenças como predisposição ao diabetes, doenças pulmonares, obesidade, entre outras. Conforme destacado anteriormente, estas doenças estão no quadro de doenças que vem aumentando nos últimos anos e desse modo o acompanhamento das informações do paciente pode auxiliar na melhoria dos cuidados com a saúde.

O NUTES já possui um agregador de dados em saúde, o projeto HAM (*Health Aggregation Manager*)¹, que realiza a leitura de dispositivos médicos de uso pessoal utilizando comunicação sem fio (*bluetooth*), e armazena estas informações em arquivos XML, em conformidade com a norma ISO/IEEE 11073 e com base nas definições de uma biblioteca chamada *antídote*². Desse modo, com o intuito de integrar esta pesquisa ao NUTES e aproveitar os recursos disponibilizados pelo núcleo, a leitura das informações para dispositivos com comunicação sem fio é feita através dos arquivos XML disponibilizados pelo projeto acima citado. É importante destacar que a geração dos arquivos XML não faz parte do escopo desta pesquisa. Estes arquivos serão utilizados em modo de leitura para obter a informação dos dispositivos médicos. Para os dispositivos de comunicação com fio, a leitura foi realizada utilizando a comunicação com a porta serial.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Desenvolver uma solução para o acompanhamento de dados de saúde de pacientes, utilizando leituras obtidas de dispositivos médicos de uso pessoal.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar a leitura das medições dos dispositivos médicos de uso pessoal (oxímetro de pulso, balança e medidor de pressão arterial);
- Armazenar as informações dos dispositivos médicos em uma base de dados centralizada;
- Disponibilizar as medições do paciente em um sistema web;

¹ nutes.uepb.edu.br/ham

² Uma biblioteca de código aberto desenvolvida pela empresa SIGNOVE, para interoperabilidade com dispositivos médicos de comunicação sem fio. http://oss.signove.com/index.php/Antidote:_IEEE_11073-20601_stack

- Permitir interoperabilidade com outros sistemas utilizando o padrão de interoperabilidade em saúde HL7 e o ISO/IEEE 11073.

1.4. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido nos seguintes capítulos:

- Capítulo 1 - Introdução, que é o presente capítulo;
- Capítulo 2 - Referencial Teórico: Neste capítulo serão abordados os conceitos sobre os dispositivos médicos de uso pessoal utilizados na pesquisa, os padrões de interoperabilidade em saúde e apresentação do processo utilizado no desenvolvimento do sistema.
- Capítulo 3 - Metodologia: Neste capítulo serão descritos os processos e métodos utilizados para a realização da pesquisa. Bem como também será apresentado como foi realizado o processo de desenvolvimento do sistema.
- Capítulo 4 - Solução Proposta: Neste capítulo será apresentada a descrição da arquitetura, a apresentação das funcionalidades e detalhes referentes à documentação e implantação do sistema.
- Capítulo 5 - Avaliação do Sistema: Este capítulo descreve como foi realizada a avaliação do sistema, destacando os principais critérios abordados e conclusões dos resultados analisados.
- Capítulo 6 - Conclusão: Neste capítulo serão apresentadas as principais conclusões da pesquisa e propostas de trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados os conceitos sobre os dispositivos pessoais de saúde, selecionados para realizar a leitura dos dados do paciente. Além disso, também será abordado o padrão de interoperabilidade em saúde HL7 por fazer parte do escopo do projeto. Por fim, será apresentado o processo de desenvolvimento XP (*Extreme Programming*), utilizado como referência para o planejamento e desenvolvimento do sistema.

2.1. Dispositivos Pessoais de Saúde

Dispositivos Pessoais de Saúde ou *Personal Health Device* (PHD) podem compartilhar informações das medições de um paciente utilizando de comunicação sem fio (por exemplo: *bluetooth*) ou outra tecnologia de comunicação (por exemplo: porta serial). Normas como a ISO/IEEE 11073 investem no desenvolvimento de padrões para interoperabilidade entre dispositivos médicos. Esses padrões descrevem uma abordagem para comunicação entre os dispositivos e sistemas externos, através de especificações para cada tipo de equipamento.

Balanças, termômetros, oxímetros de pulso, medidores de pressão arterial são exemplos de dispositivos pessoais de saúde (FARIA, 2015). Serão detalhados abaixo os três dispositivos utilizados na validação da prova de conceito da pesquisa: o oxímetro de pulso, a balança e o medidor de pressão arterial. Logo após, será explicada a biblioteca *antidote*, responsável por definir a estrutura dos arquivos XML, que contém as medições dos dispositivos.

2.1.1. Oxímetro de Pulso

O oxímetro de pulso é um dispositivo utilizado para determinar o nível de saturação de oxigênio no sangue (SpO_2) e a taxa de pulso (*Pulse Rate*). Conforme definido em pela ISO/IEEE (2010a) as informações apresentadas em um oxímetro são: SpO_2 e a Taxa de Pulso. O SpO_2 representa, a quantidade de oxigênio no sangue e é definido em porcentagem (%). Já a taxa de pulso representa a relação da quantidade de batimentos por minuto (bpm).

A tabela abaixo resume os principais parâmetros para o oxímetro e suas respectivas unidades de medida.

Tabela 1 - Principais parâmetros para o oxímetro de pulso

| Parâmetros | Descrição | Unid.de Medida |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| SpO2 | Saturação de Oxigênio no Sangue | % |
| Taxa de Pulso | Quantidade de batimentos por minutos | bpm |

Fonte: Próprio autor

2.1.2. Balança

A Balança é um dispositivo médico utilizado para medir o peso do corpo de uma pessoa e de forma opcional, outras medidas fisiológicas (e.g., a altura e o índice de massa corporal). (IEEE, 2008)

Conforme definido pela norma IEEE (2008), a informações apresentadas em uma balança são: peso (*Body weight*), altura (*Body height*) e índice de massa corporal (*Body mass index*), conhecido como IMC. O peso é a informação principal de uma balança e pode ser representado em quilogramas (kg) ou Libras (lb), porém a unidade padrão é quilogramas. A altura pode ser representada em centímetros (cm) ou polegadas (in), porém a unidade padrão é centímetros. O índice de massa corporal (kg/m^2) é uma medida para indicar o excesso ou baixa quantidade de peso definido pela fórmula:

$$IMC = \frac{\textit{peso}}{\textit{altura}^2}$$

Figura 1 - Fórmula do índice de massa corporal

Fonte: Próprio autor

A tabela abaixo resume os principais parâmetros para a balança e suas respectivas unidades de medida.

Tabela 2 - Principais parâmetros para a balança

| Parâmetros | Descrição | Unid.de Medida |
|-------------------|--------------------------|-----------------------|
| Peso | Peso | kg ou lb |
| Altura | Altura | cm ou in |
| IMC | Índice de Massa Corporal | Kg/m^2 |

Fonte: Próprio autor

2.1.3. Medidor de Pressão Arterial

Segundo a ISO/IEEE (2010b), a pressão arterial é a pressão que o sangue exerce contra as paredes dos vasos sanguíneos. Existem dois valores relacionados à pressão arterial: o valor máximo, produzido pela contração do coração, chamado de pressão sistólica; e o valor mínimo, produzido pelo relaxamento do coração, chamado de pressão diastólica (ISO/IEEE, 2010b). Com base na média desses dois valores é gerada a pressão arterial média.

Conforme definido na ISO/IEEE (2010b), o medidor de pressão arterial possui as seguintes informações: a pressão arterial (*blood pressure*) que é composta por pressão sistólica (*systolic pressure*), pressão diastólica (*diastolic pressure*) e pressão média arterial (*mean arterial pressure*); e, em alguns casos, a taxa de pulso (*pulse rate*). A pressão arterial é geralmente medida utilizando a unidade padrão milímetro de mercúrio (mmHg), mas também pode utilizar a unidade Quilopascal (kPa), enquanto que a taxa de pulso é medida em batimentos por minuto (bpm).

Na tabela abaixo são destacados os principais parâmetros para o medidor de pressão arterial e suas respectivas unidades de medida.

Tabela 3 - Principais parâmetros para o medidor de pressão arterial

| Parâmetros | Descrição | Unid.de Medida |
|------------------------|--|-----------------------|
| Pressão Arterial | Relação da pressão sistólica pela diastólica | mmHg ou kPa |
| Pressão Sistólica | Valor máximo (contração do coração) | mmHg ou kPa |
| Pressão Diastólica | Valor mínimo (relaxamento do coração) | mmHg ou kPa |
| Pressão Arterial Média | Média das pressões (sistólica e diastólica) | mmHg ou kPa |
| Taxa de Pulso | Quantidade de batimentos por minutos | Bpm |

Fonte: Próprio autor

A biblioteca *antidote* é uma implementação de código aberto do padrão ISO/IEEE 11073³ desenvolvida pela Signove⁴. A Signove é uma empresa para o desenvolvimento de softwares e tecnologias voltadas para área da saúde. A biblioteca *antidote* possui um documento de especificação, definido pela Signove (2012), para a leitura dos dispositivos médicos com conexão sem fio. A Figura 2 apresenta o formato padrão de um arquivo XML, gerado de acordo com o documento de especificação da biblioteca.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<data-list>
  <entry>
    <meta-data>
      <meta name="HANDLE">1</meta>
    </meta-data>
    <compound>
      <name>Numeric</name>
      <entries>
        <entry>
          <meta-data>
            <meta name="partition">2</meta>
            <meta name="metric-id">19384</meta>
            <meta name="unit-code">544</meta>
            <meta name="unit">4</meta>
          </meta-data>
          <simple>
            <name>Basic-Nu-Observed-Value</name>
            <type>float</type>
            <value>95.500000</value>
          </simple>
        </entry>
      </entries>
    </compound>
  </entry>
</data-list>

```

Figura 2 - Estrutura de um arquivo XML gerado utilizando a biblioteca *antidote*

Fonte: Print screen de um arquivo XML

De acordo com a Signove (2012), a biblioteca organiza a informação em uma estrutura de árvore. Cada XML é formado por um único elemento chamado *data-list*. Dentro de cada *data-list* existe um conjunto de filhos chamados *entry* (entidade). Cada

³ Padrão para interoperabilidade com dispositivos pessoais de saúde utilizando comunicação sem fio

⁴ <http://www.signove.com/>

entidade é formada por meta dados (*meta-data*) que podem ser simples ou compostos. Meta dados representam descrições relacionadas às entidades (*entry*). Por exemplo: a identificação “*metric-id*” dentro do “*meta-data*” define o código do parâmetro spO2 para o dispositivo oxímetro de pulso, de acordo com a nomenclatura de códigos definida pela ISO/IEEE 11073-20601-2008. Já a identificação “*unit-code*” define o código da unidade de medida. A explicação detalhada da estrutura dos arquivos XML está definida no documento de especificação desenvolvido pela Signove (2012).

2.2. Padrões de Interoperabilidade para a Saúde

A norma IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) (IEEE, 1990) define interoperabilidade como a capacidade de dois ou mais sistemas ou componentes compartilhar e utilizar a informação compartilhada. De acordo com o HL7 (2007), existem 3 aspectos para a interoperabilidade: interoperabilidade técnica, semântica e de processo. A interoperabilidade técnica é a capacidade de compartilhar dados entre dois sistemas; a interoperabilidade semântica garante que ambos os sistemas compreendam a informação da mesma forma; e interoperabilidade de processo permite processos de negócios para que dois sistemas possam trabalhar em conjunto. Dentro desse conceito, a interoperabilidade pode ser vista como um aspecto importante para garantir que as informações sejam compartilhadas entre sistemas de forma correta e coerente, de modo que ambos os sistemas compreendam a informação compartilhada.

No contexto de informações relacionadas à área de saúde, os padrões de interoperabilidade em saúde são responsáveis por fornecer todas as especificações para a troca de informação. O Ministério da Saúde⁵ define que estes padrões têm, dentre outros, o objetivo de “definir um conjunto de mensagens e serviços a serem utilizados na comunicação entre sistemas de informação em saúde” (DOU, 2011).

No Brasil, o Ministério da Saúde estabeleceu alguns padrões de interoperabilidade. Entre eles estão o OpenEHR para definição do Registro Eletrônico em saúde (RES), o HL7 para interoperabilidade entre sistemas (DOU, 2011), o SNOMED-CT para codificação de termos clínicos, o LOINC para codificação de

⁵ Órgão Brasileiro responsável pela organização de planos e políticas públicas relacionadas à saúde

exames laboratoriais, o DICOM para representação de imagens, dentre outros. No próximo tópico será apresentado mais detalhadamente o padrão HL7, devido à sua utilização na pesquisa.

2.3. HL7

O Health Level Seven Internacional (HL7) é uma organização sem fins lucrativos, fundada em 1987 e reconhecida pelo American National Standards Institute (ANSI) como uma norma para o desenvolvimento de padrões para interoperabilidade de informações em saúde. A organização se dedica a fornecer padrões relacionados com o intercâmbio, integração, compartilhamento e recuperação de informações eletrônicas em saúde (HL7, 2016). O objetivo do HL7 é padronizar a comunicação entre sistemas médicos para utilização por instituições de saúde nacionais e internacionais (SANTOS, 2014).

Além de representar uma organização, a sigla HL7 também é utilizada para representar os padrões desenvolvidos pela mesma (MENEZES, 2011). O termo “Level Seven”, incluído no nome, está relacionado ao sétimo nível do modelo Open System Interconnection⁶ (OSI), a camada de aplicação. Nessa camada, as aplicações definem estruturas para troca de dados, bem como funções para identificação de usuários, verificação de segurança e disponibilidade de dados, e mecanismos de negociação (ARAÚJO, PIRES e BANDIERA-PAIVA, 2014) (FONSECA, 2008).

O HL7 é atualmente definido como um padrão internacional, sendo utilizado por diversos países, como o Brasil, EUA, Canadá, Austrália e Alemanha. No Brasil, o Ministério da Saúde através da portaria de nº 2073 (DOU, 2011) em 31 de agosto de 2011, adotou o HL7 como padrão para interoperabilidade entre sistemas de saúde.

No decorrer dos anos, o HL7 desenvolveu diferentes padrões para a integração de sistemas da área de saúde, divididos entre famílias, dentre eles destacam-se os padrões para troca de mensagens (HL7 v2.x e HL7 v3.x), padrões para documentos clínicos (HL7 CDA) e padrões para especificações de gestão de contexto (CCOW).

Será detalhado abaixo o padrão de troca de mensagens HL7 V2.x, que integra o escopo deste trabalho, devido à grande adoção do padrão nas empresas.

⁶ Modelo para comunicação de dados entre dispositivos em rede.

2.3.1. O Padrão HL7 V2.x

O HL7 V2.x é um padrão de mensagens para a troca de dados clínicos entre sistemas. A primeira versão foi lançada em 1987, a segunda, no ano seguinte em 1988, e atualmente se encontra na versão 2.7. Conforme Santos (2014), depois do release 2.3 lançado em 1988, a versão 2 passou a ser adotada por fabricantes de equipamentos e sistemas hospitalares e até hoje continua como a versão mais utilizada. Segundo o HL7 (2016), a versão da família HL7 v2.x é o padrão mais implementado para os cuidados de saúde no mundo.

O padrão HL7 V2 é composto por um conjunto de mensagens estruturadas contendo informações relacionadas a área de saúde (informações de paciente, detalhes de consultas).

2.3.2. Estrutura de uma Mensagem HL7 V2.x

Segundo Araújo, Pires e Bandiera-Paiva (2014, p. 557), “Uma mensagem é uma resposta a eventos dentro dos sistemas de saúde e tem a representação de informações clínicas e administrativo-financeiras sob a forma de um arquivo, variando de acordo com a evolução das versões”.

As mensagens HL7 são divididas em segmentos, classificados por um código de 3 caracteres chamado de “ID do Segmento” (HL7 BRASIL, 2015). A tabela 4 mostra os exemplos dos segmentos mais utilizados de acordo com o HL7 Brasil (2015).

Tabela 4 - Lista dos segmentos de mensagem HL7 mais utilizados (continua)

| Código | Descrição |
|--------|------------|
| DG1 | Diagnosis |
| EVN | Event type |
| GT1 | Guarantor |
| IN1 | Insurance |

(conclusão)

| Código | Descrição |
|--------|--------------------------------|
| MSH | Message Header |
| NK1 | Next of kin/associated parties |
| NTE | Notes and comments |
| OBR | Observation request |
| OBX | Observation result |
| ORC | Common order |

| | |
|-----|------------------------|
| PID | Patient identification |
| FT1 | Financial transaction |

Fonte: Adaptado de HL7 (2016)

A Figura 3 mostra o exemplo de uma mensagem HL7, contendo três segmentos: MSH (cabeçalho da mensagem), EVN (Tipo de Evento) e PID (Informações do Paciente). Os segmentos são separados pelo delimitador “<CR>” (*carriage return*). Cada segmento é composto por campos, separados por “|” (*pipe*). Nem todos os campos são obrigatórios, na ausência de informações basta acrescentar apenas o caractere “|” (*pipe*). Os campos são compostos por componentes e subcomponentes separados por “^” (acento circunflexo) e “&” (e comercial), respectivamente.

No exemplo da Figura 3, conforme explica Gonçalves (2010), é possível observar que o décimo primeiro campo do segmento PID corresponde ao endereço do paciente. O campo é dividido em quatro componentes:

- O Endereço, que está dividido em dois subcomponentes: o logradouro “RUA DAS ANDRADAS” e o número “100”;
- Informações complementares “AP101”
- Cidade “PORTO ALEGRE”;
- Estado “RS”.

