UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Trabalho de Conclusão de Curso

SISTEMA DE GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES PARA CENTRAL DE EQUIPAMENTOS

Victor Hugo Lourenço Acioly Furtado

Natal/RN

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

SISTEMA DE GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES PARA CENTRAL DE EQUIPAMENTOS

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

Graduando: Victor Hugo Lourenço Acioly Furtado

Orientador: Professor Dr. Custódio Leopoldino de B. Guerra Neto

Natal/RN

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

SISTEMA DE GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES PARA CENTRAL DE EQUIPAMENTOS

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso:

Prof. Dr. Custódio Leopoldino de B. Guerra Neto _____

UFRN – Orientador

Prof. Me. Philippi Sedir Grilo de Morais _____

UFRN – Co-orientador

Eng. Daniele Montenegro da Silva _____

UFRN – Avaliadora Externa

Eng. Davidson Rogério de Medeiros Florentino _____

UFRN – Avaliador Externo

Natal/RN

2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à sociedade norte-rio-grandense.

AGRADECIMENTOS

A sociedade pela oportunidade.

Aos professores por seus ensinamentos.

Aos familiares e amigos por todo suporte.

Aos meus pais por todo carinho, educação e amor.

A minha noiva por me fortalecer nos momentos de fraqueza.

Ao Deus por minha vida, pela vida da minha família e a dos meus amigos.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA 4
AGRADECIMENTOS 5
SUMÁRIO 6
LISTA DE FIGURAS 8
LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS 9
RESUMO 10
ABSTRACT 11
1. INTRODUÇÃO 12
2. OBJETIVOS 14
2.1. GERAL 14
2.2. ESPECÍFICO 14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15
3.1. ENGENHARIA CLÍNICA 15
3.2. HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ONOFRE LOPES 15
3.3. CENTRAL DE EQUIPAMENTOS 16
3.4. DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS WEB 16
3.4.1. FRONT END 17
3.4.2. BACK END 17
3.4.3. RATIONAL UNIFIED PROCESS – RUP 18
4. METODOLOGIA 20
4.1. FASE DE CONCEPÇÃO 20
4.2. FASE DE ELABORAÇÃO 23
4.3. FASE DE CONSTRUÇÃO 24
4.4. FASE DE TRANSIÇÃO 25
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 25

6. CONCLUSÕES 31

6.1. TRABALHOS FUTUROS 31

7. REFERÊNCIAS 32

APÊNDICES A 35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Padrão de Desenvolvimento Django. 18
Figura 2: Visão Arquitetural do Processo de Desenvolvimento do RUP. 20
Figura 3: Mockup de autenticação. 21
Figura 4: Mockup para visualização e movimentação dos equipamentos. 21
Figura 5: Mockup para adicionar e remover equipamentos. 22
Figura 6: Mockup para adicionar e remover setor. 22
Figura 7: Mockup para tela de relatórios. 23
Figura 8: Diagrama de caso de uso do SIGEMH. 24
Figura 9: Tela de autenticação dos usuários. 26
Figura 10: Tela de Equipamentos para Transporte. 26
Figura 11: Tela de Equipamentos para Empréstimo. 27
Figura 12: Tela de Setores. 27
Figura 13:Tela de Tipos de Equipamentos. 28
Figura 14: Tela de Equipamentos. 28
Figura 15: Tela para edição de informações dos equipamentos. 29
Figura 16: Tela para movimentação dos equipamentos. 29
Figura 17: Tela de histórico dos equipamentos. 30

LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

CEQ – Central de Equipamentos

CSS – Cascading Style Sheets

EBSERH – Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares

HUOL – Hospital Universitário Onofre Lopes

HTML – Hypertext Markup Language

IAM – Infarto Agudo do Miocárdio

RUP – Rational Unified Process

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UML – Unified Modeling Language

FURTADO, Victor Hugo Lourenço Acioly. **SISTEMA DE GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES PARA CENTRAL DE EQUIPAMENTOS** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 45p., 2017.

RESUMO

A Engenharia Clínica do Hospital Universitário Onofre Lopes, para auxiliar no cumprimento com as suas obrigações em gerir as tecnologias ligadas à assistência ao paciente, implantou a Central de Equipamentos. Este setor otimiza os recursos do hospital ao realizar empréstimos e transportes dos equipamentos médico-hospitalares. O controle dos empréstimos é realizado em um quadro branco e o do transporte em uma planilha eletrônica. Estes métodos não facilitam a manipulação dos dados para a geração de informações para a Engenharia Clínica. O desenvolvimento de um sistema WEB capaz de cruzar informações e permitir acesso à distância é fundamental para agilizar os processos de tomada de decisão dos níveis gerenciais. Este trabalho apresenta as etapas para informatizar o controle de empréstimos e aprimorar o controle dos transportes de equipamentos médico-hospitalares da Central de Equipamentos do HUOL. O desenvolvimento do software foi baseado na metodologia *Rational Unified Proces.* O sistema encontra-se no setor em sua versão *Beta* para teste.

Palavras-chave: Equipamentos médico-hospitalares, Central de Equipamentos, Empréstimo, Transporte e Sistema WEB.

FURTADO, Victor Hugo Lourenço Acioly. **SISTEMA DE GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES PARA CENTRAL DE EQUIPAMENTOS** Conclusion Work Project, Biomedical Engineering Bachelor Degree, Federal University of Rio Grande do Norte, 45p., 2017.

ABSTRACT

The Clinical Engineering department of the University Hospital Onofre Lopes, to assist in the fulfillment of its obligations in managing the technologies related to patient care, implemented the Equipment Center. This sector optimizes the resources of the hospital when making loans and transportation of medical equipment. The control of the loans is carried out on a white board and the transportations in a spreadsheet. These methods do not facilitate the manipulation of data for the generation of information for Clinical Engineering. The development of a WEB system capable of crossing information and allowing remote access is fundamental to streamline management decision-making processes. This paper presents the steps to computerize loan control and improve the control of transportation of medical and hospital equipment from the HUOL Equipment Center. Software development was based on the Rational Unified Processes methodology. The system was implemented in its beta version for testing.

Palavras-chave: Medical equipment, equipment center, loan, transportation, Web System.

1. INTRODUÇÃO

O Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) localizado em Natal – Rio Grande do Norte é um instituição vinculada a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e administrada, atualmente, pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH). (“Nossa História - EBSERH”, 2013)

De acordo com EBSERH, a Engenharia Clínica (EC) é o setor responsável pela gestão das tecnologias utilizadas nas atividades produtivas de procedimentos ligados à assistência ao paciente e por analisar as opções de tecnologias existentes no mercado e definir as especificações técnicas para aquisição. (“Engenharia Clínica - EBSERH”, 2017)

Para auxiliar na gestão do parque tecnológico no HUOL a EC criou a Central de Equipamentos (CEQ). Esta equipe realiza: empréstimo, transporte e instalação de Equipamentos Médico-Hospitalares (EMH). O empréstimo consiste na retirada de um EMH da CEQ para um setor do hospital e a devolução é o retorno para a CEQ, o transporte é a movimentação dos equipamentos entre setores e a instalação é deixar o equipamento pronto para uso pela equipe médico-assistencial (CONTRERAS, 2015). O controle dos transportes dos equipamentos é realizado por meio de uma planilha eletrônica e o dos empréstimos é realizado por um quadro branco que é atualizado a cada empréstimo.

A ausência de EMH como ventiladores mecânicos, bomba de infusão e monitores multiparamêtricos, pode causar danos irreversíveis à saúde dos pacientes e aumentar risco de morte. No atendimento de pacientes com algumas patologias tempo-dependentes a importância de evitar o atraso de procedimentos para disponibilidade de equipamentos necessários para avaliação e intervenção ficam ainda mais claros. Segundo Rathore et al., em pacientes com infarto agudo do miocárdio (IAM), qualquer atraso após entrada do sujeito no serviço de saúde está associado estatisticamente a maior mortalidade (apud RATHORE et al., 2009; DE LUCA et al., 2004; NALLAMOTHU et al., 2007).

Vários pontos têm sido identificados como essenciais nas decisões de gerenciamento hospitalar com ênfase no controle de custos e aprimoramento da qualidade do serviço. A tecnologia da informação foi reportada como ponto-chave. Além disso, o controle de custos é influenciado pelo uso de tecnologias associada a decisões sobre o gerenciamento dos recursos influenciando diretamente o desempenho hospitalar. (LI; BENTON, 2003)

As ferramentas utilizadas pela CEQ não contribuem com informações para auxiliar na tomada de decisão da EC como, por exemplo, disponibilizar o histórico de localização e a taxa de utilização dos EMH.

Um sistema foi desenvolvido para controlar a movimentação de empréstimo e transporte da CEQ a fim de facilitar o armazenamento e análise dos dados que servirão como base para o desenvolvimento dos indicadores que apoiarão as tomada de decisão dos níveis gerenciais da engenharia clínica.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Informatizar o controle de empréstimo e transporte de equipamentos médico-hospitalares (EMH) na Central de Equipamentos (CEQ).

2.2. ESPECÍFICO

- Coletar os requisitos relevantes para a elaboração do projeto;
- Desenvolver um software para gerenciamento dos EMH dentro da CEQ;
- Implantar o software desenvolvido na CEQ.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. ENGENHARIA CLÍNICA

Em seu livro "*The Clinical Engineering Handbook*" Dyro (2004), apresenta como definição para o engenheiro clínico o seguinte conceito do *The American College of Clinical Engineering: "profissional que aplica e desenvolve os conhecimentos de engenharia e práticas gerenciais às tecnologias de saúde, com o objetivo de proporcionar uma melhoria nos cuidados dispensados aos pacientes".* Evidencia também que a EC é uma subárea da Engenharia Biomédica. (IADANZA; DYRO, 2004)

Calil (1990) relata que o crescente aumento dos parques de equipamentos eletroeletrônicos em hospitais tornou indispensável à presença de profissionais especializados para assessorar o corpo clínico no gerenciamento das novas tecnologias (CALIL, 1990).