```
MSH|^~\&|PEP^EHR|HOME|DCM4CHEE^PACS|HOME|20100624202530||ADT^A08|PEP00001|T|2.3|<cr>
EVN|A08|20100624202530|<cr>
PID|1||0000001||ANTONIO^JOAO|||||RUA DOS ANDRADAS&100^AP101^PORTO ALEGRE^RS|BRA<cr>
```

Figura 3 - Exemplo de mensagem HL7

Fonte: Adaptado de Gonçalves (2010)

O Instituto HL7 disponibiliza um conjunto de guias de especificação para a construção das mensagens. Esses documentos definem toda a estrutura de uma mensagem HL7 bem como regras para troca de informação.

2.3.3. API HAPI

HAPI (HL7 *Application Programming Interface*) é uma ferramenta *open source*⁸ para realizar a integração de sistemas utilizando o padrão HL7 V2x. A ferramenta foi desenvolvida para a linguagem de programação Java, e possui um conjunto de classes e interfaces para auxiliar no desenvolvimento de sistemas com suporte a mensagens HL7 (GONÇALVES, 2010).

Esta API foi lançada em 2001, pela *University Health Network* e atualmente se encontra na versão 2.2. Ela é amplamente utilizada por empresas, hospitais, governos e instituições de ensino (HAPI, 2014).

2.4. O Processo de Desenvolvimento Ágil XP

O processo de Programação Extrema (XP - *extreme programming*) é definido por Pressman (2011) como a abordagem mais utilizada para o desenvolvimento ágil de software.

Segundo Pressman (2011), o XP possui como base cinco valores:

- A **comunicação** entre os engenheiros de software e os demais envolvidos no sistema;
- A **simplicidade** para projetar apenas as necessidades imediatas;
- O **feedback** do software, membros da equipe e cliente;
- **Coragem**, para elaborar o projeto considerando os requisitos futuros. A equipe XP deve ter disciplina;
- O **respeito** deve existir entre os membros;

O processo XP, de acordo com Pressman (2011), define uma abordagem orientada a objetos dividida nas seguintes etapas:

- **Planejamento** – Esta atividade capacita os membros da equipe a entender o ambiente de negócios e ter uma percepção dos resultados, fatores iniciais e da funcionalidade do sistema. O ponto inicial da atividade é “ouvir”. Essa atividade conduz a um conjunto de histórias (histórias de usuários) que define os resultados, as características e a história do software a ser construído.
- **Projeto** – Na fase de projeto, define-se que sempre é preferível ter um projeto simples, do que uma representação complexa. A fase de projeto fornece um

⁸ Termo para representar ferramentas de código aberto

guia para a implementação de uma história. Ela encoraja o uso de cartões CRC como um mecanismo para pensar no contexto de orientação a objetos e identificar e organizar as classes.

- Código – Na parte da codificação a equipe desenvolve inicialmente os testes de unidade. Uma vez criados os testes de unidade o código é realmente implementado. Também é recomendado utilizar programação em pares.
- Teste – Nesta fase encoraja a uma nova execução dos testes de unidade, uma vez que o código foi implementado, isto se chama de “teste de regressão”. Testes de aceitação também são considerados nesta fase.

É importante considerar que, qualquer processo de software tem falhas. Porém o segredo é adaptar o processo às necessidades específicas da organização. (PRESSMAN, 2011)

3. METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados os métodos utilizados para a realização deste trabalho. Para esta pesquisa foi necessário estudar o padrão HL7 e a estrutura dos arquivos envolvidos com a leitura de dispositivos médicos de uso pessoal, para compreender as informações necessárias ao desenvolvimento do sistema. As etapas realizadas estão detalhadas a seguir.

3.1. Estudo do Padrões HL7

Esta etapa consistiu em pesquisar documentos sobre o HL7, com o intuito de compreender os conceitos e verificar a viabilidade de implementação deste padrão no sistema a ser desenvolvido. A partir desse estudo, foi identificada a possibilidade de utilizar o padrão HL7 V2 para realizar a interoperabilidade com outros sistemas, através da biblioteca HAPI.

3.2. Estudos sobre os Dispositivos Médicos Pessoais

Um dos objetivos definidos para a pesquisa foi realizar a leitura das medições dos dispositivos médicos de uso pessoal. Para isso, inicialmente foi necessário compreender quais os parâmetros fornecidos por cada dispositivo. Nesta etapa foram estudadas as documentações para cada um dos dispositivos médicos considerados para a pesquisa (o oxímetro de pulso, a balança, e o medidor de pressão arterial). Estes estudos possibilitaram identificar os principais parâmetros destes dispositivos, destacados nas tabelas 1, 2 e 3 do tópico 2.1

Também foi estudada a documentação do *antídote* para desenvolvedores definida pela Signove (2012). Este documento explica como está estruturado o arquivo XML referente a leitura de dispositivos com comunicação sem fio. A partir desse documento foi possível entender como implementar as funções para leitura das medições armazenadas no arquivo XML referente a cada dispositivo e quais os parâmetros necessários. Além dos arquivos XML, foi estudado como realizar a leitura de dispositivos médicos pessoais utilizando a comunicação com a porta serial.

3.3. Identificação dos Requisitos para o Sistema

Com base nos objetivos propostos para a pesquisa, foram definidos os requisitos do sistema. Os requisitos serão descritos no Apêndice B.

Para modelar a base de dados, foram realizadas as seguintes atividades:

1. Atividade 1 - Selecionar as informações dos dispositivos médicos: Nesta atividade foram identificadas as principais informações para cada dispositivo médico pessoal. Estas informações estão descritas no tópico Apêndice A
2. Atividade 2 – Selecionar as informações necessárias do padrão HL7: Nesta atividade, foi analisada a estrutura definida para a mensagem HL7 ORU-R01, com ênfase para os segmentos MSH, PID, OBR e OBX. Através dessa análise foram determinados quais as principais informações para gerar a mensagem HL7. As informações obtidas estão disponíveis no Apêndice D.

3.4. Desenvolvimento do REIS utilizando um processo baseado em XP

O desenvolvimento do sistema seguiu um processo ágil baseado no modelo XP. As etapas do processo serão descritas abaixo:

1. Planejamento – A etapa de planejamento consistiu em analisar os requisitos identificados com base nos estudos descritos nos tópicos 3.1 e 3.2. Nesta fase, a organização das funcionalidades de alto nível do sistema foi definida.
2. Projeto – Nesta etapa foi definida a arquitetura do projeto, a linguagem e ferramentas utilizadas, e a base de dados. Foi escolhida a sigla REIS (Registro Eletrônico de Interoperabilidade em Saúde) como nome para o projeto. A linguagem selecionada foi JAVA, devido ao conhecimento prévio da equipe e a utilização do framework HAPI, para implementar as classes de mensagens HL7. A base de dados escolhida foi o MySQL tendo em vista que é um dos sistemas de gerenciamento de banco de dados mais populares e conhecido para utilização de aplicações web. A integração da base de dados com o JAVA ficou na responsabilidade do *framework hibernate*.

3. Codificação – A etapa de codificação consistiu em implementar as funcionalidades identificadas para o sistema. O processo de desenvolvimento foi realizado com vários ciclos intercalados com reuniões para apresentar os avanços no desenvolvimento do sistema e selecionar novas funcionalidades.
4. Testes – Foram realizados alguns testes de unidade utilizando o framework *JUnit*. Também foram feitos testes manuais de utilização da ferramenta. Os testes manuais consistiram em procurar, durante a execução, falhas nas funcionalidades do sistema.

3.5. Documentação do Sistema

Como destacado na introdução deste documento, a solução desenvolvida será utilizada como um protótipo inicial para pesquisas dentro do NUTES, no formato *open source*. Desse modo, considerando as necessidades dos usuários durante a utilização e adaptação do sistema, foram desenvolvidos manuais de instalação do REIS, além da documentação de código no formato JavaDoc⁹.

3.6. Processo de Avaliação do Sistema

O processo de avaliação foi realizado depois da conclusão do sistema. O processo seguiu as seguintes etapas:

1. Análise de critérios de qualidade presentes na literatura;
2. Definição das questões para avaliação do sistema de acordo com os critérios de qualidade da NBR ISO/IEC 9126-1:2003 (ABNT, 2003);
3. Elaboração de um questionário de avaliação de qualidade. O questionário está apresentado no Apêndice E;
4. Aplicação do questionário;
5. Análise dos resultados do questionário. Os resultados do questionário estão detalhados no Apêndice F.

⁹ JavaDoc é uma ferramenta utilizada por desenvolvedores JVA para documentar das classes, pacotes e métodos de um código fonte específico.

4. SOLUÇÃO PROPOSTA

Neste capítulo será apresentada a solução proposta para auxiliar nos cuidados com a saúde. A solução desenvolvida é um protótipo de um sistema web para o armazenamento e acompanhamento de informações de saúde de pacientes através da leitura de medições de dispositivos médicos. Esta solução será utilizada como protótipo inicial para pesquisa no âmbito do NUTES.

Este capítulo está dividido em dois tópicos. Inicialmente será explicada a visão geral da arquitetura proposta para o sistema e em seguida a solução desenvolvida, o REIS.

4.1. Arquitetura do Sistema

Conforme destacado na introdução, o objetivo para este trabalho é desenvolver uma solução para acompanhar as informações de saúde de pacientes através das leituras obtidas de dispositivos médicos de uso pessoal e permitir a interoperabilidade com outros sistemas.

A Figura 4 apresenta um cenário onde o sistema REIS está situado. O sistema HAM (B), desenvolvido pelo NUTES, é responsável por se conectar com dispositivos médicos utilizando a biblioteca antidote e disponibilizar a informação das leituras dos dispositivos através de arquivos XML para o sistema REIS (B). O sistema REIS (B), lê e interpreta estes arquivos XML com base dos documentos de especificação dos dispositivos médicos e da biblioteca antidote, armazena a informação em uma base de dados e disponibiliza esta informação em um servidor web. Através das informações obtidas dos arquivos XML é possível gerar o histórico das medições dos pacientes, bem como modelos de gráficos e relatórios para avaliação por parte de médicos e profissionais de saúde. Para esta pesquisa será considerado apenas a gerar o histórico das medições dos pacientes.

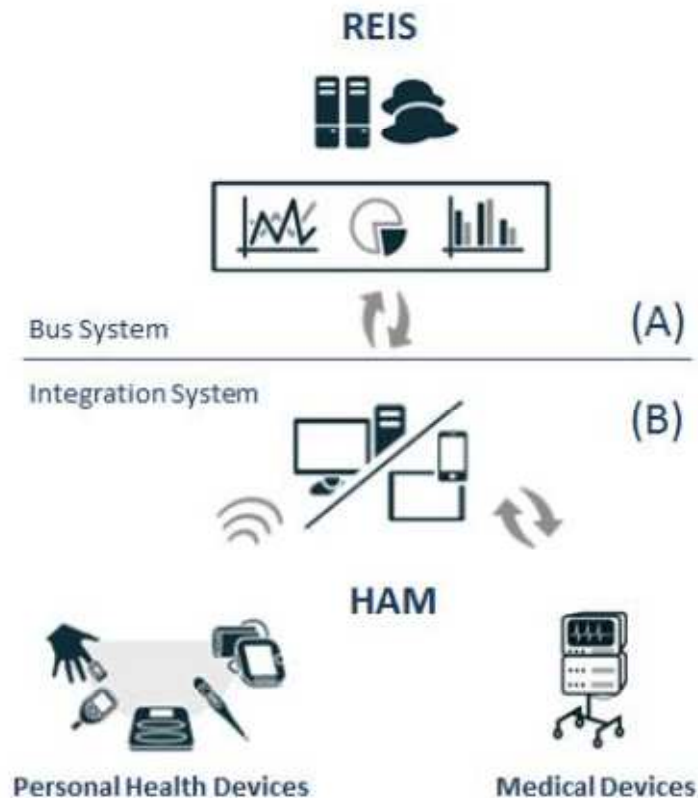


Figura 4 - Contexto onde o sistema REIS está situado

Fonte: NUTES (2016)

A Figura 5 apresenta uma visão geral do funcionamento do sistema. A solução desenvolvida consiste em realizar a leitura das informações de três dispositivos médicos pessoais: o oxímetro de pulso, o medidor de pressão arterial e a balança. Foram definidos dois modos para obter os dados dos dispositivos: através de arquivos XML (disponibilizados pelo projeto HAM/NUTES), para dispositivos com comunicação sem fio e através da porta serial, para dispositivos de comunicação com fio. Após a obtenção dos dados, as informações do paciente ficam armazenadas no sistema do REIS, onde o paciente pode acompanhar seu histórico de medições ou até mesmo disponibilizar para um profissional de saúde ou compartilhar com outros sistemas utilizando do padrão para troca de mensagens HL7 V2.x.

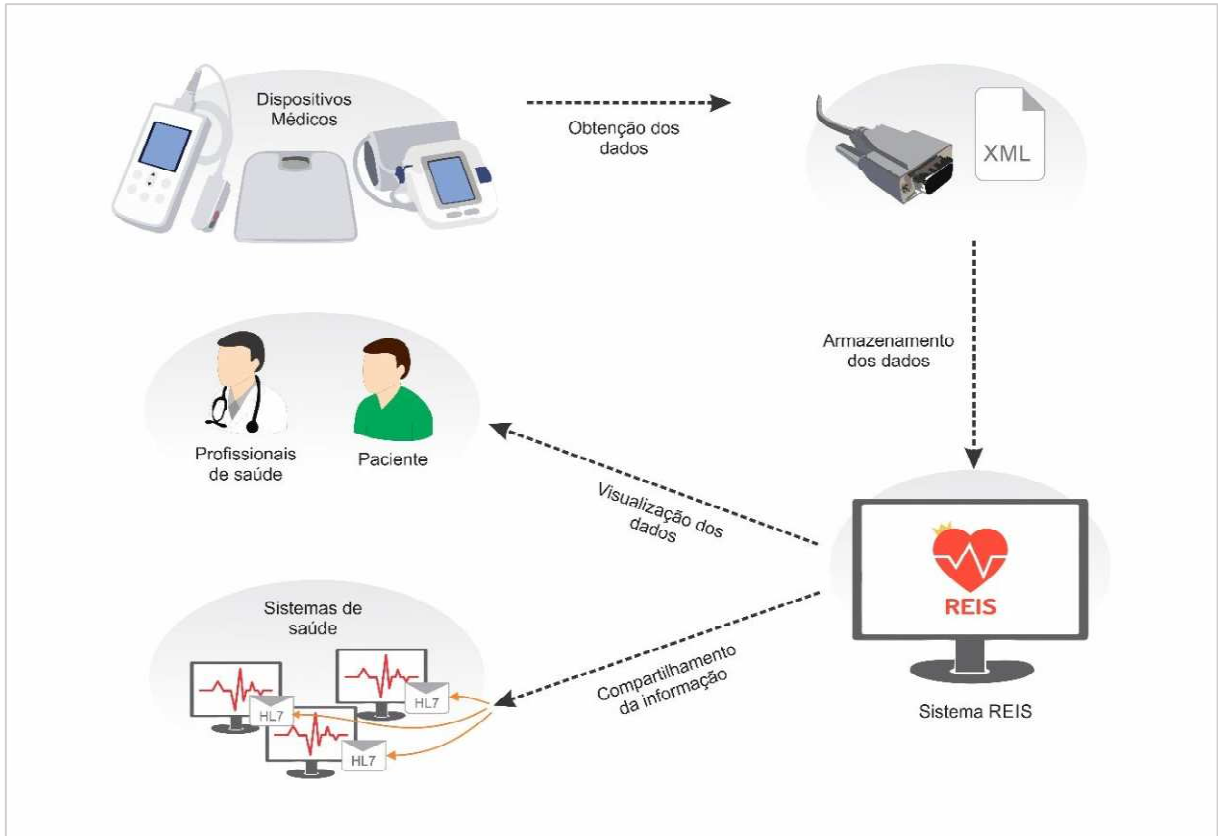


Figura 5 – Visão geral do funcionamento do sistema REIS

Fonte: Próprio autor

A Figura 6 apresenta o diagrama de pacotes do projeto REIS. Como complemento, nos Apêndices B e C, estão descritos os requisitos do sistema e o diagrama de representação da base de dados, respectivamente.

A arquitetura proposta para o sistema REIS está dividida em dois módulos:

- O módulo web: Neste módulo, fica centralizada toda a informação do paciente. Este é o principal módulo do projeto. Foi utilizado o modelo de 4 camadas para dividir o projeto entre: interface gráfica (presentation), modelos do domínio (domain), regras de negócio (business) e serviços de acesso e manipulação à base de dados (services).
- O módulo local: Um sistema local para obter as informações dos dispositivos de uso pessoal que utilizam comunicação com fio, através porta serial. O módulo local se comunica com o modulo web para enviar as informações coletadas. A Figura 5 apresenta a organização de camadas deste modulo: a camada “application” contém as informações que serão enviadas para o sistema reis web, a camada “arquivosFXML” contém o modelo de interface, a camada

“*controllers*” para tratamento das informações da interface, a camada “*business*” para as regras de negócio, a camada “conexãoHTTP” para comunicação com o protocolo HTTP e a camada “*model*” para os modelos de domínio.

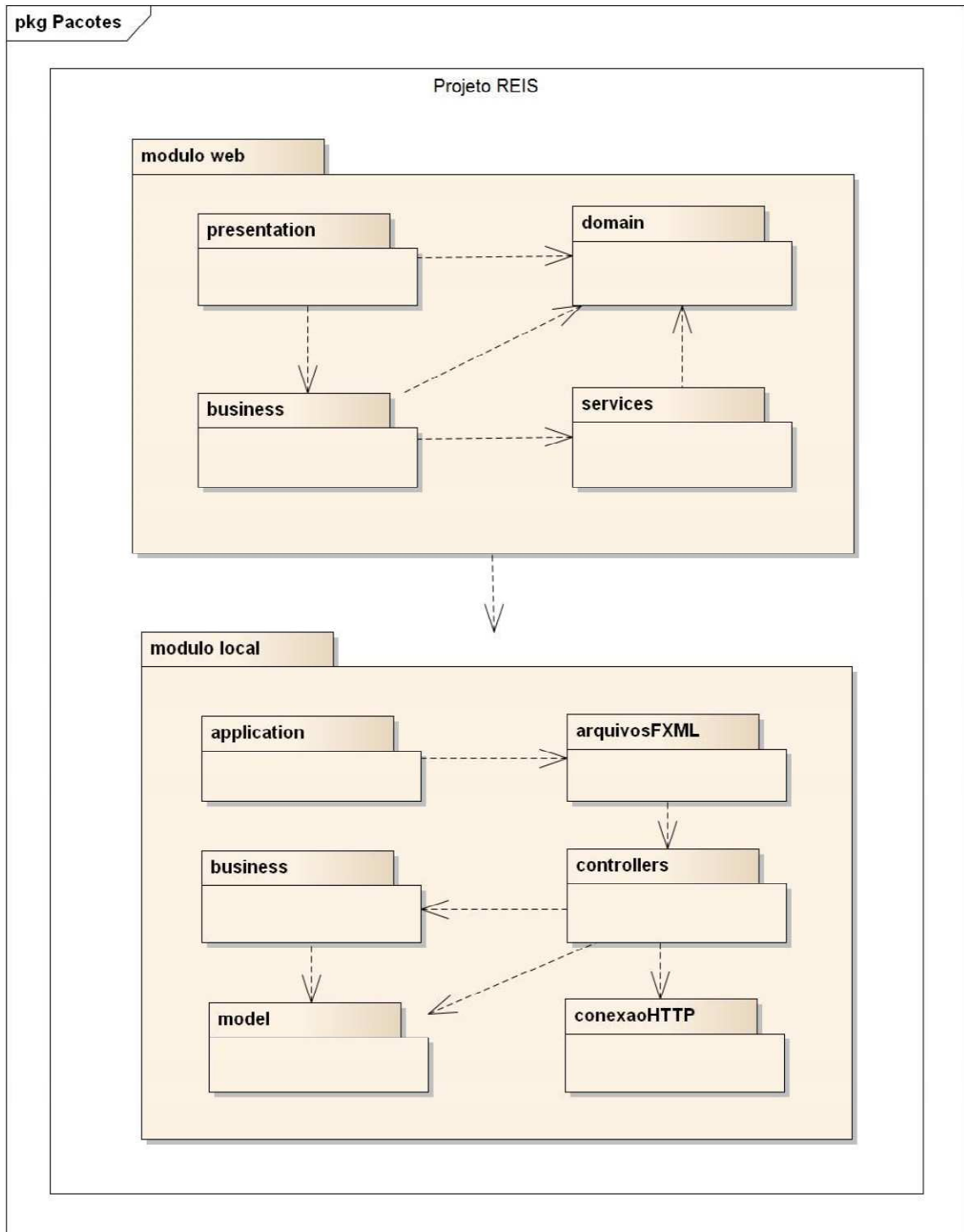


Figura 6 – Diagrama de pacotes do projeto REIS

Fonte: Próprio autor

4.2. O Sistema REIS

O REIS serve como um registro eletrônico para armazenamento de informações fisiológicas do paciente (por exemplo: pressão arterial, saturação de oxigênio, peso e altura). Abaixo serão apresentadas as funcionalidades da solução desenvolvida, de acordo com os objetivos propostos para a pesquisa. Para melhor compreensão a solução foi dividida em duas seções. Primeiro será apresentado o módulo principal, o sistema web, e depois será apresentado o módulo local.

4.2.1. Módulo Web

O módulo web é o sistema principal do projeto, onde as informações do paciente ficam centralizadas e disponibilizadas. A Figura 7 apresenta a tela inicial do sistema. A partir desta tela o paciente pode se cadastrar (no menu “Cadastre-se”) e posteriormente acessar o sistema e visualizar suas informações (no menu “Entrar”)



Figura 7 - Tela inicial do sistema web REIS

Fonte: Print screen da tela do sistema REIS

Após se cadastrar no sistema, o paciente é direcionado para a sua tela inicial, apresentada na Figura 8. Nesta tela é possível visualizar as informações pessoais do paciente (ao lado esquerdo) e as últimas medições dos dispositivos de uso pessoal

(ao lado direito). Peso, altura e IMC são as informações obtidas do dispositivo balança. SpO2 e taxa de pulso são informações obtidas do dispositivo oxímetro de pulso. E pressão arterial e taxa de pulso são as informações obtidas do medidor de pressão arterial.

A partir da tela inicial, o paciente pode editar suas informações pessoais (Figura 9), adicionar novas medições (Figura 10), visualizar seu histórico (Figura 11) e gerar mensagens HL7 (Figura 12).

Obs.: ** As informações apresentadas nas imagens são meramente ilustrativas.

The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost:8080/reis/home/home.html`. The page title is "Início" and the logo "REIS" is visible. A dark blue sidebar on the left contains navigation icons for "Início", "Perfil", "Medição", "Histórico", and "HL7". The main content area is divided into two sections: "Dados do Paciente" and "Ultimas Medições".

Dados do Paciente:

| | |
|---------------------|--|
| Nome: | Luana Janaina |
| Data de Nascimento: | 03/06/1991 |
| Sexo: | Feminino |
| Endereço: | Rua de Luana, 123 Cidade de Luana, PB |
| Telefone: | (83) 9967-5436 |

Ultimas Medições:

| Peso | Altura | IMC |
|---------------------|----------|------------|
| 60.0 kg | 163.0 cm | 0.0 kg m-2 |
| 09/01/2016 04:27:00 | | |

| SpO2 | Taxa de Pulso |
|---------------------|---------------|
| 97.5 % | 73.5 bpm |
| 11/09/2016 11:27:21 | |

| Pressão Arterial | Taxa de Pulso |
|---------------------|---------------|
| 111.0/65.0 mmHg | 94.23 bpm |
| 09/03/2016 07:25:30 | |

The sidebar also includes the text "NUTES - UEPB" at the bottom.

Figura 8 - Tela inicial do paciente
 Fonte: Print screen da tela do sistema REIS

Na Tela de perfil, apresentada na Figura 9, o paciente pode visualizar e editar suas informações pessoais. Essas informações são atualizadas na tela inicial do usuário e são utilizadas para gerar as mensagens HL7.

The screenshot displays the 'Perfil' (Profile) page of the REIS system. The browser address bar shows 'localhost:8080/reis/home/perfil.html'. The page features a dark blue sidebar on the left with icons and labels for 'Início', 'Perfil', 'Medição', 'Histórico', and 'HL7'. The main content area has a white background with a teal header bar containing the 'REIS' logo and the title 'Perfil'. The profile form includes the following fields and values:

- Login:** [input field]
- Senha:** [input field with masked characters]
- Nome:** Joao
- Sobrenome:** Antonio
- Data de Nascimento:** 29/11/1989
- Sexo:** Masculino (selected in a dropdown menu)
- Endereço:** Rua Manoel Bandeira, 123
- Estado:** PB
- Cidade:** Campos
- Telefone:** (83) 9999-9999

At the bottom of the form, there are two buttons: a teal 'ATUALIZAR DADOS' button and a red 'DELETAR' button. The footer of the sidebar contains the text 'NUTES - UEPB'.

Figura 9 - Tela de perfil do paciente

Fonte: Print screen da tela do sistema REIS

Na tela de medições (Figura 10) o paciente pode selecionar o arquivo XML referente ao dispositivo utilizado. Este arquivo armazena as medições do paciente utilizando o formato definido pela biblioteca antidote, apresentada no tópico 2.1.4. É importante destacar que o desenvolvimento do arquivo XML não faz parte do contexto desta pesquisa. Os arquivos são disponibilizados pelo NUTES, através de um projeto chamado *Health Aggregation Manager (HAM)*¹⁰, que gerencia a troca de informação com dispositivos médicos utilizando comunicação sem fio (*bluetooth*). Basicamente o sistema reis web interpreta os arquivos XML que o projeto HAM gera e armazena as medições dos pacientes na base de dados.

¹⁰ <http://nutes.uepb.edu.br/ham/>

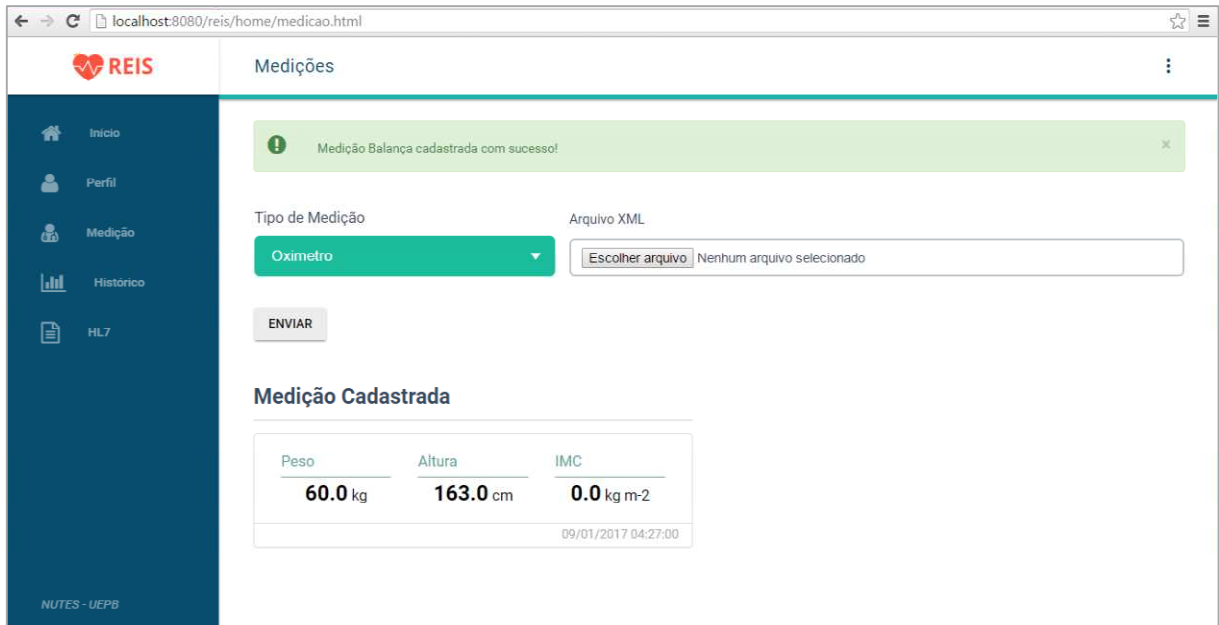


Figura 10 - Tela de medições do paciente

Fonte: Print screen da tela do sistema REIS

Na tela de histórico de medições do paciente, apresentada na Figura 11, são disponibilizadas separadamente todas as medições realizadas para os três tipos de dispositivos de uso pessoal.



Figura 11 - Tela de histórico de medições do paciente

Fonte: Print screen da tela do sistema REIS

Na tela de mensagem HL7, apresentada na Figura 12, é possível gerar uma mensagem no padrão HL7 v2, entretanto a troca de informações com sistemas externos não foi implementada devido à dificuldade de encontrar empresas e ou instituições disponíveis para receber a mensagem gerada pelo sistema REIS.

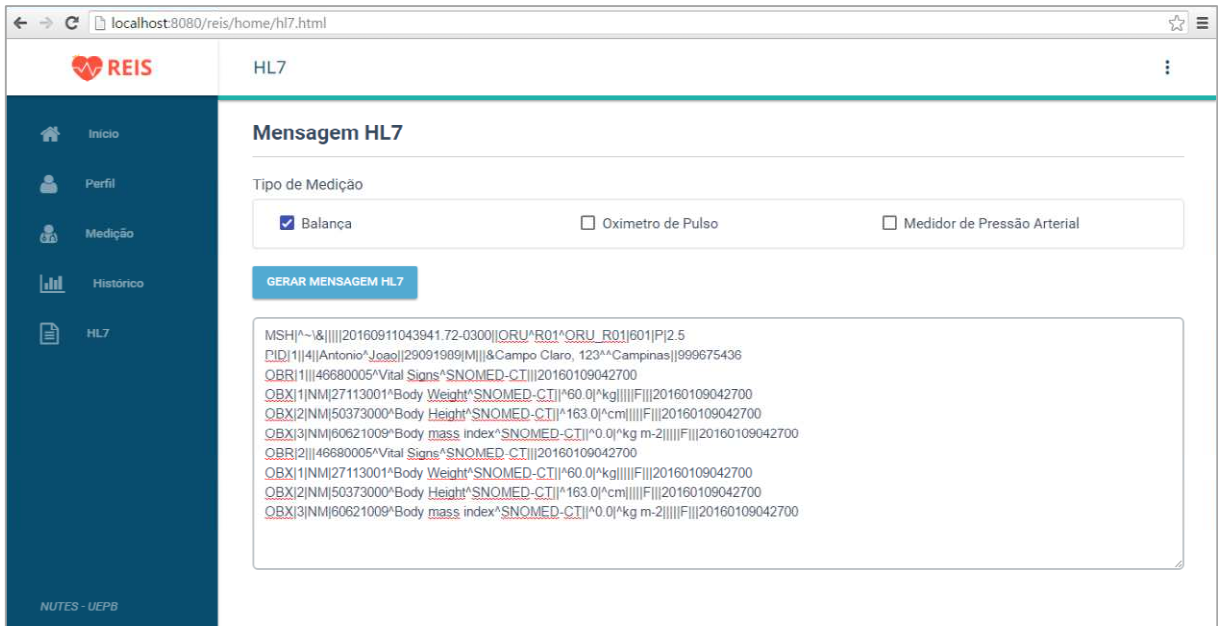


Figura 12- Tela de mensagem HL7

Fonte: Print screen da tela do sistema REIS

Para garantir que a mensagem gerada (Figura 12) está de acordo com o padrão HL7 v2, foram realizadas verificações de estrutura da mensagem, utilizando a ferramenta “HAPI TestPanel” (HAPI, 2014). A Figura 13 demonstra a utilização da ferramenta para verificação da estrutura na mensagem, apresentada na Figura 12.

The screenshot shows the HAPI TestPanel 2.0.1 interface. At the top, there is a menu bar with 'Help', 'Send', 'Options', 'Send', 'Validate', and 'Default Datatype Validation (HAPI)'. Below this is a 'Message Tree' section with a 'Sending' button. A red box highlights the status '1 message, No problems' in the top right corner. The main area is a table with columns 'Nodes', 'Min', 'Max', 'Length', and 'Value (Click to Edit)'. The table lists various HL7 nodes such as MSH, PATIENT_RESULT, PATIENT, PID, ORDER_OBSERVATION, OBR, and OBSERVATION. Below the table is a 'Follow' section with 'Encoding' set to 'ER7' and 'XML' selected. The bottom part of the screenshot shows the raw HL7 message text, including segments like MSH, PID, OBR, and OBSERVATION.

Figura 13 - Verificação na mensagem na ferramenta HAPI TestPanel

Fonte: Print screen da tela da aplicação HAPI TestPanel

A ferramenta *HAPI TestPanel* verifica se a estrutura de uma mensagem HL7 está correta. Como mostra a Figura 13 no canto superior direito, em destaque de vermelho, é possível observar o seguinte texto informando que a mensagem foi interpretada sem erros: “1 message, No problems”. A ferramenta permite ainda simular o envio e recebimento de uma mensagem HL7, conforme mostra a Figura 14.

Neste exemplo foi simulado o envio da mensagem HL7, gerada pelo sistema REIS, para um servidor local. A parte em destaque, de vermelho, mostra exatamente os procedimentos de envio e recebimento da mensagem. Desse modo, embora não tenha acontecido um teste efetivo de troca de mensagens entre sistemas, é possível concluir que a mensagem HL7, gerada pelo sistema REIS, está dentro do padrão HL7 v2.

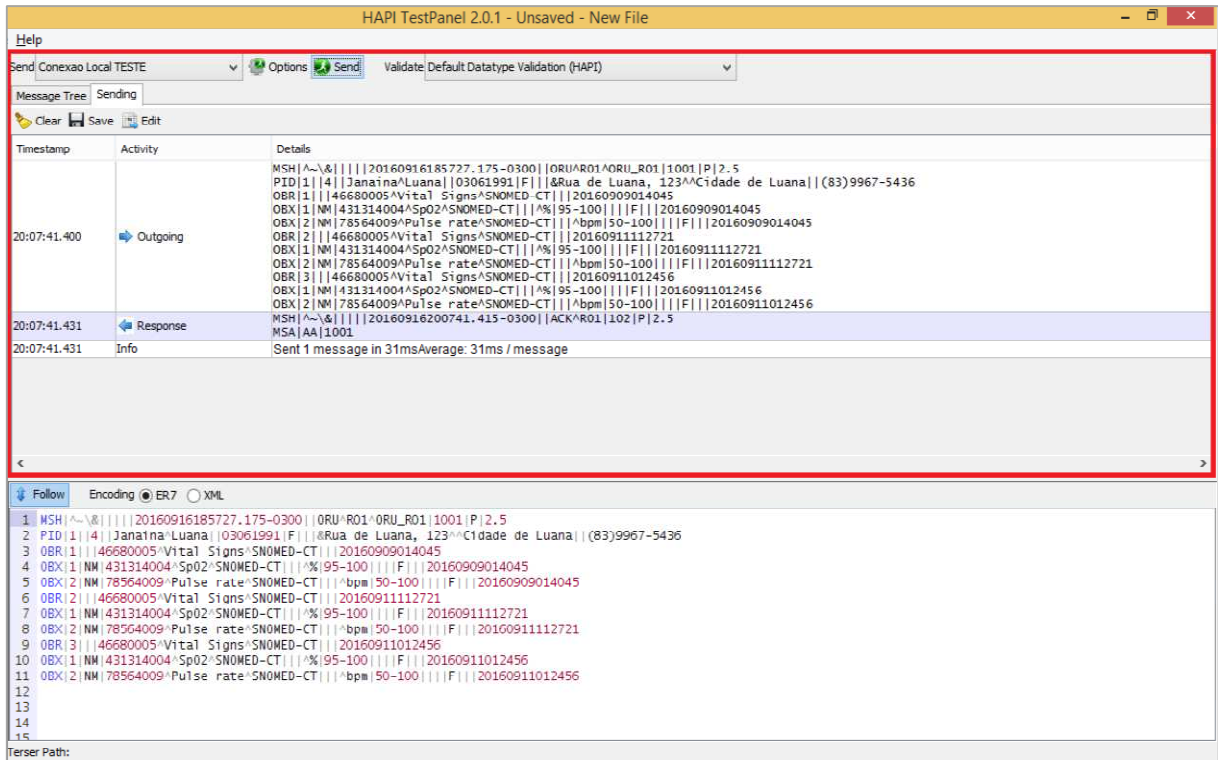


Figura 14 - Simulação do envio de uma mensagem HL7

Fonte: Print screen da tela da aplicação HAPI TestPanel

4.2.2. Módulo Local

O módulo local é um sistema para realizar a leitura de dispositivos médicos de uso pessoal que utilizam comunicação com a porta serial. Para esta pesquisa foi utilizado o dispositivo oxímetro de pulso, modelo Palpus1, da marca Rossmax, devido à disponibilidade de uso do dispositivo dentro do NUTES. Entretanto, é possível adaptar este módulo para realizar a leitura de outros dispositivos médicos que utilizem comunicação com a porta serial.

A Figura 15 mostra a tela inicial para o módulo local do sistema REIS. Nesta tela, estão disponíveis três opções:

- O botão “Início”: Este botão direciona para a tela que exibirá as informações do dispositivo conectado.
- O botão “Configurações”: Neste botão serão inseridas as informações para configuração de autenticação do usuário, e endereço para do servidor web (REIS) para envio das informações.
- O botão “sair”: Encerra a aplicação.



Figura 15 - Tela inicial do sistema REIS - local

Fonte: Print screen da tela do sistema REIS

A figura abaixo apresenta a tela de informações do dispositivo, que é chamada ao selecionar o botão “Início”, apresentado na Figura 15. Nesta tela o sistema obtém as informações do oxímetro de pulso de forma constante. No momento em que o botão “Enviar para o REIS” é selecionado, a última leitura do dispositivo será enviada para o sistema REIS web.

Como medida de proteção, sempre é apresentada uma tela de autenticação de usuário antes de enviar qualquer informação para o módulo web do sistema REIS. A tela de autenticação é apresentada na Figura 17. Basicamente é solicitado o *login* e a senha referente ao paciente cadastrado no módulo web do sistema REIS. Desse modo será garantido que apenas o paciente tenha permissão para enviar suas informações para o servidor do REIS.

Sistema REIS

Os dados podem levar até 30 segundos para aparecerem.

Informações do dispositivo

Dados para envio

5:06 SpO2:96(% PR:82(bpm

Histórico de leitura

5:06 SpO2:96(% PR:82(bpmr

Enviar para o REIS

Capturar última leitura

Voltar

Figura 16 - Tela de envio das informações para módulo reis web

Fonte: Print screen da tela do sistema REIS

Sistema REIS

Insira o login e a senha que você utiliza para acessar o REIS

Identificação do paciente

Login:

luana

Senha:

•••••

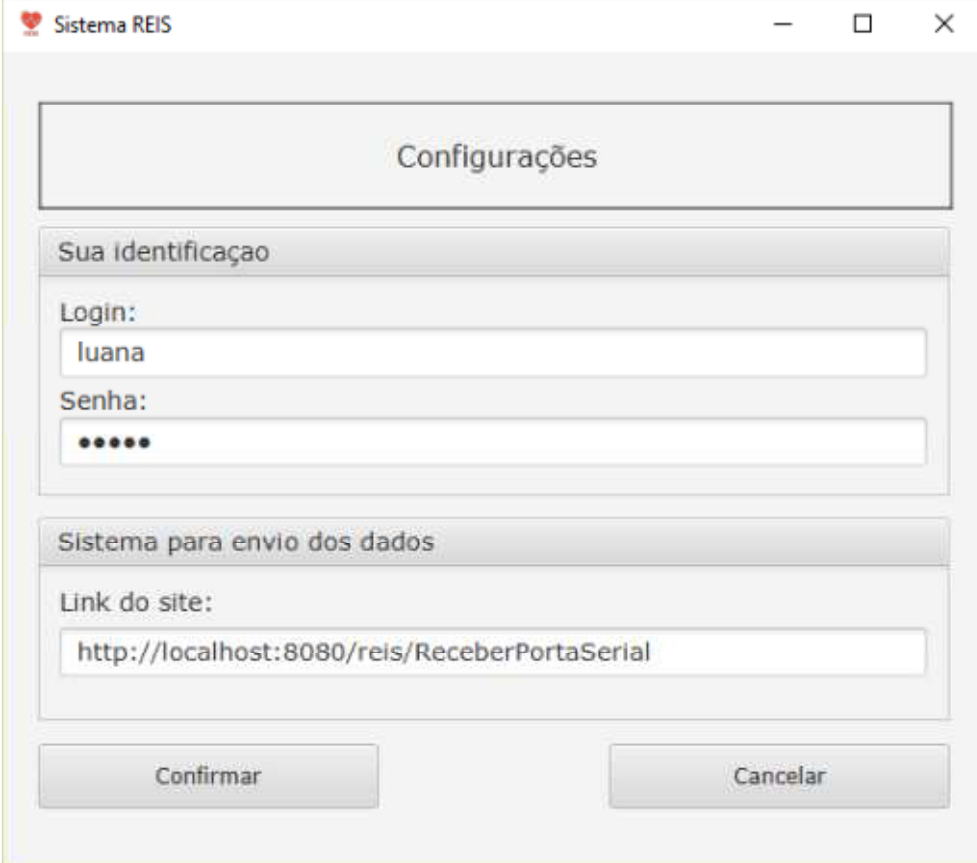
Confirmar

Cancelar

Figura 17 - Tela de autenticação do usuário

Fonte: Print screen da tela do sistema REIS

A tela de configurações é apresentada na Figura 18. Nesta tela serão armazenadas as informações de identificação do usuário para autenticação no sistema, e endereço do servidor para envio das informações.



The image shows a screenshot of a software configuration window titled "Sistema REIS". The window contains a section titled "Configurações" with two sub-sections. The first sub-section, "Sua Identificação", has a "Login:" field containing "luana" and a "Senha:" field with five dots. The second sub-section, "Sistema para envio dos dados", has a "Link do site:" field containing "http://localhost:8080/reis/ReceberPortaSerial". At the bottom are "Confirmar" and "Cancelar" buttons.

Figura 18 - Tela de configurações do módulo reis local

Fonte: Print screen da tela do sistema REIS

4.3. Documentação do Sistema

Após a conclusão do sistema REIS, foram desenvolvidos manuais de instalação informando todo o processo de implantação do sistema. A Figura 19 mostra um trecho da estrutura do manual. Também ficou disponível para acesso aos desenvolvedores que utilizarão o sistema todo o código fonte do projeto através do repositório do GitHub no endereço <https://github.com/Project-HAM/REIS>. Neste repositório está centralizada toda informação do sistema REIS, desde documentação até o código fonte.

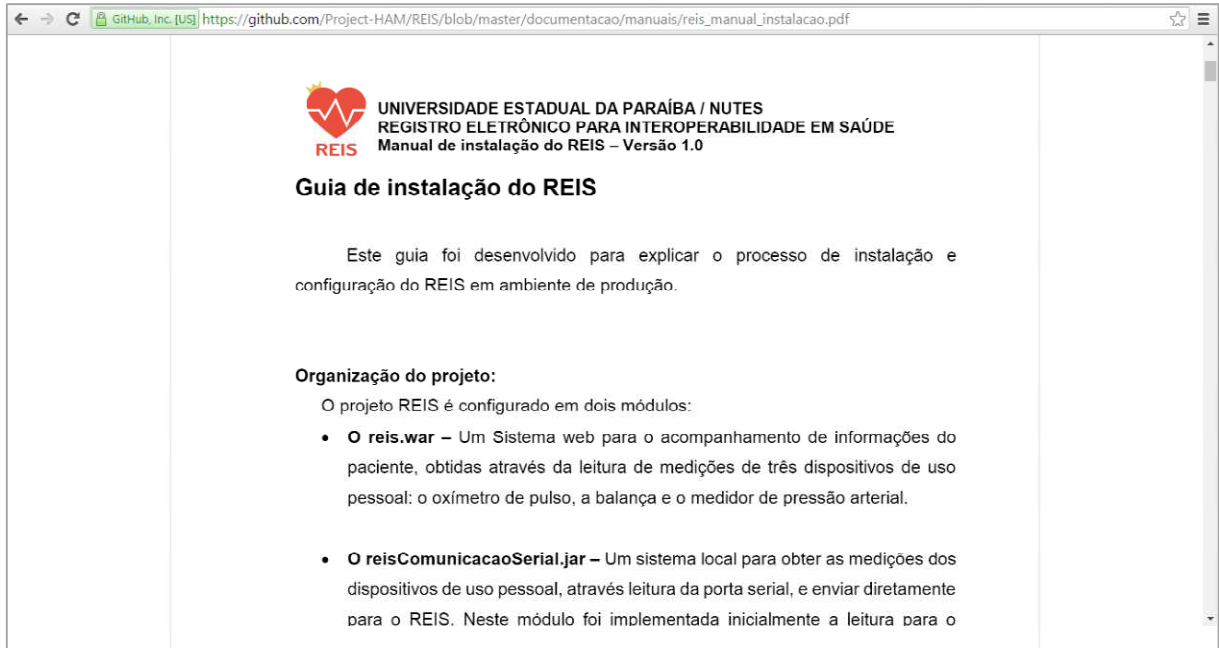


Figura 19 - Guia de instalação do sistema para desenvolvedores

Fonte: Print screen da tela do GitHub