Para a EBSERH, por exemplo, o setor de engenheira clínica tem o objetivo de "*suprir o hospital quanto às necessidades de implantação, manutenção e recuperação do parque tecnológico".* Compete a esta equipe elaborar o plano de manutenção do parque tecnológico do hospital, subsidiar tecnicamente o processo de aquisição das devidas manutenções, acompanhar o recebimento e distribuição de EMH bem como as instalações em suas unidades, promover e apoiar programas de capacitação de recursos humanos na operação e manutenção dos equipamentos, coordenar as políticas de avaliação e incorporação de novas tecnologias e subsidiar tecnicamente a elaboração dos projetos de arquitetura e engenharia (REBELATTO, 2013).

3.2. HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ONOFRE LOPES

O Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) localizado em Natal – Rio Grande do Norte é um instituição vinculada a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e administrada, atualmente, pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH).

Referência em atendimento de alta complexidade no estado do RN e integrante do Sistema Único de Saúde (SUS) o HUOL promove, de forma integrada, o ensino, a pesquisa, a extensão e a assistência ("Missão e Visão - EBSERH", 2013).

O HOUL possui uma área de 31.569,45 m² com 242 leitos de internação sendo 19 de Unidade de Terapia Intensiva (UTI), 84 consultórios ambulatoriais, 12 salas de cirurgias e um centro de diagnóstico por imagem("Infraestrutura - EBSERH", 2013).

3.3. CENTRAL DE EQUIPAMENTOS

No Hospital Universitário da UNIFESP – HSP, a CEQ foi criada em 2004 com o objetivo de concentrar equipamentos de uso comum e realizar empréstimo às unidades para otimizar o uso dos EMH que antes não supriam a demanda do hospital. Em 2013 foi reestruturada para permitir um fluxo e um armazenamento de equipamentos corretos e evitar ao máximo o risco de contaminação ou empréstimo de equipamentos com qualidade duvidosa (PIOVEZAN, 2013).

De acordo com André Luiz do Nascimento, coordenador administrativo da Maternidade Nossa Senhora de Lourdes - Sergipe, a CEQ contribui para a qualidade no atendimento e reduz as despesas com manutenção corretiva, pois monitora o funcionamento e desempenho dos equipamentos em cada setor. Ainda informa que em 2015 realizou mais de 5.925 atendimentos (COSTA, 2016).

Segundo a técnica de educação permanente da Fundação Hospitalar de Saúde, mais de um encontro foi realizado para tratar dos fluxos de trabalho da CEQ para a Maternidade Hildete Falcão no estado de Sergipe (BARBOSA, 2016).

Em seu livro "*Gestão de Materiais e Equipamentos Hospitalares*", Burmester (2012) atesta que a CEQ tem garantido maior controle dos equipamentos, diminuído o quantitativo de equipamentos sobressalentes, acelerado os procedimentos de inspeção técnica e manutenção preventiva(BURMESTER, 2012).

Em 2012, a CEQ foi implantada no Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) com objetivo de realizar empréstimo, transporte e instalação dos EMH. Segundo Contreras (2015), o empréstimo consiste na retirada de um EMH da CEQ para um setor do hospital e a devolução deste para a CEQ. O transporte é a movimentação dos equipamentos entre setores e a instalação é deixar o equipamento pronto para uso pela equipe médico-assistencial. (CONTRERAS, 2015).

3.4. DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS WEB

De acordo com Ginige (et al., 2001), uma aplicação web é um conjunto de páginas que interagem com o visitante provendo e armazenando informações (GINIGE; MURUGESAN, 2001). As trocas de informações são feitas entre os usuários e os servidores por meio dos navegadores. Os componentes essenciais da arquitetura de uma aplicação Web são as duas camadas: *Front-end* e *Back-end* (SOUZA, 2007).

O *front-end* é abstração responsável pela interação com o usuário e o *back-end* é a abstração que processa as informações para o *front-end*. O código do *front-end* é interpretado pelo navegador e o do *back-end* pela máquina que exerce a função de servidor da aplicação (DANTAS, 2016).

3.4.1. FRONT END

Para o desenvolvimento desta abstração o Hypertext Markup Language (HTML) e o Cascading Style Sheets (CSS) são costumeiramente utilizados. O HTML é responsável por estruturar os conteúdos das páginas Web e o CSS é responsável por pela aparência das páginas (SOUDERS, 2008; VAUGHAN-NICHOLS, 2010).

Um *framework* bastante utilizado pelos desenvolvedores é o *Bootstrap* que auxilia na criação dos layouts dos sites e permite que o sistema seja responsivo para as mais diversas plataformas (SILVA, 2017).

3.4.2. BACK END

O Python é uma linguagem extremamente poderosa, de código aberto e que pode ser utilizada em projetos proprietários. Possui uma sintaxe clara e concisa favorecendo a legibilidade do código fonte, o trabalho coletivo e, consequentemente, uma maior produtividade.Contém estruturas de alto nível e diversos módulos prontos para uso. Além disso, há vários *frameworks* de terceiros que podem ser utilizados. (BORGES, 2014)

Para aplicações Web, um *framework* bastante utilizado é *Django* (DJANGO, 2017a). O Django é um *framework* de *Python* para desenvolvimento de aplicações Web. Seu desenvolvimento é baseado no princípio DRY – *Don't Repeat Yourself* que evita o uso códigos duplicados e agiliza a implementação. (DJANGO, 2017b; HOLOVATY; KAPLAN-MOSS, 2013) A ferramenta *Django admin* é uma das ferramentas mais poderosas oferecidas pelo *Django*, pois dá ao desenvolvedor um conjunto de instrumentos para acelerar as entregas de resultados (DJANGO, 2017c).

O padrão arquitetural do *Django* é conhecido como MVC (*Model-View-Controller*). O *Model* é responsável pelo banco de dados, a *View* pela interface com o usuário e o *Controller* pelas regras de negócio. Embora o *Django* utilize este padrão, nomeia-os de maneira diferente. A camada *Model* permanece inalterada, mas a camada *Controller* é chamada de *View* e a camada *View* é chamada de *Template*. Sendo assim, o *Django* utiliza o padrão arquitetural MTV (*Model-Template-View*) onde o *Model* é responsável pelo banco de dados, o *Template* pela interface com o usuário e a *View* pelas regras de negócio. (FREEMAN, 2005)

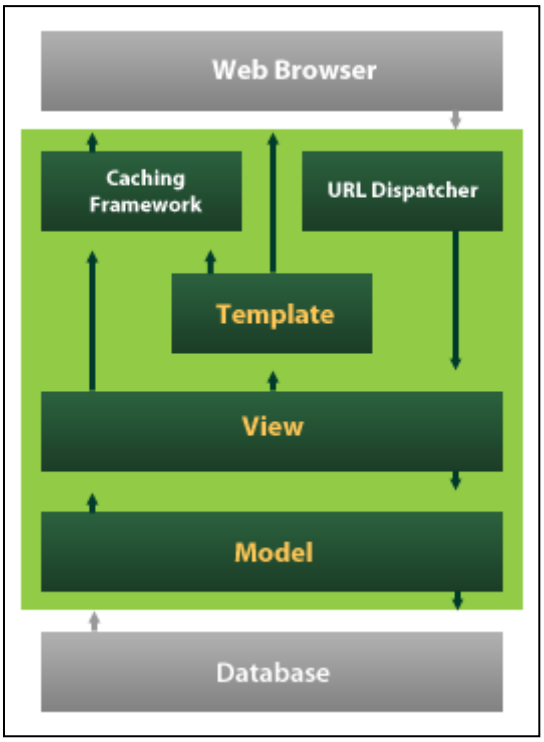

Figura 1: Padrão de Desenvolvimento Django.

Fonte: (DJANGO, 2017b)

3.4.3. RATIONAL UNIFIED PROCESS – RUP

De acordo com Humphrey, "Um processo de desenvolvimento de software é um conjunto de ferramentas, métodos e práticas usados para construir um produto de software." (HUMPHREY, 1989).

A metodologia tradicional *Rational Unified Process* (RUP), desenvolvida pela *Rational Unified* e adquirida pela *IBM Rational*, define os processos para desenvolvimento de softwares (AMBLER, 2017). O objetivo do RUP é garantir alta qualidade na produção de software para satisfazer as necessidades dos usuários dentro de prazos e orçamentos possíveis (KRUCHTEN, 2003).

Alguns princípios norteiam o desenvolvimento baseado em RUP. São eles: desenvolvimento iterativo e incremental, gerenciamento de requisitos, arquitetura baseada em componentes, modelagem visual do software, verificação constante da qualidade e controle de mudanças (MARTINS, 2010).

O desenvolvimento iterativo e incremental sugere que os projetos sejam conduzidos em iterações de forma que as partes sejam mais fáceis de serem gerenciadas (SCHACH, 2009).

O gerenciamento de requisitos sugere que o desenvolvimento seja feito próximo ao cliente com base em bastante diálogo, pois sabe-se que os requisitos mudam a medida que os usuários começam a enxergar o sistema (apud BOEHM; TURNER, 2004; CARNEIRO, 2008).

A arquitetura baseada em componentes chama de componentes as partes dos softwares que executam funções similares. Esta arquitetura viabiliza a reutilização de código (CARNEIRO, 2008).

Como ferramenta de desenvolvimento de conteúdo ou modelagem visual do software o RUP utiliza a linguagem conhecida como *Unified Modeling Language* (UML) para documentar a estrutura e o comportamento da arquitetura do software (AMBLER, 2017).

A verificação constante da qualidade no período de desenvolvimento do software é realizada para evitar que manutenções corretivas ocorram depois da implantação, pois estas manutenções exigem um grande retrabalho e isto eleva satisfatoriamente o custo do projeto. Este princípio sugere expor o software ao usuário, sempre que possível, para que ele verifique inconsistências ainda na fase de desenvolvimento (MARTINS, 2010).

O controle de mudanças tem o objetivo de isolar, em versões, as alterações realizadas durante o projeto (MARTINS, 2010).

O desenvolvimento baseado na metodologia RUP consiste em quatro fases: Fase de Concepção onde o objetivo é estabelecer a viabilidade do sistema em diálogo com o usuário final. A Fase de Elaboração que serve para organizar as informações relacionadas ao projeto do sistema, documentação e arquitetura do sistema. Na Fase de construção é onde ocorre a produção de código e testes. A Fase de transição é onde ocorre a entrega do software, a partir desta fase os desenvolvedores prestam apenas manutenções para configuração do sistema (KRUCHTEN, 2003).