5. AVALIAÇÃO DO SISTEMA

Neste capítulo apresentamos os resultados da avaliação do sistema REIS pela equipe desenvolvimento onde o sistema será utilizado. É importante destacar que a proposta desta pesquisa é desenvolver um protótipo inicial para integração com o projeto HAM (NUTES). Desse modo, o sistema REIS foi avaliado apenas em ambiente de desenvolvimento, considerando que o sistema ainda será modificado e adaptado para se adequar as novas funcionalidades que surgiram dentro do projeto HAM. Entretanto a avaliação foi desenvolvida com o intuito de analisar se o sistema REIS obedece aos objetivos propostos e se ele pode ser utilizado como um protótipo inicial para pesquisas dentro do projeto HAM (NUTES).

Foram convidados os desenvolvedores que integram do projeto HAM (NUTES) para responder às questões de avaliação do sistema, um total de seis pessoas. Para avaliação, foi disponibilizado o código fonte, manuais de instalação, materiais de documentação do sistema e executáveis.

5.1. Critérios de Avaliação

A avaliação do sistema compreende as características de qualidade descritas na ISO/IEC 9126. Dentre as características de qualidade foram selecionadas as seguintes: funcionalidade, usabilidade, manutenibilidade e portabilidade. Com base nessas características foram definidos os critérios de avaliação do sistema, descritos no Apêndice C.

Cada critério foi avaliado dentro de uma escala de 1 a 5, representando os níveis de satisfação do usuário. Os níveis de satisfação estão descritos abaixo:

- 1. Critério inexistente:** Quanto o critério não existe para o sistema avaliado;
- 2. Não satisfaz ao usuário:** Quando o critério, embora exista, não satisfaz de forma mínima as necessidades do usuário, e desse modo não pode ser aceito;
- 3. Abaixo da média:** Quando o critério está abaixo da média aceitável pelo usuário;
- 4. Satisfaz parcialmente ao usuário:** Quando o critério satisfaz ao usuário, entretanto ainda precisa ser melhorado;
- 5. Satisfaz ao usuário:** Quando o critério satisfaz de forma geral as necessidades do usuário.

5.2. Resultados da Avaliação

A avaliação do sistema foi dividida em dois aspectos: Quanto à organização do projeto e quanto à utilização do sistema. As Tabelas 5 e 6 apresentam a relação entre os critérios definidos para a avaliação e as características de qualidade apresentadas na ISO/IEC 9126.

Tabela 5 - Critérios de avaliação em relação a organização do projeto

| Característica | Descrição do critério |
|-----------------------|--|
| Funcionalidade | Facilidade de entendimento da organização do projeto |
| Funcionalidade | Clareza das funções do sistema |
| Manutenabilidade | Documentação do sistema adequada |
| Manutenabilidade | Reusabilidade do sistema/módulos |
| Portabilidade | Facilidade de integração do sistema REIS dentro do projeto HAM |
| Portabilidade | Disponibilidade de acesso ao projeto |
| Portabilidade | Facilidade de instalação/configuração |

Fonte: Próprio autor

Tabela 6 – Critérios de avaliação e relação a utilização do sistema

(continua)

| Característica | Descrição do critério |
|-----------------------|---|
| Usabilidade | Facilidade de uso do sistema |
| Usabilidade | Visual agradável |
| Usabilidade | O sistema apresentou erros durante a utilização |
| Funcionalidade | O sistema apresenta aspectos de segurança (autenticação de usuário) |
| Funcionalidade | Capacidade de interagir com outros componentes/sistemas externos |
| Portabilidade | Disponibilidade do sistema |

(conclusão)

| Característica | Descrição do critério |
|-----------------------|------------------------------|
|-----------------------|------------------------------|

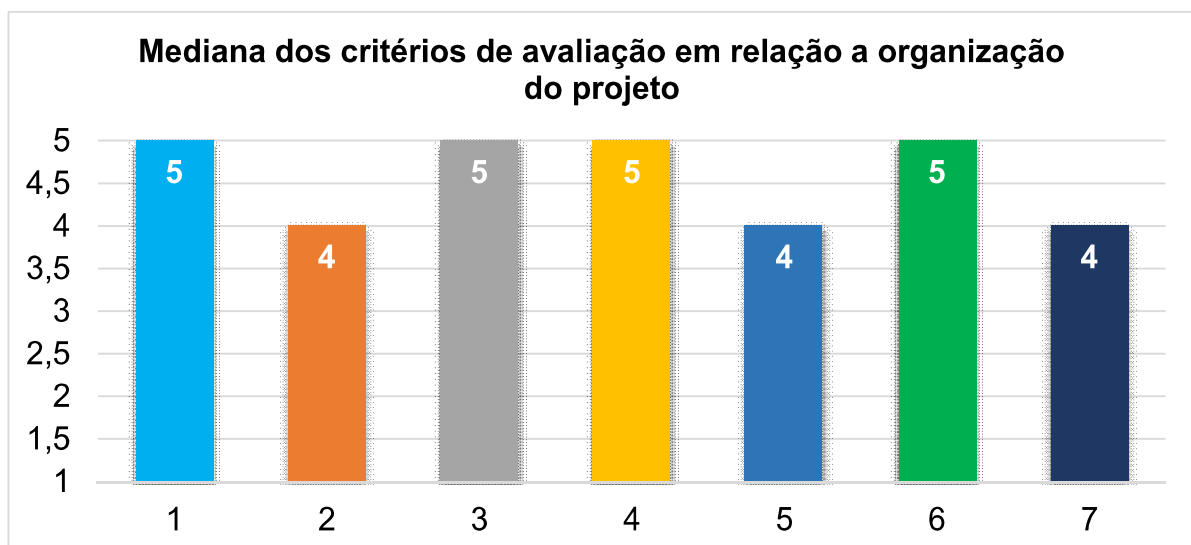
| | |
|----------------|--|
| Usabilidade | Clareza nas mensagens apresentadas ao usuário |
| Funcionalidade | O sistema apresenta a leitura das medições dos dispositivos médicos de forma compreensível |
| Funcionalidade | O sistema gera mensagens de forma coerente com o padrão HL7 |
| Funcionalidade | O sistema atende às necessidades do projeto no qual o usuário está incluído |

Fonte: Próprio autor

Para melhor compreensão, os resultados da avaliação serão apresentados separadamente. No tópico 5.2.1 serão apresentados os resultados da avaliação em relação a organização do projeto e no tópico 5.2.2 serão apresentados os resultados da avaliação em relação a utilização do sistema.

5.2.1. Resultados de Avaliação da Organização do Projeto

A Figura 20 apresenta a mediana¹¹ dos valores obtidos durante a avaliação em relação à organização do projeto. Conforme mostra a figura, a satisfação do usuário está entre os níveis 4 e 5, e dessa forma é possível considerar que, de modo geral, a organização do sistema satisfaz as necessidades dos desenvolvedores.



¹¹ Medida de tendência central

Figura 20 - Resultados de avaliação da organização do sistema

Fonte: Próprio autor

Descrição dos critérios de avaliação enumerados na Figura 20:

1. Facilidade de entendimento da organização do projeto;
2. Clareza das funções do sistema;
3. Documentação do sistema adequada;
4. Reusabilidade do sistema/módulos;
5. Facilidade de integração do sistema REIS dentro do projeto HAM;
6. Disponibilidade de acesso ao projeto;
7. Facilidade de instalação/configuração.

5.2.2. Resultados de Avaliação da Utilização do Sistema

A Figura 21 apresenta a mediana dos valores obtidos durante a avaliação em relação à utilização do sistema. Conforme mostra a figura, a satisfação do usuário, está entre os níveis 4 e 5 e dessa forma é possível considerar que, de modo geral, a avaliação em relação a utilização do sistema satisfaz as necessidades dos desenvolvedores.

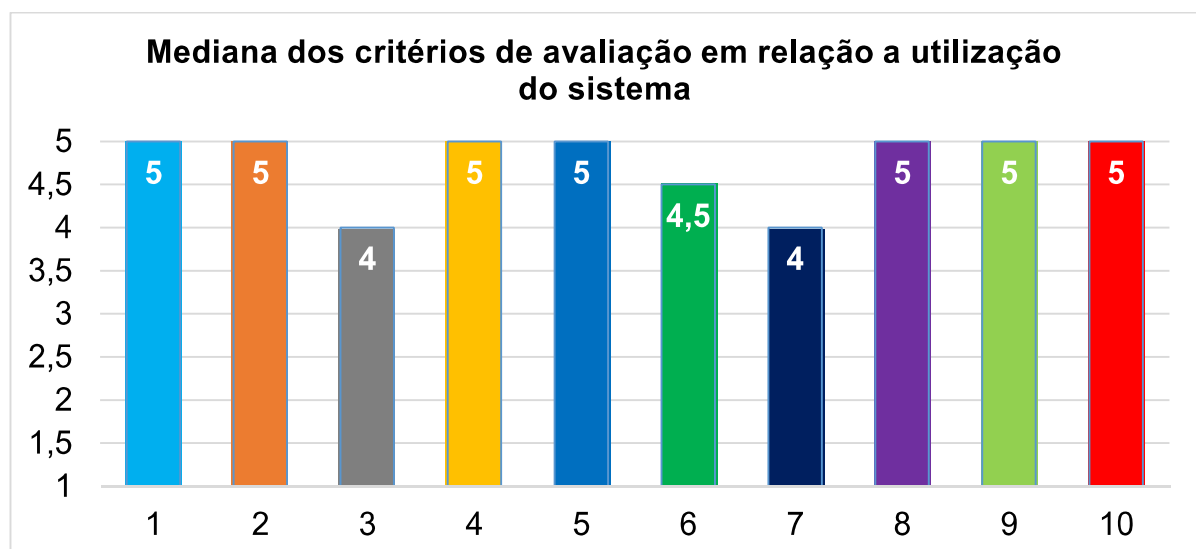


Figura 21 - Resultados de avaliação da usabilidade do sistema

Fonte: Próprio autor

Descrição dos critérios de avaliação enumerados na Figura 21:

1. Facilidade de uso do sistema;
2. Visual agradável;
3. O sistema apresentou erros durante a utilização;
4. O sistema apresenta aspectos de segurança (autenticação);
5. Capacidade para interagir com outros componentes/sistemas externos;
6. Disponibilidade do sistema;
7. Clareza nas mensagens apresentadas ao usuário;
8. O sistema apresenta a leitura das medições dos dispositivos médicos de forma compreensível;
9. O sistema gera mensagens de forma coerente com o padrão HL7;
10. O sistema atende às necessidades do projeto.

De modo geral, é possível observar que as avaliações dos desenvolvedores, tanto do projeto, quanto em relação a utilização do sistema, foram consideradas como positivas, justificando a utilização do sistema REIS como um protótipo inicial dentro do projeto HAM (NUTES).

Um processo de avaliação de qualidade completo foi considerado inviável para este projeto devido à complexidade e demanda de tempo, quantidade e disponibilidade de pessoas e recursos, dentre outros fatores. Entretanto é possível considerar os resultados desta avaliação como significativos, pois ajudaram a identificar alguns problemas e dificuldades encontradas pelos desenvolvedores durante a utilização do sistema. E desse modo, os resultados desta avaliação poderão ser utilizados como base para ajustes futuros e melhorias do sistema.

Para a avaliação da organização do projeto, apresentada no tópico 5.1.1, os principais problemas identificados estão relacionados com os critérios: clareza das funções do sistema (2), facilidade de integração do sistema REIS (5) e facilidade de instalação/configuração (7). Já para a avaliação da utilização do sistema, apresentada no tópico 5.2.2, os principais problemas identificados estão relacionados com os critérios: O sistema apresentou erros durante a utilização (3), disponibilidade do sistema (6) e clareza nas mensagens apresentadas (7).

É importante destacar que esta avaliação é considerada como válida e significativa apenas dentro do contexto proposto para a pesquisa, pelo fato da avaliação ser realizada apenas pelos desenvolvedores do projeto HAM/NUTES.

6. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentado o sistema REIS, uma solução para auxiliar no acompanhamento de informações relacionadas a saúde de pacientes, com base na leitura de medições de três dispositivos médicos pessoais: o oxímetro de pulso, a balança e o medidor de pressão arterial. A solução foi desenvolvida com o intuito de servir como um protótipo inicial para pesquisas dentro de projetos relacionados com dispositivos médicos, no âmbito do NUTES.

O sistema foi desenvolvido separadamente em dois módulos, organizados em camadas, com o intuito de facilitar futuras alterações sem comprometer o funcionamento geral do sistema. O módulo web é utilizado para disponibilizar as informações do paciente e o módulo local, para obter a leitura de dispositivos que utilizam comunicação com fio, através da porta serial. Além de permitir o acompanhamento das informações do paciente, o sistema REIS também possibilita gerar mensagens no padrão HL7 v.2, um padrão para troca de informações de saúde entre sistemas.

O REIS foi integrado ao projeto HAM (*Health Aggregation Manager*), pertencente ao NUTES, um projeto de pesquisa para interoperabilidade com dispositivos médicos. Para auxiliar a equipe de desenvolvimento que irá utilizar o sistema foram desenvolvidos manuais de instalação e documentações técnicas (JavaDoc). No final desta pesquisa foi realizado um questionário de avaliação para verificar o nível de aceitação do sistema. Por limitações entre o sistema REIS e o servidor do NUTES, não foi possível disponibilizar o sistema em um servidor web para uma avaliação mais detalhada, entretanto o REIS foi disponibilizado *open source* através do repositório GitHub e está sendo disponibilizado pelo projeto HAM utilizando a tecnologia *Amazon Web Services*.

Os resultados obtidos com o questionário de avaliação, possibilitaram identificar que as funcionalidades relacionadas com a clareza das funções do sistema, facilidade de instalação e configuração do REIS, clareza nas mensagens apresentadas aos usuários, devem ser melhoradas.

Como trabalhos futuros, espera-se realizar melhorias nas funcionalidades do REIS, especialmente em relação à clareza e organização da informação apresentada nas telas do sistema e melhorias na documentação. Também pretende-se desenvolver funcionalidades para informar ao paciente quando suas medições

estiverem fora (acima e/ou abaixo) dos limites aceitáveis. Por fim, espera-se disponibilizar o sistema em um servidor web para testes mais detalhados e possibilitar a troca de mensagens HL7 com sistemas externos.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR ISO/IEC 9126-1:2003. Engenharia de Software - Qualidade de Produto. Parte 1: Modelo de qualidade.** [S.l.]. 2003.

ARAÚJO, T. V.; PIRES, S. R.; BANDIERA-PAIVA, P. Adoção de padrões para Registro Eletrônico em Saúde no Brasil. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde [Internet]**, v. 8, n. 4, p. 554–566, out-dez 2014. Disponível em: <<http://www.reciis.icict.ficruz.br/index.php/reciis/>>.

DOU. Portaria Nº 2073, de 31 de agosto de 2011. **Diário Oficial da União nº 169**, Brasília, 2011.

FARIA, R. M. C. **Middleware para comunicação com dispositivos médicos.** Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Porto. 2015.

FONSECA, D. S. **Análise do padrão hl7 para sistemas de informação hospitalares.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

GALVÃO, C. R. et al. Análise de indicadores de monitoramento de pacientes portadores de doenças crônicas: estratégia de redução de custos. **O mundo da Saúde**, São Paulo, 2011.

GONÇALVES, L. W. **Prontuário Eletrônico do Paciente Adotando Padrões para a Telemedicina no Brasil.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 49. 2010.

HAPI. HAPI - The Open Source HL7 API for Java, 2014. Disponível em: <<http://hl7api.sourceforge.net/>>. Acesso em: 08 mar. 2016.

HL7. Introduction to Health Level Seven (HL7), 2007. Disponível em: <http://www.hl7.org/documentcenter/public_temp_ED7F6E49-1C23-BA17-0C881AB00191A391/training/IntroToHL7/player.html>. Acesso em: 01 maio 2016.

HL7. **Site do HL7**, 2016. Disponível em: <www.hl7.org>. Acesso em: 30 abr. 2016.

HL7 BRASIL. HL7 Segments, 2015. Disponível em: <http://www.hl7.com.br/wp-content/uploads/2015/05/HL7_Segments.pdf>. Acesso em: 29 maio 2016.

IEEE. **IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology**. IEEE Computer Society Press. New York, p. 84. 1990.

IEEE. **IEEE 11073-10415:2008 Health Informatics - Personal health device communication - Part 10415: Device Specialization - Weighing scale**. IEEE. New York, p. 51. 2008.

ISO/IEEE. **ISO/IEEE 11073-10404:2010 Health Informatics - Personal health device communication - Part 10404: Device Specialization - Pulse Oximeter**. ISO/IEEE. New York, p. 80. 2010a.

ISO/IEEE. **ISO/IEEE 11073-10407:2010 Health Informatics - Personal health device communication - Part 10407: Device Specialization - Blood pressure monitor**. ISO/IEEE. New York, p. 52. 2010b.

MENEZES, A. L. **Uma Abordagem, Baseada na Integração de Arquétipos a Mensagens HL7, Para a Comunicação de Aplicações**. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2011.

NUTES. Site do NUTES. **NUTES**, 2016. Disponível em: <<http://nutes.uepb.edu.br/>>. Acesso em: 04 jul 2016.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software - Uma abordagem profissional**. 7^a. ed. [S.I.]: MCGRAW HILL - ARTMED, 2011.

SANTOS, G. G. C. **Implementação do Segmento Laboratorial do Protocolo HL7 Usando o MongoDB**. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2014.

SIGNOVE. **Antidote: Program Guide**. SIGNOVE. [S.l.], p. 89. 2012.

SWISS RE. **Risk Dialogue Series: Fatores de Risco à Saúde no Brasil**. Swiss Reinsurance Company Ltd. [S.l.]. 2014.

APÊNCIDE A – PRINCIPAIS PARÂMETROS PARA CADA DISPOSITIVO MÉDICO

Este apêndice descreve os principais parâmetros para cada dispositivo médico.

Tabela A.1 – Principais parâmetros dos dispositivos

| Parâmetro | Unid. de Medida | Dispositivo |
|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| SpO2 | % | Oxímetro de Pulso |
| Taxa de Pulso | bpm | Oxímetro de Pulso |
| Peso | kg | Balança |
| Altura | cm | Balança |
| IMC | kg/m ² | Balança |
| Pressão Arterial | mmHg | Medidor de Pressão Arterial |
| Pres. Sistólica | mmHg | Medidor de Pressão Arterial |
| Pres. Diastólica | mmHg | Medidor de Pressão Arterial |
| Pressão Média Arterial | mmHg | Medidor de Pressão Arterial |
| Taxa de Pulso | bpm | Medidor de Pressão Arterial |

Fonte: Próprio autor

APÊNCIDE B – REQUISITOS DO SISTEMA

Este apêndice contém os principais requisitos definidos para o sistema REIS.

B.1 – Requisitos Funcionais (RF)

| Identificador | Nome do Requisito | Descrição |
|---------------|--|--|
| RF001 | Cadastrar pacientes | O sistema deve cadastrar as principais informações do paciente. |
| RF002 | Autenticar usuário | O sistema deve realizar uma autenticação de usuário, através de login e senha, para que o usuário possa ter acesso às informações. |
| RF003 | Exibir perfil do paciente | O sistema deve permitir visualizar as informações do paciente. |
| RF004 | Editar perfil do paciente | O sistema deve permitir editar as informações do paciente. |
| RF005 | Cadastrar medições do paciente | O sistema deve cadastrar as medições do paciente. |
| RF006 | Visualizar histórico de medições do paciente | O sistema deve permitir visualizar o histórico de todas as medições do paciente, de acordo com o tipo de dispositivo. |
| RF007 | Gerar mensagens HL7 | O sistema deve gerar mensagens HL7 |

Fonte: Próprio autor

B.2 – Requisitos Não Funcionais (RNF)

| Identificador | Nome do Requisito | Descrição |
|---------------|---|--|
| RNF001 | Visualizar informações do paciente | O paciente só pode visualizar suas informações depois de realizar login no sistema. |
| RNF002 | Ler arquivos XML | O sistema deve ler arquivos de medições de dispositivos médicos pessoais em formato XML |
| RNF003 | Ler medições utilizando porta serial | O sistema deve ler medições de dispositivos médicos pessoais através da porta serial |
| RNF004 | Gerar Mensagens no formato HL7 V2x | O sistema deve permitir gerar mensagens de acordo com formato HL7 V2x. |
| RNF005 | Disponibilizar o sistema em ambiente web | O sistema deve ficar disponível em um ambiente web. |
| RNF006 | Permitir interoperabilidade com outros sistemas | O sistema deve permitir interoperabilidade com sistemas externos. |
| RNF007 | Interpretar os arquivos XML com base na biblioteca antidote | A leitura e interpretação dos arquivos XML devem estar em conformidade com a documentação estabelecida pela biblioteca antidote. |

Fonte: Próprio autor

APÊNCIDE C – REPRESENTAÇÃO DA BASE DE DADOS

Este apêndice contém o diagrama de representação das tabelas modeladas na base de dados (MySQL) definida para o sistema REIS.

C.1 – Diagrama de Representação da Base de Dados

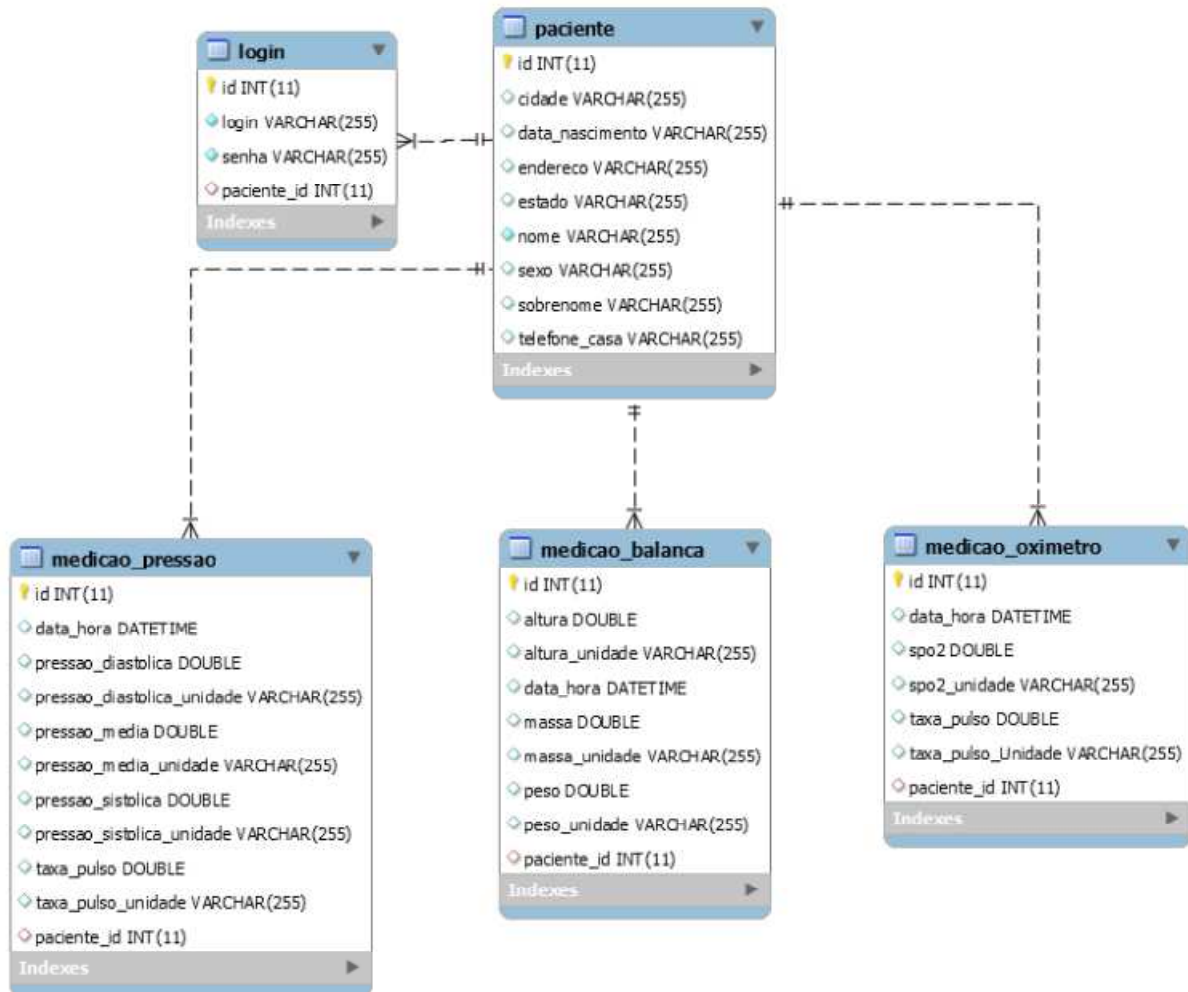


Figura C.1 – Representação da Base de Dados

Fonte: Print screen da base de dados REIS na ferramenta MySQL Workbench

APÊNDICE D – ESTRUTURA DA MENSAGEM HL7 ORU-R01

D.1 – Introdução

Este documento contém as informações levantadas para a construção de uma mensagem HL7 v2.5. Para o contexto da mensagem serão consideradas as informações do paciente e as medições dos dispositivos médicos pessoais: oxímetro de pulso, balança e medidor de pressão arterial. Será utilizada a mensagem do tipo HL7 ORU (Observation Result Unsolicited) pois inclui informações sobre as condições do paciente e dados de observações como por exemplo: os sinais vitais.

D.2 – Estrutura da mensagem HL7 ORU-R01

A Tabela D.1 a seguir destaca os segmentos utilizados na construção da mensagem HL7 ORU-R01. A mensagem do tipo ORU apresenta um relatório sobre as condições do paciente, podem ser inclusas informações sobre resultados laboratoriais clínicos, sinais vitais, alergias, dentre outras.

Segundo HL7 (2001) as mensagens ORU são compostas principalmente pelos segmentos MSH, PID, OBR e OBX. Para este tipo de mensagem os segmentos mais relevantes são o OBR e o OBX. O segmento OBR contém informações sobre o tipo de observação a ser apresentado, já o OBX apresenta os resultados da observação. Existem outros segmentos, porém serão apresentados apenas os necessários para construir a mensagem HL7 considerando os dados do paciente e os dados dos dispositivos médicos pessoais.

Tabela D.1 – Principais segmentos da mensagem HL7 ORU

| Segmento | Descrição |
|------------|-------------------------|
| MSH | Cabeçalho de mensagem |
| PID | Informações do paciente |
| OBR | Pedido de Observação |
| OBX | Observação/Resultado |

Fonte: Próprio autor, adaptado de HL7 (2001)

Nos tópicos a seguir serão listados, em forma de tabelas, os campos necessários para cada segmento da mensagem. Cada tabela contém 4 colunas referentes à: ordem de sequência do campo, classificação (R – Obrigatório ou O – Opcional), tamanho do campo e descrição. Os campos que foram omitidos são classificados como “não utilizados” ou “opcionais” e não estão inclusos na mensagem.

1. MSH – Cabeçalho da Mensagem

O segmento MSH (*Message Header*) apresenta informações de identificação da mensagem. Para a criação da mensagem serão considerados os campos descritos abaixo.

Tabela D.2 – Campos de Segmento MSH

| Seq. | Campo | Opcional | Tamanho | Descrição |
|------|-------|----------|---------|--|
| 1 | | R | 1 | Separador de campo. O padrão é “ ” (<i>pipe</i>) |
| 2 | | R | 4 | Caracteres de codificação. O padrão é “^ &” |
| 7 | | R* | 26 | Data e hora da criação da mensagem. Formato “YYYYMMDDHHMMSS[.S[S[S[S]]]]+/-ZZZZ” |
| 9 | | R | 13 | Tipo de mensagem. Utilizar o tipo “ORU^R01^ORU_R01” |
| 10 | | R | 20 | ID de controle da mensagem. Exemplo: MSG0000001 |
| 11 | | R* | 3 | ID de processamento. Utilizar o padrão “P” – Produção |
| 12 | | R | 8 | ID da versão do HL7. Para este documento, utilizar a versão 2.5 |

Fonte: Próprio autor, adaptado de HL7 (2001)

Exemplo: MSH|^~\&|||||20160410100525||ORU^R01^ORU_R01|MSG0000001|P|2.5

1.1. PID – Informações do paciente

O segmento PID (*Patient Identification*) contém informações sobre a identificação do paciente. Para a criação do segmento foram considerados apenas os campos descritos abaixo.

Tabela D.3 – Campos de Segmento PID

| Seq. Campo | Tipos de Dados | Opcional | Tamanho | Descrição |
|------------|----------------|----------|---------|--|
| 1 | SI | O** | 4 | ID do segmento PID |
| 2 | CX | O** | 20 | ID do paciente (externo) |
| 3 | CX | R* | 20 | ID do paciente (interno) |
| 5 | XPN | R | 250 | Nome do paciente |
| 7 | TS | O | 26 | Data de aniversário Formato “YYYY[MM[DD[HH[MM[SS [.S[S[S[S]]]]]]][+/-ZZZZ]” |
| 8 | IS | O | 1 | Sexo Utilizar “F” – Feminino ou “M” – Masculino |
| 11 | XAD | O | 250 | Endereço do paciente |
| 13 | XTN | O | 250 | Telefone do paciente |

Fonte: Próprio autor, adaptado de HL7 (2001)

Exemplo: PID|1| |125| |Rodrigues da Silva^Andre Felipe| |19910410|M|Rua Gama V, 10^^Campina Grande^PB|88888888

2. OBR – Pedido de Observação

O segmento OBR (*Observation Request*) é utilizado como cabeçalho para o relatório de observação.

Tabela D.4 – Campos de Segmento OBR

| Seq. Campo | Opcional | Tamanho | Descrição |
|------------|----------|---------|---|
| 1 | O | 4 | ID do segmento OBR |
| 4 | R | 250 | Identificador de serviço universal Ex.: 46680005^Vital Signs^SNOMED-CT |
| 7 | O | 26 | Data da Observação Formato “YYYYMMDD[HH[MM[SS[.S[S[S[S]]]]]]][+/-ZZZZ]” |

Fonte: Próprio autor, adaptado de HL7 (2001)

Exemplo: OBR|1| | |46680005^Vital Signs^SNOMED-CT

3. OBX – Resultado da Observação

O segmento OBX (*Observation/Result*) é utilizado para transmitir uma observação ou parte de uma observação como resultado do pedido apresentado no segmento OBR. Para o contexto deste documento, o conteúdo apresentado neste segmento será os sinais vitais, identificados através dos dispositivos pessoais citados no início deste texto. Segundo HL7 (2015) sinais vitais são observações clínicas para medir as funções básicas do corpo como: pressão arterial, taxa de pulso (frequência cardíaca), frequência respiratória, altura, peso, índice de massa corporal, oximetria de pulso, temperatura do corpo, dentre outros. Os campos utilizados do segmento OBX são descritos abaixo.

Tabela D.5 – Campos de Segmento OBX

| Seq. | Campo | Opcional | Tamanho | Descrição |
|------|-------|----------|---------|---|
| 1 | | O | 4 | ID do segmento OBX |
| 2 | | O | 2 | Tipo do Valor Utilizar o tipo "NM" (numérico) |
| 3 | | R | 250 | Identificador da Observação Ex.: 75367002^Blood Pressure^SNOMED-CT |
| 5 | | O | - | Valor da Observação Ex.: 88 |
| 6 | | O | 250 | Unidade Ex.: bpm |
| 7 | | O | 60 | Intervalo de referência Ex.: 90-120 |
| 11 | | R | 1 | Status do resultado da observação Utilizar o valor "F" (Observação final) |
| 14 | | O | 16 | Data da Observação Formato "YYYYMMDD[HH[MM[SS[.S[S[S[S]]]]]]]+/ - ZZZZ]" |

Fonte: Próprio autor, adaptado de HL7 (2001)

Exemplo: OBX|1|NM|75367002^Blood Pressure^SNOMED-CT| |88|^bpm|90-120| | |
|F| | |20160228102230

4. Explicações sobre alguns campos de acordo com (HL7, 2001)

MSH-2 – Define quatro caracteres: separador de componente, separador de repetição, caractere de escape e separador de subcomponente, respectivamente. Por padrão os caracteres utilizados são “^ | \ &”.

MSH-9 – Define o tipo de mensagem HL7. É composto por <tipo de mensagem> ^ <evento> ^ <estrutura da mensagem>. Será utilizado o valor “ORU^R01^ORU_R01”. Onde “ORU” representa o tipo de mensagem (mensagem de resultado/observação), “R01” representa o tipo de evento (transmissão de uma mensagem de observação) e “ORU_R01” representa a estrutura da mensagem.

MSH-11 – ID de processamento da mensagem. Pode ser classificado como “D – Depuração”, “P – Produção” ou “T – Treinamento”. Por padrão o valor definido é “P”.

PID-1 – Para a primeira ocorrência do segmento, o id será 1, para a segunda ocorrência 2 e assim sucessivamente.

PID-5 – Este campo é composto por vários componentes, porém para o contexto deste documento serão considerados apenas os 2 primeiros: <sobrenome> ^ <nome>.

PID-11 – Define o endereço do paciente. Este campo é composto por vários componentes, porém para o contexto deste documento serão considerados apenas os seguintes componentes: <endereço primário> ^ <endereço secundário> ^ <cidade> ^ <estado>.

OBR-1 – Utilizar a mesma definição do campo PID 1. O mapeamento dos valores está definido na tabela D.6.