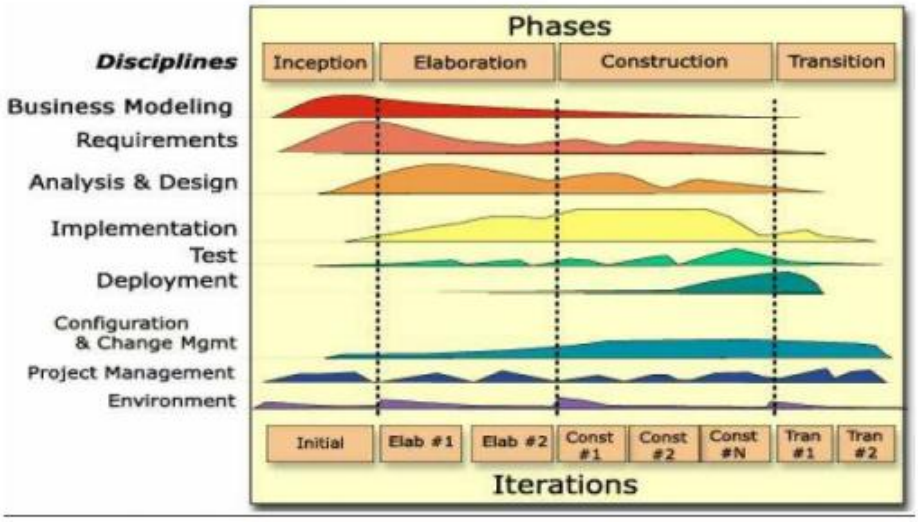

Figura 2: Visão Arquitetural do Processo de Desenvolvimento do RUP.

Fonte: Extraído de (CARNEIRO, 2008)

Segundo Ambler,cerca de 10% do tempo é gasto com a fase de concepção, 25% com a fase de elaboração, 55% com a fase de construção e 10% com a fase de transição. (AMBLER, 2017)

Em cada fase os novos requisitos são revisados com o usuário, analisados pela equipe de desenvolvimento, projetado, implementado e testado. A metodologia RUP sugere que várias iterações deste processo aconteçam em cada fase a fim de evitar propagação de erros para as demais fases do desenvolvimento (EELES; HOUSTON; KOZACZYNSKI, 2003).

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento do Sistema de Gestão de Equipamentos Médico-Hospitalares (SIGEMH) baseou-se no método RUP de desenvolvimento de software tendo em vista o domínio desta metodologia por parte da equipe de desenvolvimento.

4.1. FASE DE CONCEPÇÃO

Para compreender os requisitos do sistema diversas reuniões foram realizadas com a equipe da EC e com os agentes da CEQ. Como os agentes trabalham por escala de 12h, foram necessárias várias visitas para falar com a maior parte da equipe e verificar quais as suas principais exigências para o software. Para verificar a compatibilidade entre os usuários e os desenvolvedores *mockups* foram utilizados.

Abaixo, na **Fig. 3**, é possível observar uma tela de autenticação.

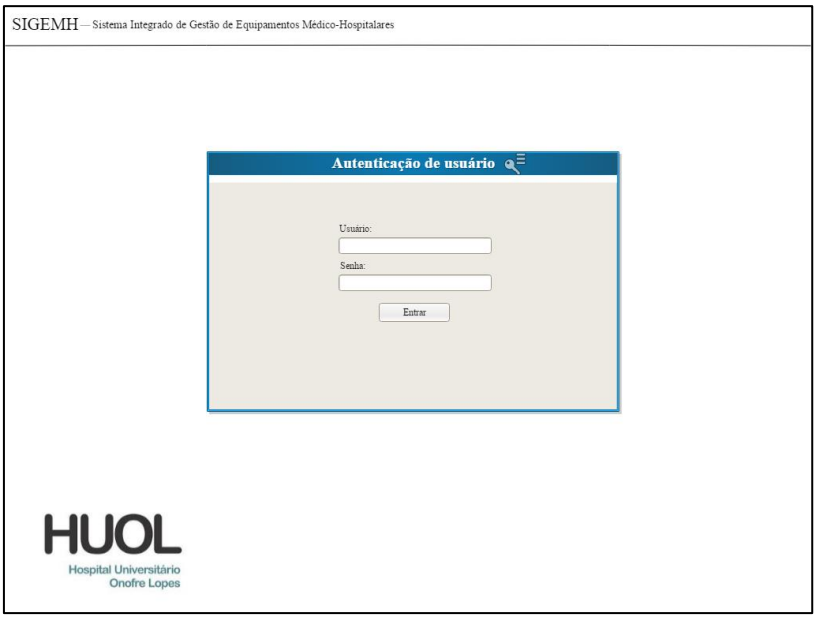

Figura 3: Mockup de autenticação.

O objetivo é que, após autenticação no sistema, uma tela com a disposição dos equipamentos estivesse disponível. A tela deve permitir alteração dos equipamentos entre os setores. Sendo assim, foi pensando na **Fig. 4**:

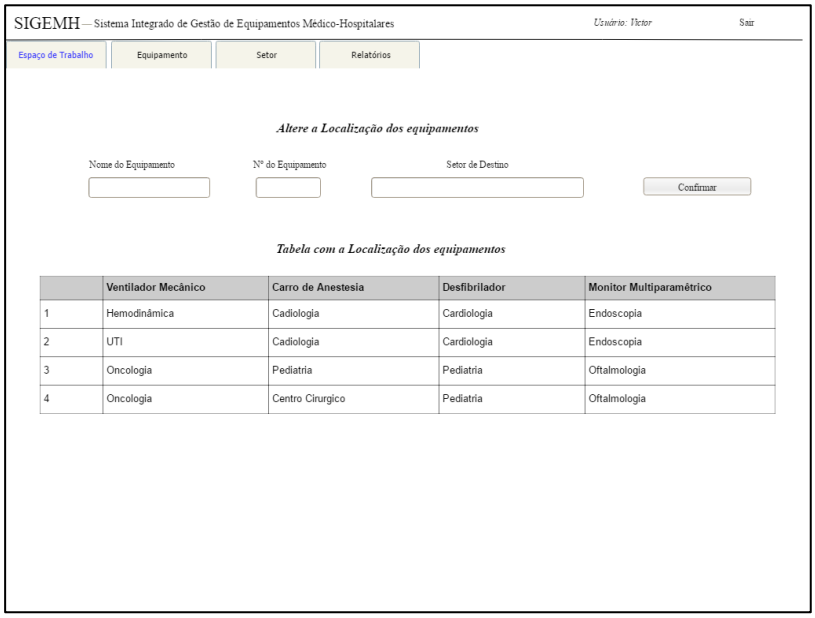

Figura 4: Mockup para visualização e movimentação dos equipamentos.

Na imagem acima, **Fig. 4**, é possível visualizar a tabela relacionando o equipamento com o setor em que ele se encontra. Para alterar um equipamento de setor é necessário

preencher os campos: Nº Nome do equipamento ou Nº do equipamento e o nome do Setor de Destino.

Além da disposição dos equipamentos deveria ser possível adicionar e remover os equipamentos e os setores. Por isso, os *mockups (***Fig. 5 e Fig. 6**) foram colocados a prova dos usuários.

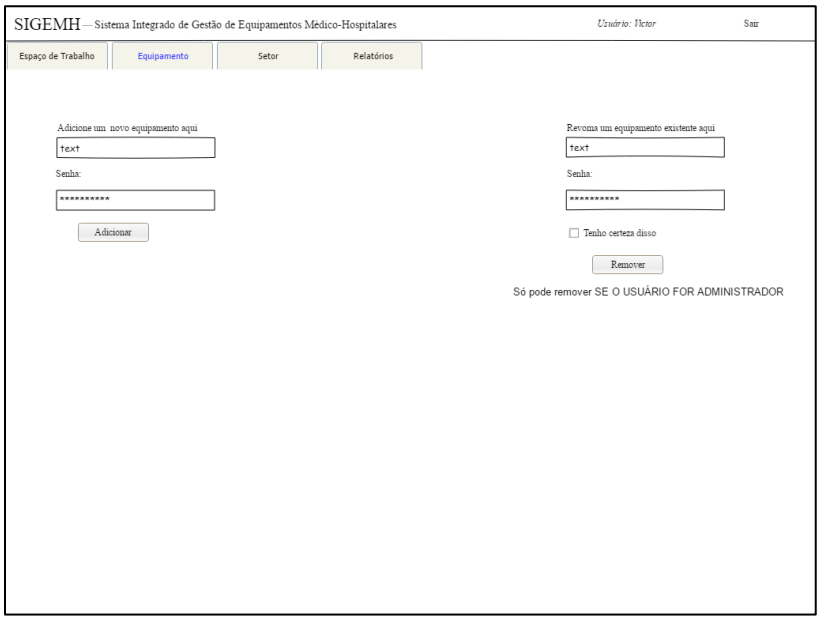

Figura 5: Mockup para adicionar e remover equipamentos.

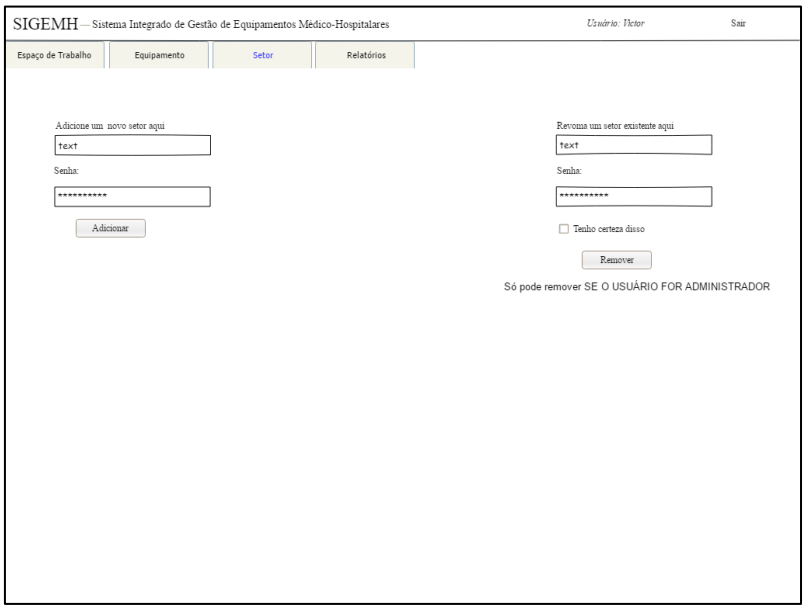

Figura 6: Mockup para adicionar e remover setor.

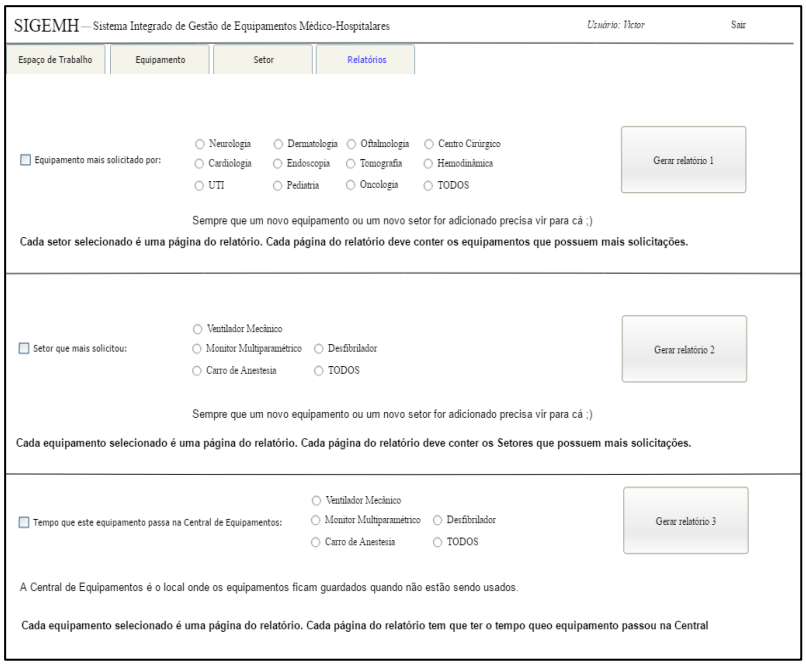

Figura 7: Mockup para tela de relatórios.

Mostrar os relatórios é uma das principias exigências dos usuários. A **Fig. 7** mostra o *mockup* definido que permite a geração dos relatórios.

4.2. FASE DE ELABORAÇÃO

Com base nas considerações feitas na fase de concepção, foi possível iniciar o desenvolvimento da documentação do sistema. A documentação dos requisitos do SIGEMH foi realizada e é possível encontrá-la no Apêndice A.

Para facilitar o entendimento do relacionamento entre os atores foi utilizado o diagrama de caso de uso mostrado na **Fig. 8**. O Agente da Central de Equipamentos é responsável por criar e excluir os equipamentos e os setores, assim como movimentá-los dentro do hospital. O administrador apresentado na figura é o Engenheiro Clínico. Ele é responsável por criar os usuários, excluí-los e gerar relatórios. Este ator também pode fazer todas as funções que o agente faz. O termo <<include>> significa que um caso de uso só pode ser utilizado se o outro for executado, ou seja, a função Excluir Usuário "A" só pode existir se a Função "Criar Usuário" "A" já tiver sido executada.

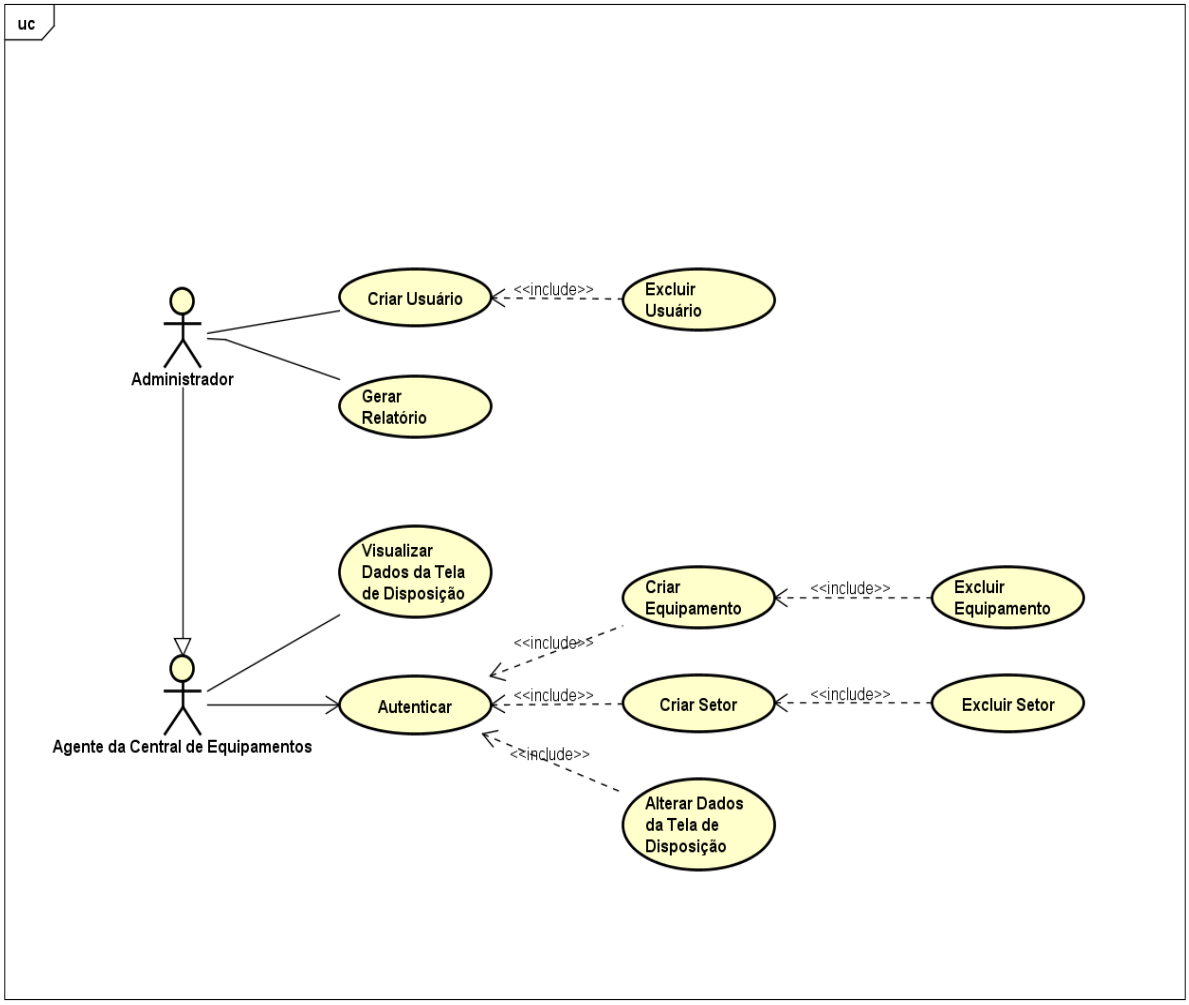

Figura 8: Diagrama de caso de uso do SIGEMH.

Nesta fase foi possível perceber que a **Fig. 4** - "*Mockup* para visualização e movimentação dos equipamentos" apresentada na fase de concepção não era viável, visto que há muitos equipamentos disponíveis para movimentação e que a disposição dos equipamentos juntos ficaria muito grande para aparecer tudo em uma tela só. Por isso, ficou decidido, em consenso com o usuário, que a disposição dos equipamentos seriam acessadas por *links* vinculados ao tipo de equipamento.

4.3. FASE DE CONSTRUÇÃO

A fase de construção iniciou-se com a escolha das tecnologias que atenderiam da melhor maneira possível os requisitos. No *Back-end* foram utilizadas as linguagens de programação *Python* e *o Framework Django* e no *Front-end* utilizou-se as linguagens

HTML e *CSS*. O banco de dados *SQLite 3* foi utilizado, pois atende as necessidades do projeto e não necessita de manipulação manual durante o desenvolvimento do projeto.

O sistema operacional utilizado foi o *Linux* em sua distribuição *Ubuntu*, a interface de desenvolvimento foi o *Pycharm* da *Jetbrains*, o repositório utilizado foi o *GitHub* (https://github.com/victoracioly/sigemh-huol). Para hospedar o sistema em nuvem e permitir que o acesso possa ser feito em qualquer computador conectado à internet o serviço gratuito *Plataform as a Service* do *Heroku* foi utilizado.

O SIGEMH ainda encontra-se em fase de construção, no entanto, já está sendo utilizado, em sua versão *Beta*, com a maior parte das funcionalidades previstas na fase de concepção. É possível ter acesso a esta versão por meio do seguinte *link: (http://sigemh-huol.herokuapp.com/login/?next=/)*.

4.4. FASE DE TRANSIÇÃO

O sistema ainda não alcançou a fase de implantação definitiva.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na metodologia de desenvolvimento *Rational Unified Process – RUP* foi possível desenvolver, na Interface de Desenvolvimento (IDE) *Pycharm* utilizando a linguagem de programação *Python* e o *FrameWork Django*, um software para controle de empréstimo e transporte dos equipamento médico-hospitalares na Central de Equipamentos do Hospital Universitário Onofre Lopes.

A *versão Beta* do software alcançou os objetivos de seu delineamento, executando as tarefas propostas de maneira satisfatória.

A tela inicial, mostrada pela **Fig. 9**, foi desenvolvida para autenticação dos usuários.

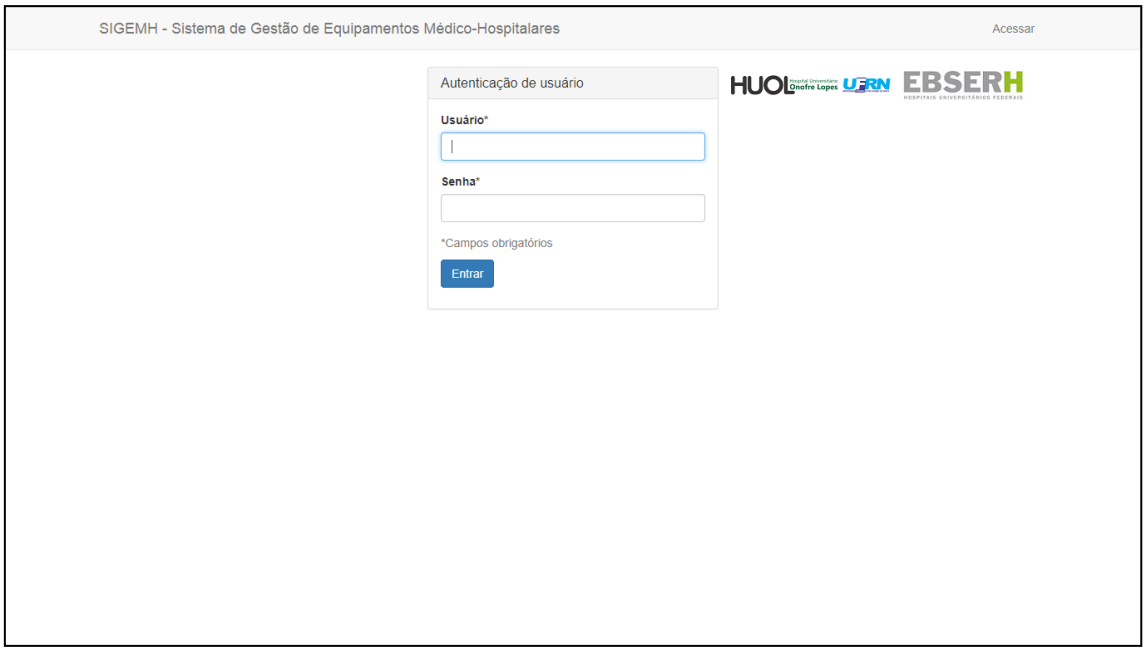

Figura 9: Tela de autenticação dos usuários.

Após a etapa de autenticação do usuário, o sistema mostra uma tela com as seguintes abas: Transporte, Empréstimos, Setores e Equipamentos. A primeira aba mostra todos os tipos de equipamentos que estão cadastrados e possuem a função de transporte. Ao clicar em "Transporte" é possível ver o que está disposta na **Fig.10**.

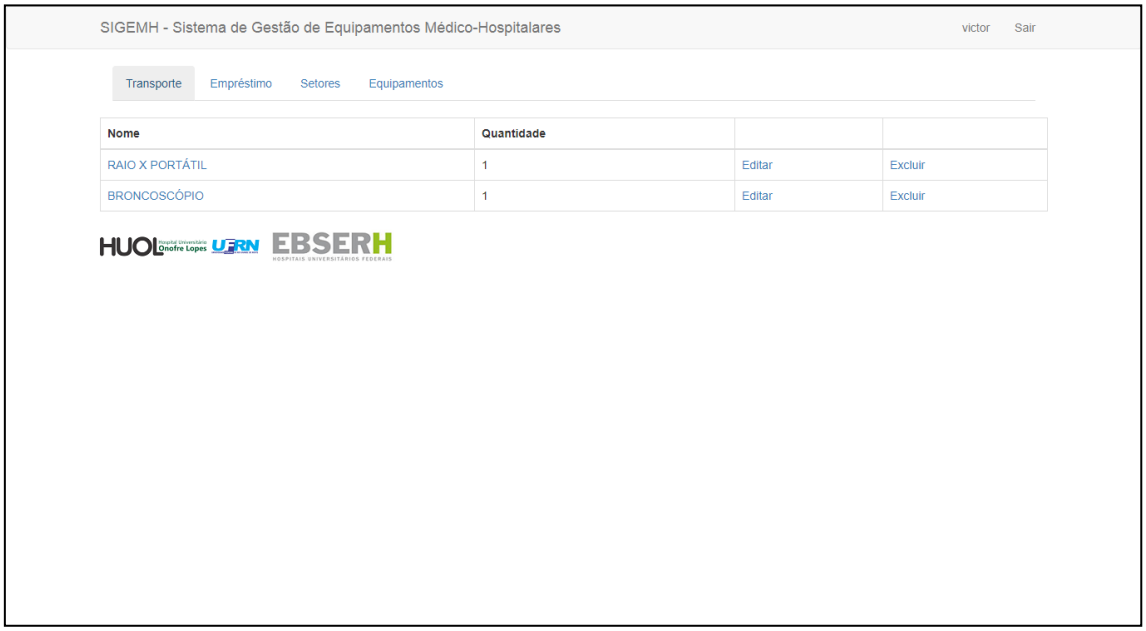

Figura 10: Tela de Equipamentos para Transporte.

Assim como a aba “Transporte”, a aba “Empréstimo” mostra todos os tipos de equipamentos que estão cadastrados e possuem a função de empréstimo no hospital. Ao clicar em “Empréstimo” é possível ver o que está disposta na **Fig.11**.

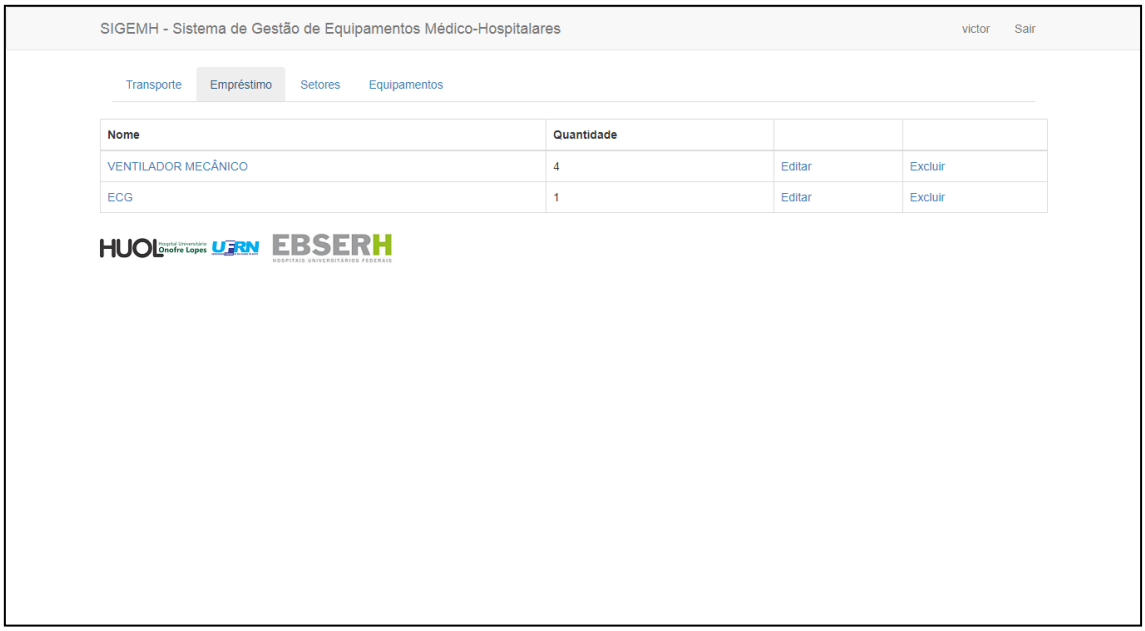

Figura 11: Tela de Equipamentos para Empréstimo.

Na aba “Setores”, **Fig.12**, é possível visualizar todos os setores cadastrados e adicionar novos setores.

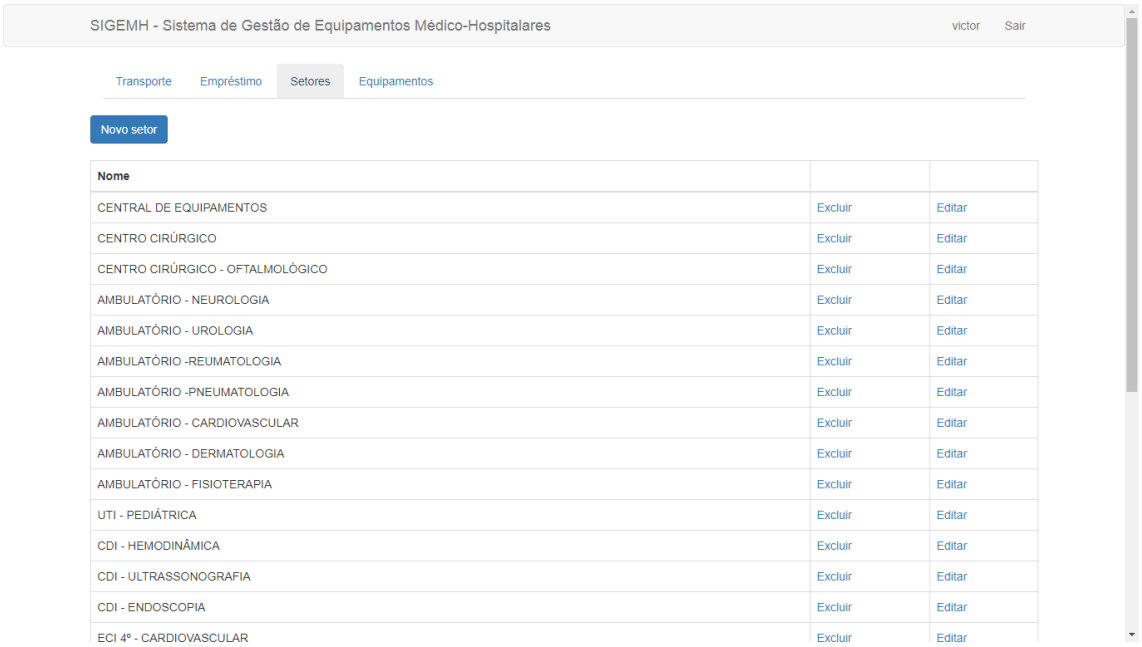

Figura 12: Tela de Setores.

Na Tela “Equipamentos”, **Fig.13**, é possível observar todos os tipos de equipamentos, as suas quantidades e adicionar novos.

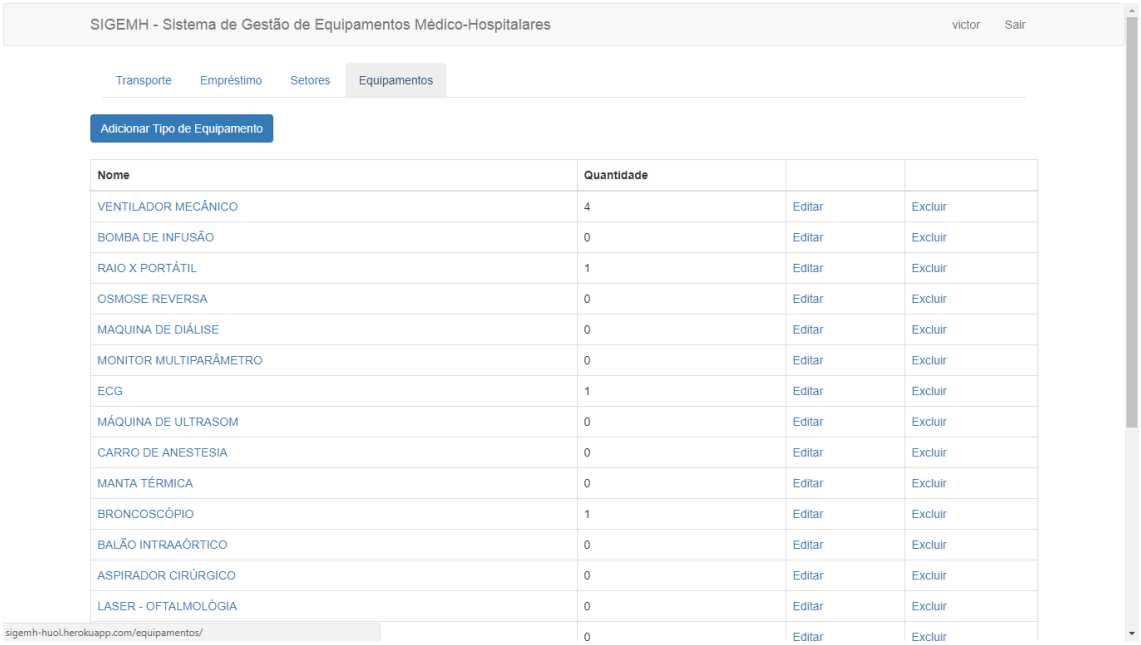

Figura 13:Tela de Tipos de Equipamentos.

Em todas as telas é possível perceber os botões “Editar” e “Excluir”. O primeiro é para modificar o nome e segundo para excluir os dados. Como o software está sendo testado pela equipe da Central de Equipamentos julgaram-se necessários a existência destes botões para facilitar o processo de cadastro.

Ao clicar nos nomes dos tipos de equipamentos é possível ver, **Fig. 14**, todos os equipamentos que estão cadastrados, assim como as informações de fabricante, modelo, patrimônio, número de série o setor e a função do equipamento.

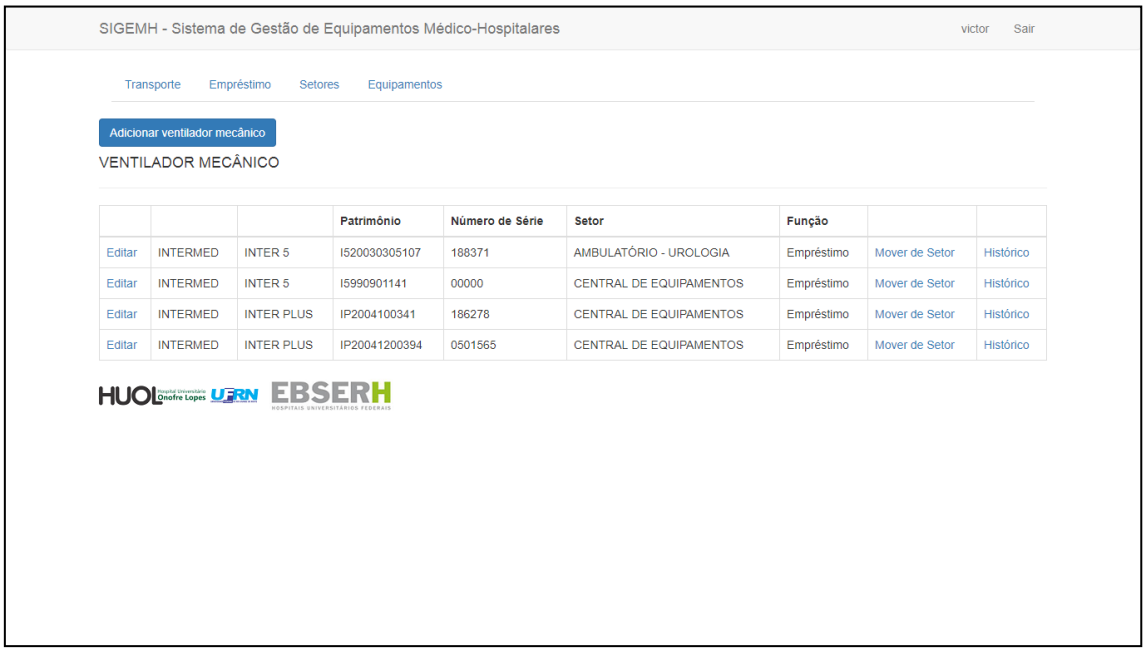

Figura 14: Tela de Equipamentos.

Ainda na **Fig. 14** é possível visualizar os *links* “Editar” **Fig. 15** que altera os dados do equipamento, “Mover de Setor”, **Fig. 16**, que altera o nome na coluna Setor e “Histórico”, **Fig. 17**, que mostra todos os setores na qual o equipamento esteve.

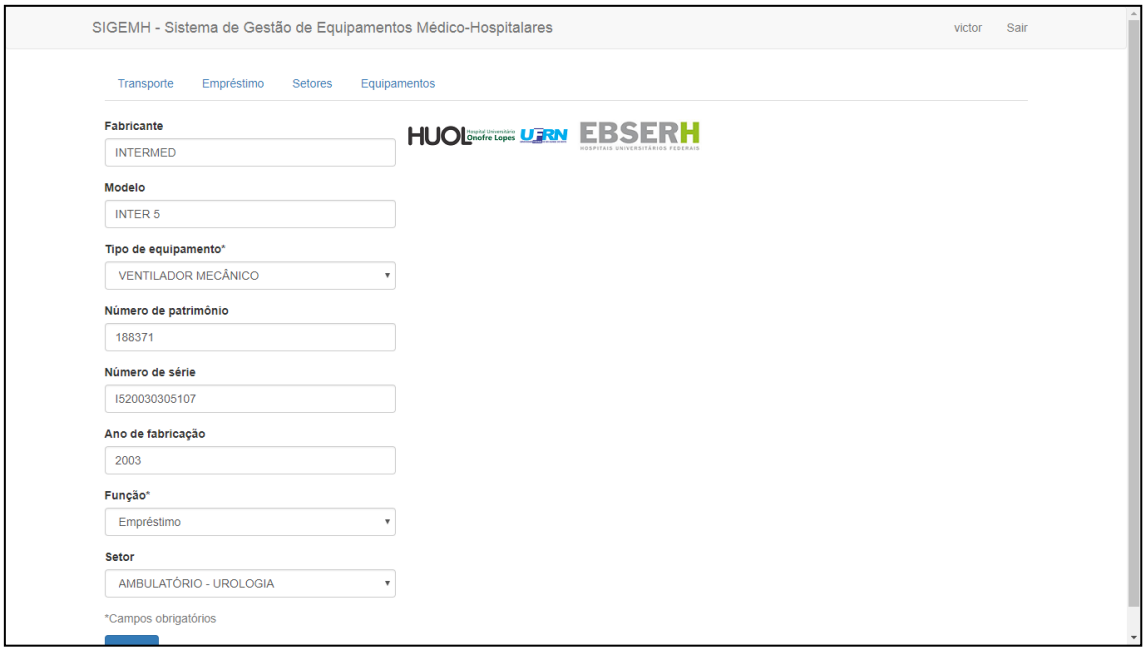

Figura 15: Tela para edição de informações dos equipamentos.

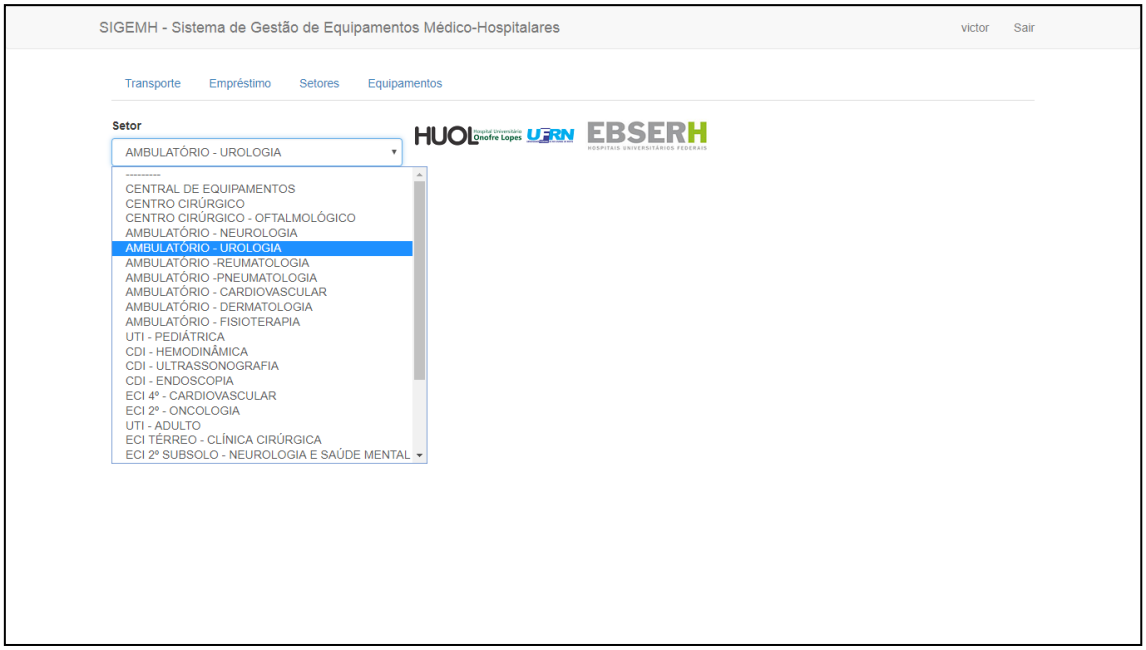

Figura 16: Tela para movimentação dos equipamentos.

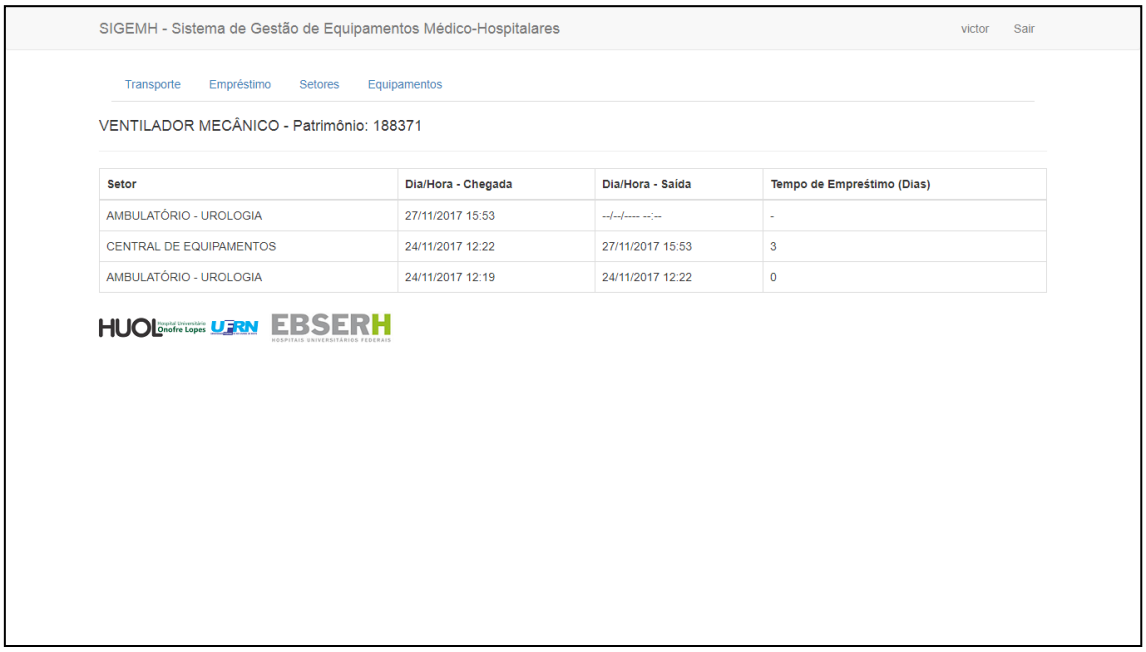

Figura 17: Tela de histórico dos equipamentos.

Este sistema permite que os dados de movimentação dos equipamentos sejam armazenados e dispostos de maneira intuitiva a fim de oferecer rastreabilidade dos equipamentos médico-hospitalares que, na maioria dos casos, possuem custos bastante elevados para o setor de Engenharia Clínica.

A experiência no desenvolvimento deste projeto corrobora com os achados de Ambel (2017) no qual fala sobre o tempo gasto em cada fase do RUP. Leva-se muito mais tempo preparando a documentação referente aos requisitos do que compreendendo as necessidades do usuário. Em contraponto, a fase de documentação tem um tempo muito reduzido quando comparado à fase de construção do software.

Os resultados obtidos mostram que o sistema permite mapear a movimentação dos equipamentos e fornecer rastreabilidade aos usuários. Além disso, é possível acessar todos os conteúdos do sistema com apenas três cliques, como sugere Santos (2012).

O sistema ainda encontra-se em fase de construção, mas já foi possui a sua versão *beta* sendo testada como sugere as iterações do RUP. Destaca-se, no entanto, que a geração de relatórios que irão auxiliar os gestores na tomada decisão ainda não foi implementada.

6. CONCLUSÕES

O presente estudo viabilizou o desenvolvimento de um sistema para controle de empréstimo e transporte de equipamentos médico-hospitalares na central de equipamentos do Hospital Universitário Onofre Lopes. Com ele é possível ter rastreabilidade dos equipamentos cadastrados.

O desenvolvimento do sistema foi baseado na metodologia *Rational Unified Process* – RUP. O sistema encontra-se na fase de construção do RUP com uma versão *Beta* na iteração de teste.

Espera-se que os usuários sintam-se confortáveis ao utilizar o sistema e que a engenharia clínica consiga implanta-lo na rotina da central de equipamentos.

6.1. TRABALHOS FUTUROS

Nas próximas iterações da fase construção os relatórios começarão a ser implementados. Com esta etapa concluída será possível ter, além da rastreabilidade, taxas de utilização dos equipamentos e com isso facilitar as tomadas de decisões para aquisição de novos equipamentos antes que faltem.

Outro trabalho para ser desenvolvido é um que descreve a utilização de sensores do tipo IBeacon vinculados aos equipamentos. Ao alterar os equipamentos entre os setores, o SIGEMH é atualizado automaticamente sem a necessidade de *inputs* manuais.

7. REFERÊNCIAS

AMBLER, S. **A Manager's Introduction to The Rational Unified Process (RUP)**. [s.l: s.n.].

BARBOSA, M. **FHS: pactuação é realizada para otimizar fluxo da Central de Equipamentos**. Disponível em: <http://fhs.se.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1946:fhs-pactuacao-e-realizada-para-otimizar-fluxo-da-central-de-equipamentos&catid=77&Itemid=484>. Acesso em: 8 dez. 2017.

BOEHM, B. W.; TURNER, R. **Balancing Agility and Discipline: A Guide for the Perplexed**. [s.l.] Addison-Wesley Professional, 2004.

BORGES, L. E. **Python para Desenvolvedores: Aborda Python 3.3**. [s.l.] Novatec Editora, 2014.

BURMESTER, H. **Gestao de Materiais e Equipamentos Hospitalares**. São Paulo: [s.n.].

CALIL, S. Papel do engenheiro hospitalar nas unidades de saúde. v. 7, n. 1, p. 325–30, 1990.

CARNEIRO, M. R. **Uma Extensão do RUP para o Gerenciamento das Comunicações**. Doutorado—Refice: [s.n.].

CONTRERAS, R. C. **Setor de Engenharia Clínica: Plano de Gerenciamento de Equipamentos e Procedimentos Operacionais.**, 2015.

COSTA, J. **Central de Equipamentos Hospitalares da Maternidade Nossa Senhora de Lourdes otimiza os serviços operacionais da unidade**. Disponível em: <http://www.fhs.se.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1648:central-de-equipamentos-hospitalares-da-maternidade-nossa-senhora-de-lourdes-otimiza-os-servicos-operacionais-da-unidade&catid=77&Itemid=484>. Acesso em: 8 dez. 2017.

DANTAS, M. DA C. R. **Sistema de Telemonitoramento para Pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica.** [s.l: s.n.].

DE LUCA, G. et al. Time-to-treatment significantly affects the extent of ST-segment resolution and myocardial blush in patients with acute myocardial infarction treated by primary angioplasty. **European Heart Journal**, v. 25, n. 12, p. 1009–1013, jun. 2004.

DJANGO. **The Web framework for perfectionists with deadlines | Django**. Disponível em: <https://www.djangoproject.com/>. Acesso em: 7 dez. 2017a.

DJANGO. **Django documentation | Django documentation | Django**. Disponível em: <https://docs.djangoproject.com/en/2.0/>. Acesso em: 7 dez. 2017b.

DJANGO. **The Django admin site | Django documentation | Django**. Disponível em: <https://docs.djangoproject.com/pt-br/1.11/ref/contrib/admin/>. Acesso em: 7 dez. 2017c.

EELES, P.; HOUSTON, K.; KOZACZYNSKI, W. **Building J2EE Applications with the Rational Unified Process**. [s.l.] Addison-Wesley, 2003.

Engenharia Clínica - EBSERH. Disponível em: <http://www.ebserh.gov.br/web/hu-ufjf/engenharia-clinica>. Acesso em: 3 dez. 2017.

FREEMAN, E. E F. **Use a cabeça! Padrões de Projeto (Design Patterns)**. [s.l.] Alta Books, 2005.

GINIGE, A.; MURUGESAN, S. Web engineering: an introduction. **IEEE MultiMedia**, v. 8, n. 1, p. 14–18, jan. 2001.

HOLOVATY, A.; KAPLAN-MOSS, J. **The Django Book**. [s.l: s.n.].

HUMPHREY, W. S. **Managing the Software Process**. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1989.

IADANZA, E.; DYRO, J. **Clinical Engineering Handbook**. [s.l.] Academic Press, 2004.

Infraestrutura - EBSERH. Disponível em: <http://www.ebserh.gov.br/web/huol-ufrn/infraestrutura>. Acesso em: 19 nov. 2017.

KRUCHTEN, P. **Introdução ao RUP: Rational Unified Process**. [s.l.] Ciência Moderna, 2003.

LI, L.; BENTON, W. C. Hospital capacity management decisions: Emphasis on cost control and quality enhancement. **European Journal of Operational Research**, v. 146, n. 3, p. 596–614, 2003.

MARTINS, J. C. C. **Gerenciando Projetos de Desenvolvimento de Software com PMI, RUP e UML - 5ª Ed.** [s.l.] Brasport, 2010.

Missão e Visão - EBSERH. Disponível em: <http://www.ebserh.gov.br/web/huol-ufrn/missao-e-visao>. Acesso em: 19 nov. 2017.

NALLAMOTHU, B. et al. Relationship of treatment delays and mortality in patients undergoing fibrinolysis and primary percutaneous coronary intervention. The Global Registry of Acute Coronary Events. **Heart (British Cardiac Society)**, v. 93, n. 12, p. 1552–1555, dez. 2007.

Nossa História - EBSERH. Disponível em: <http://www.ebserh.gov.br/web/huol-ufrn/nossa-historia>. Acesso em: 3 dez. 2017.

PIOVEZAN, V. **Hospital São Paulo - Novo conceito da Central de Equipamentos do HSP aumenta ações para segurança dos pacientes e funcionários**. Disponível em: <http://www.hospitalsaopaulo.org.br/noticias/item/151-novo-conceito-da-central-de-equipamentos-do-hsp-aumenta-acoes-para-seguranca-dos-pacientes-e-funcionarios>. Acesso em: 8 dez. 2017.

RATHORE, S. S. et al. Association of door-to-balloon time and mortality in patients admitted to hospital with ST elevation myocardial infarction: national cohort study. **BMJ**, v. 338, n. may19 1, p. b1807–b1807, 19 maio 2009.

REBELATTO, J. R. **ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DOS HOSPITAIS SOB GESTÃO DA EBSERH: DIRETRIZES TÉCNICAS**Ministério da Educação, , 2013.

SANTOS, E. Web Design: uma reflexão conceptual. **Revista de Ciências da Computação**, v. 4, n. 4, 23 mar. 2012.

SCHACH, S. R. **Engenharia de Software - 7.ed.: Os Paradigmas Clássico e Orientado a Objetos**. [s.l.] AMGH Editora, 2009.

SILVA, T. C. DA. **SISTEMA WEB PARA ANÁLISE PSICOLÓGICA BREVE**. [s.l: s.n.].

SOUDERS, S. High-performance Web Sites. **Commun. ACM**, v. 51, n. 12, p. 36–41, dez. 2008.

SOUZA, V. E. S. **FrameWeb: um Método baseado em Frameworks para o Projeto de Sistemas de Informação Web**. [s.l.] UFES, 2007.

VAUGHAN-NICHOLS, S. J. **Will HTML 5 Restandardize the Web? - IEEE Journals & Magazine**. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5445161/>. Acesso em: 7 dez. 2017.

APÊNDICES A

Documento de Requisitos do Sistema de *Gestão de Equipamentos Médico-hospitalares (SIGEMH)*

Versão 1.0

Histórico de Alterações

Data	Versão	Descrição	Autor
03/08/2017	1.0	Versão Inicial do Documento	Victor Acioly
06/12/2017	1.1	Versão Beta do Documento	Victor Acioly

Sumário

1. Introdução 1

1.1 Visão geral do documento 1

1.2 Convenções, termos e abreviações 1

1.2.1 Identificação dos requisitos 2

1.2.2 Prioridades dos requisitos 2

2. Descrição geral do sistema 2

2.1 Abrangência e sistemas relacionados 3

3. Requisitos funcionais (casos de uso) 3

3.1 Cadastro 4

[RF001] Criar componente 4

[RF002] Excluir componente 4

[RF003] Alterar componente 5

3.2 Interface 5

[RF001] Visualizar Componente 5

[RF002] Copiar componente 5

[RF003] Colar componentes 5

3.3 Compilação 6

[RF001] Compilar componente 6

3.4 Importação/Exportação 6

[RF001] Anexar documentos 7

[RF002] Exportar metodologia 7

[RF003] Importar metodologia 8

[RF004] Salvar metodologia 8

[RF005] Gerar site de metodologia 9

4. Requisitos não-funcionais 9

[NF001] Usabilidade 10

[NF002] Desempenho 10

[NF003] Hardware e Software.....10

5. Referências 11

Introdução

Este documento especifica os requisitos do SIGEMH, fornecendo aos desenvolvedores as informações necessárias para o projeto e implementação, assim como para a realização dos testes e homologação do sistema.

Visão geral do documento

Além desta seção introdutória, as seções seguintes estão organizadas como descrito abaixo.

1. **Seção 2 – Descrição geral do sistema**: apresenta uma visão geral do sistema, caracterizando qual é o seu escopo e descrevendo seus usuários.
2. **Seção 3 – Requisitos funcionais (casos de uso)**: especifica todos os casos de uso do sistema, descrevendo os fluxos de eventos, prioridades, atores, entradas e saídas de cada caso de uso a ser implementado.
3. **Seção 4 – Requisitos não-funcionais**: especifica todos os requisitos não funcionais do sistema, divididos em requisitos de usabilidade, confiabilidade, desempenho, segurança, distribuição, adequação a padrões e requisitos de hardware e software.
4. **Seção 5 – Referências:** apresenta referências para outros documentos utilizados para a confecção deste documento.

Convenções, termos e abreviações

A correta interpretação deste documento exige o conhecimento de algumas convenções e termos específicos, que são descritos a seguir.

Identificador macro: Número de fácil digitação que representa o número de série. Como o número de série é muito grande cada equipamento recebe um número inteiro de fácil compreensão e de rápida digitação. O número de série está associado ao identificador macro no sistema.

HTML: Linguagem de marcação utilizada na construção de páginas na internet.

Identificação dos requisitos

Por convenção, a referência a requisitos é feita através do nome da subseção onde eles estão descritos, seguidos do identificador do requisito, de acordo com a especificação a seguir:

[*nome da subseção. identificador do requisito*]

Por exemplo, o requisito funcional [Cadastro. RF001] deve estar descrito em uma subseção chamada “Cadastro”, em um bloco identificado pelo número [RF001]. Já o requisito não-funcional [Usabilidade.NF001] deve estar descrito na seção de requisitos não-funcionais de Confiabilidade, em um bloco identificado por [NF008].

Os requisitos devem ser identificados com um identificador único. A numeração inicia com o identificador [RF001] ou [NF001] e prossegue sendo incrementada à medida que forem surgindo novos requisitos.

Prioridades dos requisitos

Para estabelecer a prioridade dos requisitos, nas seções 4 e 5, foram adotadas as denominações “essencial”, “importante” e “desejável”.

5. **Essencial** é o requisito sem o qual o sistema não entra em funcionamento. Requisitos essenciais são requisitos imprescindíveis, que têm que ser implementados impreterivelmente.
6. **Importante** é o requisito sem o qual o sistema entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Requisitos importantes devem ser implementados, mas, se não forem, o sistema poderá ser implantado e usado mesmo assim.
7. **Desejável** é o requisito que não compromete as funcionalidades básicas do sistema, isto é, o sistema pode funcionar de forma satisfatória sem ele. Requisitos desejáveis podem ser deixados para versões posteriores do sistema, caso não haja tempo hábil para implementá-los na versão que está sendo especificada.

Descrição geral do sistema

Abrangência e sistemas relacionados

O *SIGEMH* é uma ferramenta que auxilia no controle da localização de equipamentos médico-hospitalares em EAS que utilizam um sistema de empréstimo e transportes de equipamentos. Além de permitir a visualização da disposição dos equipamentos médico-hospitalares, o *SIGEMH* embasa as tomadas de decisões das gerências administrativas e das equipes de Engenharia Clínica com informações do uso dos equipamentos de empréstimo nos Estabelecimento de Assistência à Saúde (EAS).

Requisitos funcionais (casos de uso)

Cadastro

[RF001] Criar Equipamento

Descrição do caso de uso: Este caso de uso permite que o usuário crie e armazene um novo equipamento no sistema.

Prioridade: ■ Essencial ☐ Importante ☐ Desejável

Entradas e pré-condições: A pré-condição é não existir equipamento com o mesmo número de série ou identificador macro.

É preciso inserir a senha pessoal do sistema e ter a atribuição “Criar Equipamento”

Saídas e pós-condição: um componente é cadastrado no sistema

[RF002] Excluir equipamento

Descrição do caso de uso: Este caso de uso permite que o usuário exclua um equipamento do cadastro de equipamentos do sistema.

Prioridade: ☐ Essencial ■ Importante ☐ Desejável

Entradas e pré-condições: É preciso inserir a senha pessoal do sistema e ter a atribuição “Excluir Equipamento”. O equipamento precisa estar alocado no setor “Excluir”.

Saídas e pós-condição: o usuário consegue excluir o componente que deseja

[RF003] Criar Setor

Descrição do caso de uso: Este caso de uso permite que o usuário crie e armazene um novo Setor no sistema.

Prioridade: ■ Essencial ☐ Importante ☐ Desejável

Entradas e pré-condições: É preciso inserir a senha pessoal do sistema e ter a atribuição "Criar Setor"

Saídas e pós-condição: um componente é cadastrado no sistema

[RF004] Excluir Setor

Descrição do caso de uso: Este caso de uso permite que o usuário exclua um setor do cadastro de Setores do sistema. Um componente pode ser excluído de qualquer instanciação de metodologia (árvore).

Prioridade: ☐ Essencial ■ Importante ☐ Desejável

Entradas e pré-condições: Para excluir um setor do sistema ele não pode estar em uso. É preciso inserir a senha pessoal do sistema e ter a atribuição "Excluir Setor"

Saídas e pós-condição: o usuário consegue excluir o componente que deseja

[RF005] Criar Usuário

Descrição do caso de uso: Este caso de uso permite que o usuário inclua novos usuários.

Prioridade: ■ Essencial ☐ Importante ☐ Desejável

Entradas e pré-condições: É preciso inserir a senha pessoal do sistema e ter a atribuição "Criar usuário".

Saídas e pós-condição: A saída é que o usuário e suas atribuições são cadastrados no sistema.

[RF006] Excluir Usuário

Descrição do caso de uso: Este caso de uso permite que o usuário exclua um usuário do cadastro de Usuários do sistema.

Prioridade: ☐ Essencial ■ Importante ☐ Desejável

Entradas e pré-condições: É preciso inserir a senha pessoal do sistema e ter a atribuição "Excluir usuário"

Saídas e pós-condição: o usuário consegue excluir o usuário.

Interface

[RF001] Alterar dados da tela de disposição

Descrição do caso de uso: Este caso de uso permite que o usuário manipule a tabela de disposição dos equipamentos no hospital.

Prioridade: ■ Essencial ☐ Importante ☐ Desejável

Entradas e pré-condições: É preciso ter a atribuição “Mover Equipamentos”

Saídas e pós-condição: A saída é uma tabela com o local do equipamento atualizado.

[RF002] Visualizar dados

Descrição do caso de uso: Este caso de uso permite que o usuário veja a tabela de disposição dos equipamentos no hospital.

Prioridade: ☐ Essencial ■ Importante ☐ Desejável

Entradas e pré-condições: É preciso ter a atribuição “Visualizar Tabela de Disposição”.

Saídas e pós-condição: O usuário visualizar tela de disposição.

Requisitos não-funcionais

[NF001] Usabilidade

A interface com o usuário é de vital importância para o sucesso do sistema. Principalmente por ser um sistema que será utilizado em EAS com muitos usuários de diferentes conhecimentos computacionais.

O sistema terá uma interface amigável e intuitiva.

Prioridade: ■ Essencial ☐ Importante ☐ Desejável

[NF002] Desempenho

Embora não seja um requisito essencial ao sistema no momento, deve ser considerada por corresponder a um fator de qualidade de software.

Prioridade: ☐ Essencial ■ Importante ☐ Desejável

[NF003] Hardware e Software

Visando criar um produto com maior extensibilidade, reusabilidade, flexibilidade, deve se adotar como linguagem principal de desenvolvimento Pyhton seguindo cuidadosamente as técnicas de orientação a objetos e a biblioteca Django. Entretanto, outras linguagens também poderão ser usadas.

Prioridade: ☐ Essencial ■ Importante ☐ Desejável

Referências

8. DJANGO. **Documentação do Django.**

   Disponível em: <https://docs.djangoproject.com/pt-br/1.11/>. Acesso em: 04 ago. 2017.