OBR-4 – Este campo é o código do identificador para a observação. Para o contexto deste documento, serão considerados apenas os componentes iniciais: componentes: <Identificador> ^ <texto> ^ <nome do sistema de codificação>. O padrão HL7 aceita, dentre outros sistemas de codificação, os padrões LOINC¹² e SNOMED-CT¹³. Foi escolhido o padrão SNOMED-CT, considerando a regulamentação apresentada pelo ministério da saúde através da portaria Nº 2.073, de 31 de agosto de 2011, que define o SNOMED como padrão de interoperabilidade para codificação de termos clínicos e mapeamento de terminologias nacionais e internacionais (DOU, 2011). O mapeamento das nomenclaturas utilizadas está descrito na Tabela D.6.

OBX-1 – Utiliza a mesma definição do campo PID 1.

¹² Logical Observation Identifier Names and Codes

¹³ Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms

OBX-2 – Identificador do valor referente ao resultado. Como todos os valores serão numéricos será utilizado o tipo de dado “NM” (numérico).

OBX-3 – Utilizar a mesma definição do campo OBR 4.

OBX-5 – Este campo contém o valor da observação

OBX-6 – Utilizar a mesma definição do campo OBR 4.

OBX-7 – O intervalo pode ser definido das seguintes formas:

- Quando são definidos os limites (inferior – superior). Ex.: 70-90
- Quando é definido apenas o limite inferior. Ex.: > 15
- Quando é definido apenas o limite superior. Ex.: < 90

OBX-11 – *Status* do resultado da observação. Utilizar por padrão o valor “F” para indicar que é um final.

OBX-14 – Data da observação. Este campo é obrigatório quando as observações têm datas diferentes. Por padrão, a data da observação sempre será informada. Utilizar o formato “YYYYMMDD[HH[MM[SS[.S[S[S[S]]]]]]+/- ZZZZ”.

5. Mapeamento dos sinais vitais de acordo com SNOMED

A Tabela D.6 apresenta o relacionamento entre os sinais vitais, apresentados nos dispositivos médicos pessoais (oxímetro, balança e medidor de pressão sanguínea) e os códigos definidos pela nomenclatura SNOMED-CT.

Tabela D.6 – Código para os sinais vitais segundo SNOMED-CT

(continua)

| Código | Nome | Nomenclatura | Campo |
|---------------|---------------------------------|---------------------|--------------|
| 46680005 | <i>Vital Signs</i> | SNOMED-CT | OBR-4 |
| 75367002 | <i>Blood Pressure</i> | SNOMED-CT | OBX-3 |
| 271649006 | <i>Systolic blood pressure</i> | SNOMED-CT | OBX-3 |
| 271650006 | <i>Diastolic blood pressure</i> | SNOMED-CT | OBX-3 |
| 6797001 | <i>Mean blood pressure</i> | SNOMED-CT | OBX-3 |
| 78564009 | <i>Pulse rate</i> | SNOMED-CT | OBX-3 |
| 431314004 | <i>SpO2</i> | SNOMED-CT | OBX-3 |
| 27113001 | <i>Body Weight</i> | SNOMED-CT | OBX-3 |
| 50373000 | <i>Body Height</i> | SNOMED-CT | OBX-3 |

(conclusão)

| Código | Nome | Nomenclatura | Campo |
|---------------|------------------------|---------------------|--------------|
| 60621009 | <i>Body mass index</i> | SNOMED-CT | OBX-3 |

Fonte: Próprio autor, adaptado de ITU (2015)

REFERÊNCIAS

DOU. Portaria N° 2073, de 31 de agosto de 2011. **Diário Oficial da União nº 169**, Brasília, 2011.

HL7. **Additional Information Message Implementation Guide**. Health Level Seven. Ann Arbor, MI. 2001.

HL7. Vaueset-observation-category - FHIR v1.0.2. **HL7**, 2015. Disponível em: <<http://hl7.org/fhir/valueset-observation-category.html>>. Acesso em: 04 jun. 2016.

ITU. **Interoperability design guidelines for personal health systems: Health record network (HRN) interface**. ITUTELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR OF ITU-T. [S.I.]. 2015.

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DO REIS

Avaliação da qualidade do sistema REIS

Luana Janaina de Sousa (graduanda / UEPB)

Prof. Dr. Paulo Eduardo e Silva Barbosa (orientador / UEPB)

Caro desenvolvedor(a), solicitamos 15 a 20 minutos do seu tempo para o preenchimento do formulário de avaliação abaixo. Este formulário tem a finalidade de avaliar o sistema REIS (Registro Eletrônico para Interoperabilidade em Saúde) para possível integração como um subcomponente dentro do projeto HAM (*Aggregation Manager System*). Esta avaliação faz parte da pesquisa de Bacharelado em Computação da aluna acima citada, e será utilizada para definir o nível de aceitação e/ou utilização do sistema REIS dentro do projeto HAM, desenvolvido no âmbito do NUTES (Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde).

As informações pessoais solicitadas não serão divulgadas e/ou apresentadas em qualquer documento.

Informações Pessoais:

Nome: _____

Profissão/Ocupação dentro do projeto: _____

Tempo de experiência dentro do projeto: _____

Curso: _____

Avaliação

Avalie o sistema REIS de acordo com os aspectos descritos abaixo. Utilize notas de avaliação entre 1 e 5 para definir o nível de satisfação em relação ao critério avaliado. Os níveis de satisfação obedecem ao seguinte critério:

- 1 – Critério Inexistente
- 2 – Não satisfaz ao usuário
- 3 – Abaixo da média
- 4 – Satisfaz parcialmente ao usuário
- 5 – Satisfaz ao usuário (acima da média)

- Quanto a organização do projeto

| Questão | Nota |
|---|------|
| 1. Facilidade de entendimento da organização do projeto. - Organização de pacotes, classes e métodos de acordo com suas responsabilidades. | |
| 2. As funções descritas no sistema estão claras. - A nomenclatura das funções são auto explicativas. - Os blocos de código são compreensíveis e organizados | |
| 3. O projeto está bem documentado. - Documentação/descrição da arquitetura. - Documentação técnica (Ex. Javadoc) - Guia de instalação/implantação | |
| 4. A organização do projeto permite reusabilidade do sistema e/ou módulos. | |
| 5. O sistema pode ser integrado com facilidade como um sistema externo dentro do projeto no qual o usuário/desenvolvedor está incluído. | |
| 6. O projeto está disponível em um local de acesso ao usuário (Ex.: Github, Dropbox) | |
| 7. O sistema é fácil de instalar/configurar | |

- Quanto a utilização do sistema

(continua)

| Questão | Nota |
|--|------|
| 1. Facilidade de uso do sistema. - O usuário compreendeu com facilidade como o sistema funciona. | |
| 2. O sistema apresenta um visual agradável ao usuário | |
| 3. O sistema apresentou erros durante a utilização | |
| 4. O sistema apresenta aspectos de segurança. - Autenticação do usuário - Restrição de acesso a informação/páginas | |
| 5. O sistema é capaz de interagir com outros sistemas /componentes externos | |
| 6. O sistema está disponível em um local de fácil acesso. (Ex.: servidor local) | |
| 7. O sistema apresenta mensagens ao usuário de forma clara. - Quando realizar alguma tarefa - Quando o usuário informar algum campo inválido | |
| 8. O sistema apresenta a leitura das medições dos dispositivos médicos de forma compreensível para o usuário. | |

(conclusão)

| Questão | Nota |
|--|-------------|
| 9. O sistema gera mensagens HL7 de forma coerente com o padrão HL7 v.2 | |
| 10. O sistema atende as necessidades do projeto no qual o usuário está incluído. | |

APÊNDICE F – RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

Neste apêndice serão apresentados os resultados do questionário de avaliação que foi realizado com 6 desenvolvedores que integram o projeto HAM/NUTES. A descrição das questões está apresentada no Apêndice E.

- Resultados em relação a organização do projeto

| Questão | Nota Avaliador 1 | Nota Avaliador 2 | Nota Avaliador 3 | Nota Avaliador 4 | Nota Avaliador 5 | Nota Avaliador 6 |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 2 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 3 |
| 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 7 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 |

- Resultados em relação a utilização do sistema

| Questão | Nota Avaliador 1 | Nota Avaliador 2 | Nota Avaliador 3 | Nota Avaliador 4 | Nota Avaliador 5 | Nota Avaliador 6 |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 3 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 6 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 7 | 4 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 |
| 8 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 9 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |