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

Trabalho de Conclusão de Curso

SISTEMA DE GERENCIAMENTO WEB PARA ENGENHARIA CLÍNICA: IMPLANTAÇÃO NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ONOFRE LOPES

Ana Cecília Sá Fernandes

Natal/RN
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

SISTEMA DE GERENCIAMENTO WEB PARA ENGENHARIA CLÍNICA: IMPLANTAÇÃO NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ONOFRE LOPES

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: Ana Cecília Sá Fernandes

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim.

Coorientador: Prof. Eng. Marcel da Câmara Ribeiro Dantas.

Natal/RN

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

SISTEMA DE GERENCIAMENTO WEB PARA ENGENHARIA CLÍNICA: IMPLANTAÇÃO NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ONOFRE LOPES

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso:

Prof. Dr. Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim _____
UFRN – Orientador

Prof. Eng. Marcel da Câmara Ribeiro Dantas _____
UFRN – Coorientador

Prof. Eng. Rafael Cavalcanti Contreras _____
UFRN – Avaliador Externo

Natal/RN

2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, àquele que me levou em seus braços de Pai durante toda minha trajetória acadêmica, preenchendo-me com sua força divina e me fazendo acreditar, a todo momento, que eu seria capaz de vencer qualquer obstáculo e superar qualquer limitação. A Deus, toda honra, glória e gratidão.

À minha querida mãe e ao meu querido pai, que me carregaram em seus ombros de gigantes quando fraquejei, inundaram-me com um amor incondicional e me ofereceram o que de mais valioso eu poderia receber: apoio, incentivo, orações e exemplos de vida, acima de qualquer coisa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim, pelo acompanhamento, no pouco tempo que lhe coube, pelo incentivo e por todas as oportunidades que me foram dadas ao longo da minha caminhada acadêmica.

Ao meu coorientador, Marcel da Câmara Ribeiro Dantas, por ter exercido com êxito o papel que lhe foi confiado e por ter me orientado diariamente nas mais diversas questões que surgiram no decorrer do caminho.

A Rafael Cavalcanti Contreras, por todos os requisitos disponibilizados para a elaboração do sistema e por ter aceitado participar da banca.

A Thales Barros de Castro, meu fiel companheiro, que me ofereceu suporte nos primeiros passos com o *Python* e com o *Django*, segurou a minha mão durante todo processo e, em nenhum momento, deixou de estar ao meu lado.

A todos os meus colegas do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde, em especial a Hugo Soares, Cefas Rodrigues e Paulo Guerra, por sempre estarem dispostos a sanar todas as minhas dúvidas e por terem me ajudado com os erros no código.

Ao Airmid, Clara Rubim, Edwillian Araújo, Ícaro Fonsêca e Severino Netto, por todos os momentos de descontração, por toda ajuda oferecida e por todo suporte nesses anos de caminhada acadêmica.

Às minhas companheiras de vida, Kezia Raphaela, Letícia Colares, Priscila Maria, Lara Medeiros e Camila Régia, por sempre entenderem minha ausência e, mesmo com tamanhas obrigações, mantiveram-se fielmente ao meu lado, encorajando-me e transformando essa caminhada árdua em algo mais leve.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS 7

LISTA DE EQUAÇÕES 8

LISTA DE TABELAS 9

LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS 10

RESUMO 11

ABSTRACT 124

1. INTRODUÇÃO 13

2. OBJETIVOS 16

2.1 GERAL 16

2.2 ESPECÍFICOS 16

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 17

3.1 A ENGENHARIA CLÍNICA 17

3.1.1 ATRIBUIÇÕES 19

3.1.2 A ENGENHARIA CLÍNICA NO HUOL 20

3.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS 24

3.2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS NA ENGENHARIA CLÍNICA 26

3.3 DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS WEB 27

3.3.1 FRONT-END 28

3.3.2 BACK-END 28

4. METODOLOGIA 31

4.1 PARÂMETROS DO SISTEMA 31

4.1.1 MÓDULO DE AUTENTICAÇÃO 33

4.1.2 MÓDULO DE CADASTROS.....33

4.1.3 MÓDULO DE INVENTÁRIO.....34

4.1.4 MÓDULO DE ORDENS DE SERVIÇO.....37

4.1.5 MÓDULO DE ADMINISTRAÇÃO.....39

4.2 RELATÓRIOS E INDICADORES DE ENGENHARIA CLÍNICA.....39

4.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO SISTEMA.....40

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 42

5.1 TELAS DE GERENCIAMENTO DO SISTEMA.....43

5.2 CONSIDERAÇÕES.....48

6. CONCLUSÕES 49

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....49

6.2 TRABALHOS FUTUROS.....49

7. REFERÊNCIAS 51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interações entre a EC e os demais setores de um EAS..... 18
Figura 2 - Fluxograma de abertura de chamados de manutenção no HUOL.. 23
Figura 3 - Fluxograma dos SIG. 25
Figura 4 - Funcionalidades básicas de um CMMS..... 26
Figura 5 - Padrão de desenvolvimento *Django*. 30
Figura 6 - Esquema da arquitetura dos módulos do sistema 32
Figura 7 - Diagrama dos casos de uso do sistema 33
Figura 8 - Diagrama de relacionamento das tabelas e seus respectivos campos do sistema 37
Figura 9 - Tela de autenticação do sistema..... 42
Figura 10 - Tela principal do sistema 42
Figura 11 - Tela principal do sistema exibindo as tabelas disponíveis no módulo Ordens de Serviço 43
Figura 12 - Tela cadastro tabela Equipamento 44
Figura 13 - Tela cadastro tabela Fornecedor 44
Figura 14 - Tela listagem tabela Equipamento 45
Figura 15 - Tela listagem tabela Fornecedor 45
Figura 16 - Tela de detalhar da tabela Equipamento 46
Figura 17 - Tela de detalhar da tabela Fornecedor 46
Figura 18 - Tela de editar da tabela Equipamento 47
Figura 19 - Tela de editar da tabela Fornecedor 47

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Cálculo Índice Gestão de Equipamento 35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pontuação da Função do Equipamento 35

Tabela 2 – Pontuação do Risco de Uso na Aplicação Clínica 36

Tabela 3 – Pontuação da Necessidade ou Requisito de Manutenção 36

LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

ACCE - *American College of Clinical Engineering*

AAMI - *Association for the Advancement of Medical Instrumentatio*

ABClin - Associação Brasileira de Engenharia Biomédica

CMMS - *Computerized Maintenance Management System*

CNPJ - Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas

CSRF - *Cross Site Request Forgery*

CRUD - *Create, Read, Update e Delete*

CSS - *Cascading Style Sheets*

DRY - *Don't Repeat Yourself*

EAS - Estabelecimento Assistencial de Saúde

EC - Engenharia Clínica

EMH - Equipamento Médico Hospitalar

GE - Gestão de Equipamento

HCU-UFU - Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia

HUOL - Hospital Universitário Onofre Lopes

HTML - *HyperText Markup Language*

MC - Manutenção Corretiva

MP - Manutenção Preventiva

MTV - *Model – Template – View*

MVC - *Model – View – Controller*

NS - Número de Série

OMS - Organização Mundial de Saúde

OS - Ordem de Serviço

SGDB - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SI - Sistemas de Informação

SIG - Sistemas de Informações Gerenciais

UASG - Unidade Administrativa de Serviços Gerais

FERNANDES, Ana Cecília Sá. **SISTEMA DE GERENCIAMENTO WEB PARA ENGENHARIA CLÍNICA: IMPLANTAÇÃO NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ONOFRE LOPES.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 53p., 2016.

RESUMO

O avanço tecnológico propiciou o surgimento de novas técnicas e novos produtos com o objetivo de melhorar a qualidade de vida do ser humano. A ampliação do parque tecnológico nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, através da aquisição de tecnologias com princípios de funcionamento cada vez mais complexos, tornou indispensável a presença de um profissional especializado, o Engenheiro Clínico. Por se tratar de um setor com fluxos de alta complexidade e que demandam cautela, o setor de Engenharia Clínica exige um controle eficaz de todos os dados provenientes desses fluxos de gerenciamento, tornando o uso de sistemas informatizados uma ferramenta necessária e útil. Nesse contexto, o trabalho em evidência consiste em modelar, desenvolver e implementar um *software* com o objetivo principal de promover a informatização e a centralização, em um único sistema *web*, de todos os processos e fluxos de gerenciamento que envolvem o setor de Engenharia Clínica do Hospital Universitário Onofre Lopes. Assim, foi modelada e desenvolvida uma plataforma *web* de gerenciamento que salva as informações cadastradas acerca dos equipamentos e das ordens de serviço do setor e que, posteriormente, deverá fornecer consultas para a geração de relatórios para análises. O desenvolvimento do sistema de gerenciamento possibilitou uma diminuição no tempo gasto com cadastro, consultas, análises, edição de dados e tornou o processo de gerenciamento menos complicado e mais fluido, além de ter organizado os dados de forma clara e simples. Espera-se que o HUOL não apenas tome conhecimento da existência desse sistema, mas também seja partícipe da aplicação do mesmo em todo o setor de Engenharia Clínica, e com a adesão de sua aplicação pelos profissionais da área, o trabalho tornar-se-á exitoso e alcançará, por sua vez, uma maior utilidade e eficácia.

Palavras-chave: Engenharia Clínica. Gerenciamento. Sistemas Informatizados. Hospital Universitário.

FERNANDES, Ana Cecília Sá. **WEB MANAGEMENT SYSTEM TO CLINICAL ENGINEERING: DEPLOYMENT ON THE ONOFRE LOPES UNIVERSITARY HOSPITAL.** Conclusion Work Project, Biomedical Enginnering Bachelor Degree, Federal University of Rio Grande do Norte, 53p., 2016.

ABSTRACT

Technological advances have generated new techniques and new products in order to improve the quality of life. The technology park expansion in Health Care Facilities, through the acquisition of technologies by complex operating principles, has made essential the presence of a skilled professional, a Clinical Engineer. Due to the fact that this sector is considered as high complexity streams which require caution, the Clinical Engineering sector demands a data effective control which comes from these management flows, making the use of computer systems a necessary and useful tool. This project consists in a modeling, development and implementation of a software which proposes computerization and centralization, in a single web system, of all management processes and flows that involve the Clinical Engineering department of the Onofre Lopes University Hospital. Based on this issue, it was modeled and developed a management *web* platform that saves the equipment and the industry work order registered information and, thereafter, will provide consultations to generate analysis report. The development of the management system has enabled a reduction in time spent during registration, query, analysis, data editing, also it's made the management process less complicated and more fluid, in addition to organizing the data more clearly and simply. It is expected that the HUOL not only notices the system existence but, also, turns to be a participant of the system application throughout the Clinical Engineering sector, besides of having the accession of its implementation by professionals, the work will become successful and reach greater utility and effectiveness.

Keywords: Clinical Engineering. Management. Computerised Systems. University Hospital.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Antunes (et al., 2002), a Engenharia Clínica (EC) tem papel fundamental na gestão de tecnologias voltadas para a área da saúde, englobando conhecimentos estratégicos e técnicas gerenciais com a finalidade de proporcionar mais confiabilidade tanto às pessoas que manuseiam essas tecnologias como àquelas que usufruem diretamente das mesmas. A EC também pode ser compreendida através da definição do profissional que a exerce, de acordo com a sua função. Para o *American College of Clinical Engineering* (ACCE), o Engenheiro Clínico é aquele 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 ao paciente.

Acresça-se a isso, o gerenciamento dos Equipamentos Médicos Hospitalares (EMH) pelo setor da Engenharia Clínica é um trabalho intenso, uma vez que conta desde o planejamento para aquisição de novos equipamentos que irão compor o parque tecnológico do Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS), até o recebimento e controle dos EMH que fizeram manutenção externa ao EAS. Também, é competência do setor, indicar, elaborar e controlar os contratos de manutenção preventiva e corretiva, contratos de garantia e gerenciar o inventário dos EMH.

Em se tratando da estrutura funcional do setor de EC do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL), pode-se afirmar que se subdivide em três segmentos: Oficina de Engenharia Clínica, que executa as manutenções corretivas e preventivas; Central de Equipamentos, responsável pelos empréstimos, transporte e instalação dos EMH; e Chefia do Setor de Engenharia Clínica, que solicita e gerencia as manutenções e todas as atividades referentes aos EMH (CONTRERAS, 2015). De forma resumida, a chefia solicita os serviços de manutenção aos EMH para que a oficina, juntamente com a central, execute o serviço solicitado. Diante disso, pode-se dizer que a chefia monitora e fiscaliza todas as atividades realizadas e que, de certa forma, gerencia todos os fluxos que interligam esses três segmentos.

Atualmente, o controle das informações pela chefia de EC do HUOL, no que se referem aos EMH, bem como às ordens de serviço (internas e externas) realizadas, é feito através de planilhas do *software* Excel, presente no pacote Office da Microsoft. Dentre as características das planilhas utilizadas, destacam-se:

- Não são integradas entre si. Dessa forma, os campos comuns a duas planilhas diferentes precisam ser atualizados manualmente em ambas as planilhas, aumentando o tempo gasto com cadastros;
- São cadastradas a nível local, ou seja, seu acesso fora dos computadores da chefia de EC não é possível. Vale ressaltar que nem mesmo a oficina de EC tem acesso ao controle das manutenções pelas ordens de serviço realizadas;
- São numerosas, fazendo com que o controle das mesmas torne o processo de gerenciamento mais demorado e custoso;
- Não possuem ferramentas automáticas para geração de relatórios e indicadores de controle e de qualidade, ou ainda um mecanismo de busca de equipamento pelo inventário, ferramentas primordiais para um fluxo de gerenciamento complexo e que, muitas vezes, exige cautela.

Diante desse cenário, foi identificada a necessidade da automatização de um sistema para abertura e controle das ordens de serviço, que engloba os chamados de manutenção e outros serviços prestados, além da realização de outras funções não existentes no setor até o momento, como a geração de relatórios.

Sendo assim, será possível promover a informatização e a centralização, em uma única plataforma *web*, até então fragmentadas em planilhas no Excel, de todos os processos de gerenciamento que envolvem o setor de EC do HUOL. O objetivo principal é tornar o controle dos fluxos de gerenciamento por parte da chefia de EC mais rápido, eficiente e o acesso mais viável e simples, permitindo, dessa forma, o acesso das informações tanto pela chefia como para os demais segmentos do setor de EC do HUOL.

Nesse sentido, o trabalho em evidência visa ao desenvolvimento de um sistema de unificação gerencial, no qual será possível:

- O cadastro de ordens de serviço, de contratos, de fornecedores, de novos equipamentos adquiridos;
- A geração de relatórios com informações de custos gerais (custo de equipamento parado, custo diário por leito parado, custo de acessórios/equipamento), qualidade (número de OS por mês, OS fechadas/abertas, reparos repetidos, total de OS por setor), tempo (tempo de equipamento parado, horas de manutenção corretiva, tempo médio entre falhas);

- O acesso a informações de inventário, contrato, tempo de garantia, tudo isso de forma fácil e simples.

O sistema será implantado e funcionará como um Caso de Uso no setor de Engenharia Clínica do HUOL. Serão analisados os benefícios gerados, os resultados esperados e obtidos e as possíveis modificações que poderão ser implementadas para melhorias no sistema.

Este trabalho encontra-se sistematizado, do ponto de vista estrutural, em capítulos intitulados: Introdução, Objetivos, Revisão Bibliográfica, Metodologia, Resultados e Discussões, e Conclusões, seguidos das Referências Bibliográficas. O primeiro capítulo, Introdução, corresponde à contextualização do problema e à proposta de solução para o mesmo. Já no capítulo Objetivos, são expostos os objetivos gerais e específicos esperados com este trabalho. O capítulo Revisão Bibliográfica traz a fundamentação teórica utilizada para o desenvolvimento da pesquisa. Em se tratando do capítulo Metodologia, o mesmo é voltado para a apresentação da metodologia utilizada para implementação do sistema - os parâmetros e as especificações técnicas. No capítulo Resultados e Discussões, podem ser observadas as telas do sistema proposto e as discussões acerca do que foi desenvolvido. Por fim, encontram-se no último capítulo as conclusões deste trabalho e sugestões de trabalhos futuros, seguido das Referências Bibliográficas utilizadas.

Espera-se uma compreensão sobre o sistema que está apresentado nesse projeto, que o HUOL não apenas tome conhecimento da sua existência, mas também seja partícipe da aplicação do mesmo em todo o setor de EC. Com a adesão de sua aplicação pelos profissionais da área, o trabalho tornar-se-á exitoso e alcançará, por sua vez, uma maior utilidade e eficácia.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Modelar, desenvolver e implementar um *software* cujo intuito principal é promover a informatização e a centralização, em uma única plataforma *web*, de todos os processos e fluxos de gerenciamento que envolvem o setor de Engenharia Clínica do Hospital Universitário Onofre Lopes. O sistema deverá salvar as informações cadastradas acerca dos equipamentos e das ordens de serviço e, posteriormente, irá fornecer consultas para a geração de relatórios de análises.

Com isso, será possível tornar o controle dos fluxos de gerenciamento por parte da chefia de EC mais rápido, eficiente e o acesso mais viável e simples, permitindo, dessa forma, o acesso das informações tanto pela chefia como para os demais segmentos do setor de EC do HUOL.

2.2. ESPECÍFICOS

Os aspectos concretos que serão abordados neste trabalho se baseiam em:

1. Levantar requisitos com o setor de EC do HUOL;

2. Modelar o banco de dados;

3. Implementar um sistema *web* dotado de:
   a) Módulo de autenticação para profissionais de EC do HUOL;
   b) Módulo de cadastros;
   c) Módulo de inventário;
   d) Módulo de ordens de serviço;
   e) Módulo de administração do sistema;
   f) Geração de relatórios.

4. Testar a aplicação no setor de EC do HUOL.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A ENGENHARIA CLÍNICA

Considerada pelo Ministério da Saúde como uma subárea da Engenharia Biomédica, a Engenharia Clínica atua diretamente nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde desenvolvendo atividades baseadas em métodos de engenharia e em conhecimentos de gerenciamento aplicados aos EMH (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002). Joseph Dyro citou em seu livro *The Clinical Engineering Handbook* que, dentro do complexo ambiente de um hospital moderno, a EC está preocupada não somente com o funcionamento dos EMH mas também com as interações entre os medicamentos, os procedimentos e os próprios EMH que comumente ocorrem. Tais interações devem ser compreendidas e geridas pela EC para que se possam garantir um cuidado efetivo e seguro do paciente (BRONZINO, 1995).

Ainda nesse contexto, Calil, Teixeira (1998) afirma que o avanço da tecnologia propiciou o surgimento de novas técnicas e novos produtos com o objetivo de melhorar a qualidade de vida do ser humano. A área da saúde tem sido beneficiada já que esse avanço tecnológico possibilitou mais precisão, rapidez e segurança nos procedimentos médicos. Diante desse cenário, a importância da EC ficou evidente devido o crescente vazio entre o conhecimento tecnológico aplicado e a implementação deste.

A ampliação do parque tecnológico nos EAS através da aquisição de tecnologias cada vez mais inovadoras, algumas com princípios de funcionamento bastante complexos, tornou indispensável a presença de um profissional especializado (FILHO; CALDAS; NETO, 2015). Cabe a ele a responsabilidade de gerenciar e assessorar o processo como um todo: desde a aquisição da tecnologia através do melhor custo-benefício, até o recebimento dos EMH que fizeram manutenção externa ao hospital. Em outras palavras, o alto valor agregado em EMH por conta do crescente avanço tecnológico, exigiu cada vez mais uma gestão especializada e de qualidade, dando espaço para uma introdução efetiva da EC no mercado de trabalho (SILVA; FERREIRA, 2015).

Diga-se que o destaque da EC dentro dos EAS também ocorre, pois, a mesma possibilita uma interface entre os processos de aquisição de novos equipamentos, os usuários e os pacientes. Portanto, é um elo necessário, visto que ela está no início, no meio e no fim de um processo de aquisição de novas tecnologias em saúde (ANTUNES et al., 2002).

É importante destacar também que a EC está em contato com diversos setores e estabelecimentos dentro do EAS, desde o próprio paciente, aquele que vai usufruir diretamente da tecnologia, até a administração hospitalar, assim como é ilustrado na Figura 1.

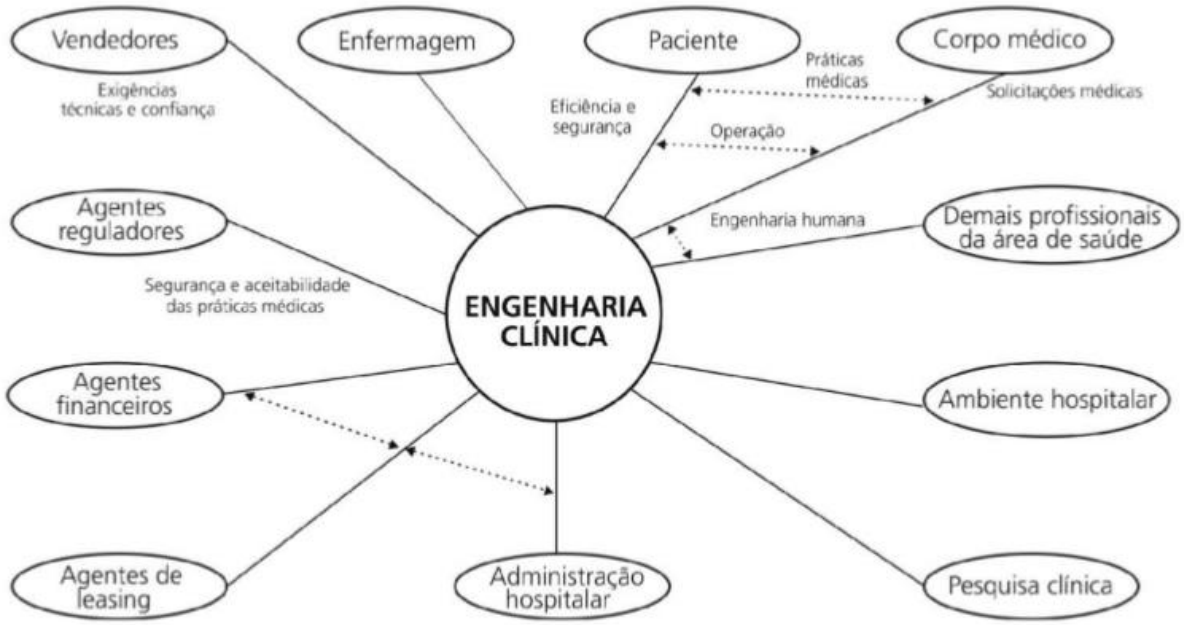

Figura 1 - Interações entre a EC e os demais setores de um EAS. Adaptado de: ANTUNES et al., 2002.

Através de uma pesquisa realizada no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU), é possível entender de forma quantitativa a importância da EC nos EAS. Dentre os resultados encontrados, destaca-se a redução de aproximadamente 20% nas manutenções corretivas e de cerca de 65% no montante global de gastos com contratos. A economia gerada pela gestão em EC, para a instituição, foi de aproximadamente 2 milhões de reais no ano estudado e a economia acumulada em um período de nove anos foi de 7,6 milhões de reais. Concluiu-se que a gestão em EC na instituição possibilitou uma redução significativa nos custos por meio da formação e capacitação de uma equipe própria, da redução dos custos com contratos e melhor planejamento das manutenções (SOUZA; MILAGRE; SOARES, 2012).

Diante da ascensão da importância da EC, algumas organizações têm tentado fornecer uma definição adequada para descrever o Engenheiro Clínico, aquele profissional diretamente relacionado à EC. Para o Colégio Americano de Engenharia Clínica (*American College of Clinical Engineering* - ACCE), o Engenheiro Clínico pode ser descrito como "aquele que aplica e desenvolve os conhecimentos de engenharia e práticas gerenciais às tecnologias de saúde, para proporcionar uma melhoria nos cuidados dispensados ao paciente". A definição que a Associação para o Avanço da Instrumentação Médica (*Association for the Advancement of Medical Instrumentation* - AAMI) originalmente aplica para embarcar profissionais certificados descreve um Engenheiro Clínico como sendo um profissional "que traz aos serviços de saúde facilidades a nível de educação, experiência e realização que lhe permitirá de forma responsável, eficaz e segurança gerenciar a interface com os dispositivos médicos, instrumentos, sistemas e usuário mesmo durante o atendimento ao paciente" (BRONZINO, 1995).

Já de acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Clínica (ABEClin), as principais atribuições de um Engenheiro Clínico nas EAS se baseiam em: dirigir, gerenciar, coordenar, supervisionar e orientar tecnicamente os serviços de Engenharia Clínica (ABEClin, 2016).

3.1.1 ATRIBUIÇÕES

É atribuída ao setor de Engenharia Clínica a responsabilidade por todos os procedimentos que envolvem os EMH, como por exemplo o acompanhamento de sua vida útil, participação do processo de licitação em caso de estabelecimentos públicos, fornecimento de treinamento aos usuários e aos técnicos de manutenção, gerenciamento dos contratos de Manutenção Corretiva (MC) e Manutenção Preventiva (MP), e avaliação da obsolescência dos EMH.

No que tange à solicitação de atendimentos de manutenção, ao ser identificado um problema de funcionalidade em algum EMH, o profissional responsável pelo setor solicitante entra em contato com o setor de EC de forma imediata. Esse contato para comunicar o ocorrido e solicitar a manutenção pode ser feito via telefone, via sistemas informatizados ou até mesmo pessoalmente, em casos mais urgentes. A partir daí é aberto um chamado de manutenção corretiva e só então os técnicos responsáveis se dirigirem ao local solicitado.

Dando continuidade ao fluxo da solicitação de manutenção, a mesma pode ou não ser feita pelo técnico ou por alguém da equipe de EC. Isso só ocorrerá caso o equipamento não tenha contratos de manutenção, não esteja na garantia e sua manutenção possa ser

realizada internamente. Se o serviço for realizado por alguém da equipe, será preenchida uma Ordem de Serviço (OS) para fins de controle, indicando o serviço realizado, o equipamento, por quem foi realizado, a data de realização, dentre outras informações necessárias. Após o preenchimento da OS, o chamado é cadastrado como finalizado e resolvido. O controle das OS e o controle de chamados, podem ser feitos de três formas diferentes: manualmente, em planilhas do Excel ou em sistema informatizados e personalizados de acordo com as demandas de cada EAS.

Outra importante atribuição do setor é a elaboração de rotinas de manutenção e cronogramas de manutenções preventivas – conjunto de operações tais como inspeção geral, troca de peças e acessórios, lubrificação, calibração, testes de desempenho e de segurança para se aumentar a vida útil do equipamento e a segurança oferecida pelo mesmo. O cronograma de manutenções é baseado nas recomendações do fabricante do equipamento, quando existentes, que por sua vez devem estar de acordo com as rotinas pré-estabelecidas pelos órgãos de fiscalização (MEDEIROS, 2015).

Também, é de competência do setor, o cadastro dos equipamentos adquiridos e o controle da saída e entrada dos mesmos para manutenções externas e para outras finalidades. Conhecido como inventário do EAS, a manipulação e a consulta dessa listagem de EMH do EAS pode ser feita através de planilhas do Excel ou através de sistema informatizados e personalizados para cada estabelecimento. Na maioria dos casos, esses sistemas englobam tanto o cadastro e controle de chamados de manutenção como de OS e do inventário. Em alguns casos, englobam também o cadastro de contratos de manutenção, de empresas prestadoras de serviços e de cronogramas de manutenções corretivas e preditivas.

3.1.2 A ENGENHARIA CLÍNICA NO HUOL

A estrutura funcional do setor de Engenharia Clínica do Hospital Universitário Onofre Lopes subdivide-se em três segmentos: Chefia do Setor de Engenharia Clínica, Central de Equipamentos e Oficina de Engenharia Clínica/Técnicos de Manutenção, podendo-se afirmar que a Chefia é responsável por todos os fluxos de gerenciamento que interligam as três subdivisões.

Segundo o Plano de Gerenciamento de Equipamentos e Procedimentos Operacionais por Contreras (2015), as principais atribuições da chefia baseiam-se em:

- Coordenar os serviços de manutenção dos EMH;
- Gerenciar os Recursos Humanos do setor de EC;
- Encaminhar processos de aquisição de materiais/contratação de serviços do setor de EC;
- Garantir o funcionamento adequado e seguro das instalações físicas e dos equipamentos instalados no hospital;
- Exigir dos técnicos resolutividade das solicitações de manutenção recebidas;
- Supervisionar as atividades dos técnicos e executar/acompanhar o serviço quando necessário;
- Relacionar pedidos de material, acessórios e peças de reposição para garantir eficiência e continuidade no funcionamento dos EMH;
- Elaborar e garantir o plano de manutenção preventiva nos equipamentos críticos conforme programado;
- Elaborar parecer técnico de equipamentos;
- Informar à Divisão de Logística e Infraestrutura os equipamentos, sistemas e instalações necessários e pertinentes para a execução das atividades, sugerindo a solução mais adequada e economicamente viável.

Ainda de acordo com o Plano de Gerenciamento de Equipamentos e Procedimentos Operacionais por Contreras (2015), as principais atribuições da Oficina de Engenharia Clínica/Técnicos de Manutenção em EMH baseiam-se em:

- Executar as manutenções corretivas e preventivas no âmbito da Engenharia Clínica;
- Executar todas as ações de segurança e biossegurança no decorrer das atividades;
- Informar à chefia de Engenharia Clínica os casos em que seja necessária a contratação de serviços externo de manutenção;
- Informar à chefia de Engenharia Clínica os casos em que ocorreram eventos adversos/quebra por utilização inadequada dos equipamentos;
- Documentar a execução dos serviços técnicos (manutenções, instalações, etc.) nos formulários específicos bem como no software de manutenção do Hospital (MV 2000 Sistemas);
- Responsabilizar-se pela boa conservação da estrutura física, equipamentos e ferramentas utilizadas na execução das atividades.

Já a Central de Equipamentos, por Contreras (2015), fica responsável por:

- Realizar empréstimos de equipamentos dos equipamentos disponíveis aos diversos setores solicitantes do HUOL;
- Fazer o transporte adequado e posterior instalação de equipamentos para uso nos setores solicitantes;
- Realizar atendimento e manutenções nos horários em que não há técnico da engenharia clínica;
- Executar todas as ações de segurança e biossegurança no decorrer das atividades;
- Informar à chefia de Engenharia Clínica os casos em que seja necessário atendimento de técnico especializado;
- Realizar manutenções preventivas programadas.

Os processos internos de gerenciamento da Engenharia Clínica baseiam-se, primordialmente, nas ordens de serviço e nos EMH associados a essas ordens. Para manutenções corretivas, após receber solicitação de atendimento pelo setor - solicitação pode ser feita pelo sistema MV 2000 controlada pela chefia ou por telefone diretamente na oficina para os casos mais simples - o técnico se desloca até o setor e identifica o EMH. A partir daí é identificada a necessidade de manutenção ou não. Caso não seja, o técnico faz as orientações, os ajustes necessários e encerra o chamado. Se for necessária a manutenção, será analisado se a mesma pode ser executada ou não, dependendo se o EMH tiver contrato de garantia ou de manutenção.

Caso tenha o contrato, é aberta uma Ordem de Serviço Externa para a empresa responsável (fabricante, representante autorizado ou empresa credenciada para manutenção) que devidamente efetivará a manutenção no equipamento. Se não houver contrato e o técnico não possa realizar a manutenção, a prioridade será para enviar o EMH ao representante autorizado ou empresa credenciada pelo fabricante, que deverá ser solicitado orçamento de manutenção corretiva, para posterior aprovação e solicitação junto à Divisão de Infraestrutura e Logística Hospitalar.

Na possibilidade de não haver contrato e o técnico poder executar a manutenção, é aberta uma Ordem de Serviço Interna e se avalia: é necessário adquirir peças ou componentes? Caso sim, o técnico solicita peças e/ou acessórios necessários e, quando disponível, realiza a manutenção, os testes de desempenho e finaliza o chamado. Se não

houver necessidade de peças, realiza-se direto a manutenção e finaliza-se o chamado. Através do fluxo, ilustrado na Figura 2, é possível visualizar de forma mais dinâmica o fluxo de gerenciamento para manutenções realizado no setor de EC do HUOL.

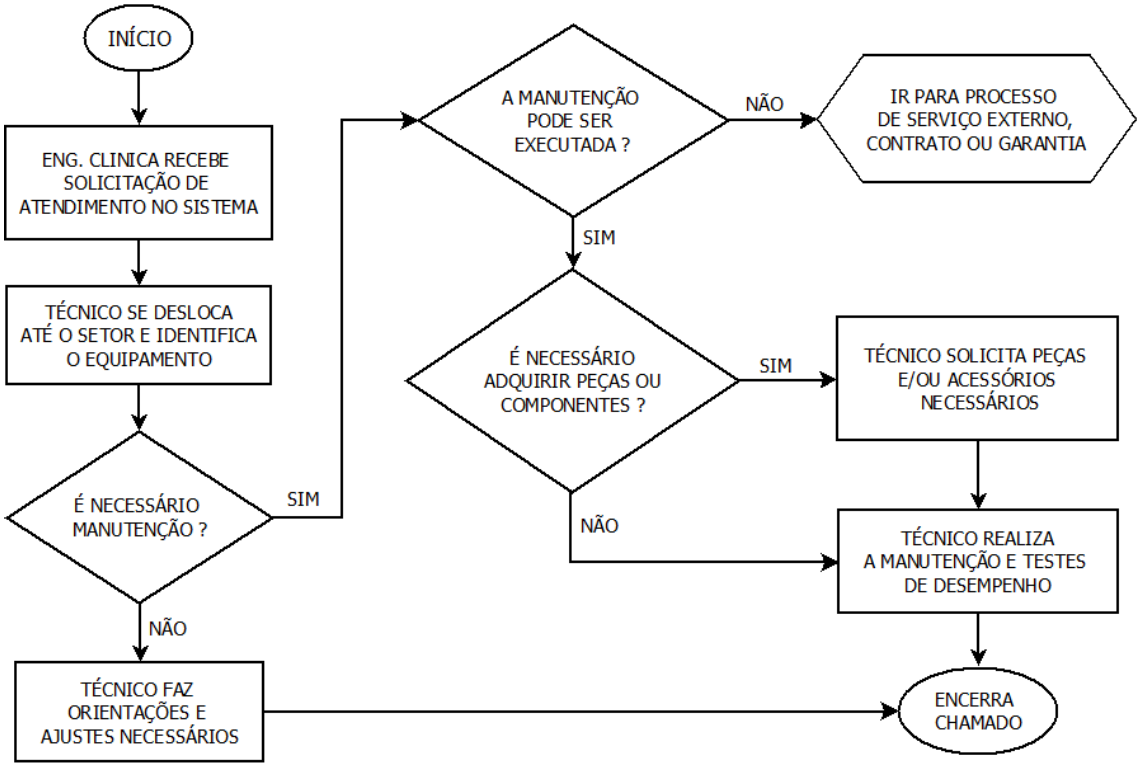

Figura 2 - Fluxograma de abertura de chamados de manutenção no HUOL. Adaptado de: CONTRERAS, 2015.

Nos tempos atuais, o controle das informações pela chefia de EC do HUOL, no que se referem aos EMH, bem como às Ordens de Serviço (internas e externas) realizadas, são feitas através de planilhas do *software* Excel, presentes no pacote Office da Microsoft. Dentre as características das planilhas utilizadas, destacam-se:

- Não são integradas entre si, então campos comuns a duas planilhas diferentes precisam ser atualizados manualmente em ambas planilhas, aumentando o tempo gasto com cadastros;
- São cadastradas a nível local, ou seja, seu acesso fora dos computadores da chefia de EC não é possível. Nem mesmo a oficina de EC tem acesso ao controle das manutenções pelas ordens de serviço;

- São numerosas, fazendo com que o controle das mesmas torne o processo de gerenciamento mais demorado e custoso;
- Não possuem ferramentas automáticas para geração de relatórios e indicadores de controle e de qualidade ou ainda um mecanismo de busca de equipamento pelo inventário, ferramentas primordiais para um fluxo de gerenciamento complexo e que, muitas vezes, exige cautela.

3.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS

Um Sistema de Informação (SI) é uma entidade sócio técnica que junta, armazena, processa e disponibiliza informação relevante para uma organização de modo a torná-la acessível e útil para quem a deseje e possa utilizar (MIRANDA, 2010). Pode-se dizer ainda que o principal benefício proporcionado pela tecnologia aos Sistemas de Informação é a habilidade de processar um enorme volume de dados e informações, simultaneamente, tornando a disponibilização destas, praticamente imediata. Contudo, toda essa potencialidade nada resolverá se os sistemas (rotinas, processos, métodos) não permanecerem muito bem analisados e coordenados (JUNGER, 2015).

Oliveira (2008), define os Sistemas de Informações Gerenciais (SIG) como sistemas que transformam dados avulsos em informações úteis que auxiliam nos processos decisórios da empresa. Com esse tipo de sistema, o gestor pode se firmar numa base sólida de administração para coletar informações e tomar as melhores decisões possíveis, objetivando sempre maximizar os benefícios e minimizar os prejuízos (EICHSTAEDT; DEGENHARDT, 2009).

Ainda de acordo com Oliveira (2008), os SIG tornam-se indispensáveis pois, na grande maioria das empresas que utilizam Sistemas de Informação, há muitos dados que estão à disposição, mas são dados que por si não podem ser utilizados no processo de tomada de decisões. Para isso acontecer, tais dados precisam antes passar por um processo de conversão e de transformação, fazendo com que se tornem efetivamente informações. É neste processo que os SIG atuam: compilam os conjuntos de dados em informações processadas que serão utilizadas nas tomadas de decisões. O fluxograma de um SIG pode ser ilustrado na Figura 3.

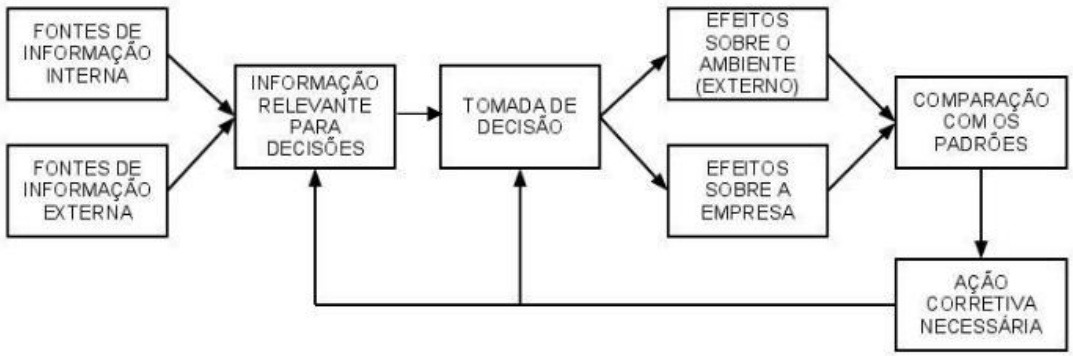

Figura 3 - Fluxograma dos SIG. Fonte: OLIVEIRA, 2008.

Ainda é afirmado por Oliveira (2008), que os SIG, sob determinadas condições, trazem como principais benefícios para as empresas as seguintes questões:

- Redução de custos das operações;
- Melhoria no acesso às informações propiciando relatórios mais precisos e rápidos, com menor esforço;
- Melhoria na produtividade, tanto setorial quanto global;
- Melhoria nos serviços realizados e oferecidos;
- Melhoria na tomada de decisões, por meio do fornecimento de informações mais rápidas e precisas;
- Melhoria na estrutura organizacional, por facilitar o fluxo de informações;
- Otimização na prestação dos seus serviços aos clientes;
- Redução da mão-de-obra burocrática.

A implantação dos SIG acaba sendo uma necessidade para as diversas organizações e setores já que traz consigo diversas facilidades de operação e de organização dos dados armazenados. Essas funcionalidades, na nossa atualidade, são imprescindíveis visto que num cenário onde o tempo está cada vez mais escasso, quanto mais automatizado e informatizados forem os sistemas de controle de dados para tomada de decisões, mais benefícios eles trarão para seus setores de aplicação (MIRANDA, 2010).

3.2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS NA ENGENHARIA CLÍNICA

A Organização Mundial de Saúde (OMS) definiu em uma série técnica sobre dispositivos médicos que um Sistema de Gestão de Manutenção Computadorizada (*Computerized Maintenance Management System* - CMMS) é um *software* para computador que contém uma base de dados repleto de informações sobre todas as operações de manutenção do EAS (WHO, 2011), ou seja, todas as atividades relacionadas às ordens de serviço internas de um EAS.

O CMMS é usado para automatizar a documentação das atividades relacionadas com dispositivos médicos, incluindo o planejamento do EMH, a gestão de inventário, os procedimentos de manutenções preventivas e corretivas, o controle de peças de reposição, os contratos de serviço, dentre outros. Os dados coletados podem ser analisados e utilizados para a gestão da tecnologia, garantia de qualidade, controle de ordens de serviço e orçamentação do EMH (WHO, 2011). As funcionalidades básicas de um CMMS podem ser ilustradas através da Figura 4.

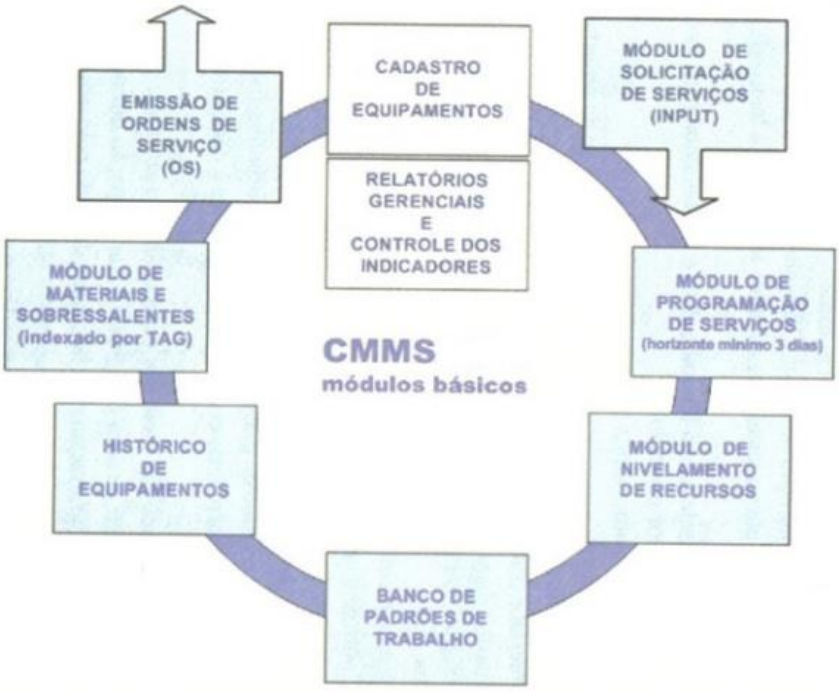

Figura 4 - Funcionalidades básicas de um CMMS. Fonte: Kardec & Nascif, p.92, 2009.

Ainda, segundo a OMS, o CMMS é composto de campos, tabelas e módulos preenchidos com dados do setor de EC. Usando um CMMS, tais dados podem ser acessados, manipulados e analisados por meio de interfaces amigáveis - o *software*. "Cada vez é mais difícil que um sistema de planejamento e controle da manutenção trabalhe sem o auxílio de um *software*, diante do volume de informações a serem processadas e recursos a serem geridos. Os controles manuais são ineficazes, acarretando atrasos e pobreza da qualidade dos dados fornecidos para a tomada de decisão gerencial" (VIANA, 2002). Os relatórios podem ser gerados a partir do sistema para ajudar a tomar decisões acerca dos EMH, além de servirem como base para o levantamento de indicadores de desempenho e de qualidade.

A estrutura de um CMMS baseia-se basicamente em três partes, sendo a primeira delas os campos e as tabelas. Um campo é um único pedaço de informação acerca de um objeto, como por exemplo: o campo Número de Série (NS) ou o campo Fabricante do objeto Equipamento. Uma tabela é uma coleção de campos relacionados ao mesmo objeto em questão, como por exemplo, a tabela Equipamento que contém todos os campos com os dados referentes àquele EMH em específico.

A segunda parte baseia-se nos módulos do CMMS, ou melhor explicando, em um conjunto de tabelas e telas de dados. Por exemplo, o módulo Inventário contém todas as tabelas referentes aos EMH, como a tabela de Equipamento, a tabela de Saída de Equipamento, dentre outras.

A terceira e última parte são as buscas e os relatórios. A busca permite ao usuário adicionar, recolher e analisar os dados a partir de uma seleção de campos, tabelas e módulos. Já os relatórios gerados podem ser pré-definidos através de padrões ou podem ser personalizados para uma aplicação ou uso particular (WHO, 2011).

Em suma, pode-se dizer que um CMMS por ser entendido como um Sistema de Informação Gerencial voltado para a Engenharia Clínica. São considerados SIG já que transformam dados avulsos em informações úteis que auxiliam nos processos decisórios e são voltados para a Engenharia Clínica porque os dados inseridos estão relacionados com EMH e suas rotinas de manutenções.

3.3 DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS WEB

Uma aplicação *web* consiste em um conjunto de páginas *web* que interagem com o usuário, provendo, armazenando e processando informações (SOUZA, 2007). A

arquitetura básica de uma aplicação *web* é composta por dois atores principais: o usuário e o servidor. A função do servidor *web* é receber uma solicitação (requisição) e devolver (resposta) algo para o usuário. Tal solicitação é feita através do *browser* ou navegador, que recebe a solicitação do usuário e envia para o servidor, que por sua vez processa a informação e envia instruções de volta pelo mesmo *browser*. A interface entre o *browser* e o usuário é feita através de *softwares*. Nesse contexto, no âmbito da arquitetura de *software*, existem duas camadas que costumam ter maior relevância, sendo estas o *front-end* e o *back-end* (DANTAS, 2016).

Continuando com Dantas (2016), o *front-end* é uma abstração para algumas funções do *software* que terão como objetivo a interação direta com o usuário. Já o *back-end* é a abstração que processa as informações para o *front-end*. O código do *front-end* é interpretado pelo navegador, enquanto que o código do *back-end* pela máquina que exerce a função de servidor da aplicação. As linguagens de código padrões para *front-end* são HTML, CSS e *JavaScript*. Pode-se apontar algumas linguagens de *back-end* como: *Python*, *Java*, PHP, *Ruby*, dentre outros.

3.3.1 FRONT-END

Segundo Stefanini (2016), enquanto o HTML (*HyperText Markup Language* ou Linguagem de Marcação de HiperTexto) é a linguagem de publicação utilizada para estruturar conteúdos, o CSS (*Cascading Style Sheets*, ou Folhas de Estilo em Cascata) é a linguagem responsável pela aparência da página, como o posicionamento dos elementos, cores e tudo que torne o site mais visualmente agradável para a navegação.

Por fim, o *JavaScript* é uma linguagem dinâmica utilizada para controlar o HTML e o CSS, manipulando comportamentos na página *web* criada. Eventos como recarregar uma página *web* ou exibir algum formulário, dependendo de alguma ação do usuário, são controladas pelo *JavaScript*.

3.3.2 BACK-END

Partindo para os códigos de *back-end*, o *Python*, citado anteriormente, é uma linguagem de altíssimo nível (em inglês, *Very High Level Language*) orientada a objeto, de tipagem dinâmica e forte, interpretada e interativa (BORGES, 2010). Destaca-se também sua sintaxe clara e concisa, que favorece a legibilidade do código fonte, tornando a linguagem mais produtiva e permitindo que o programador possa focar no problema

ao invés de se preocupar com a sintaxe e estrutura da linguagem de programação (DANTAS, 2016).

Ainda nesse contexto, um *framework* é um conjunto de componentes e de códigos que ajuda a desenvolver sites de forma mais rápida e mais fácil. Um *framework* para *web* muito utilizado é o *Django*, de alto nível escrito em *Python* que estimula o desenvolvimento rápido e limpo (Django Project, 2016). Seu desenvolvimento é modelado de acordo com o princípio DRY – *Don't Repeat Yourself*, evitando ao máximo códigos duplicados e fazendo com que o desenvolvimento da aplicação seja mais ágil e eficiente.

Dentre outros *frameworks*, o *Django* se destaca por complementar uma característica do *Python* conhecida como *batteries included*. Isto é, ele possui uma coleção de recursos que auxiliam o desenvolvimento de *softwares*, quebrando problemas complexos em tarefas mais triviais cujas soluções o *framework* já oferece por padrão (DANTAS, 2016).

O padrão de desenvolvimento do *Django* baseia-se no padrão MVC (*Model – View – Controller*), sendo a camada *Model* responsável pelo banco de dados, a camada *View* pela interface do sistema e a camada *Controller* pelas regras de negócio.

Apesar de ser um *framework* MVC, o *Django* denomina a camada *Controller* de "*View*" e a *View* de "*Template*", ou seja, torna-se o padrão MTV (*Model – Template – View*). Sendo assim, na arquitetura MTV, o *Controller* não é responsável pela lógica do negócio e sim pelo funcionamento do sistema, cabendo essa função à camada *View*. Já a interface fica a cargo da camada *Template*. Uma representação gráfica do padrão de desenvolvimento do *Django* pode ser ilustrada na Figura 5. Essa separação tem como objetivo o desacoplamento da lógica entre essas camadas, de maneira que cada uma delas pode ser modificada sem alterar o funcionamento das outras.

Um componente *back-end* também bastante importante é o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) – do inglês *Data Base Management System* (DBMS), responsável por conter os dados geridos pelo sistema. Dentre alguns modelos existentes, destacam-se: PostgreSQL, MySQL, SQLite, Oracle e Microsoft SQL Server (DANTAS, 2016). É importante destacar que o SQLite é o SGBD que já vem incluso no *framework Django*, não sendo preciso fazer sua manipulação manual durante os testes para desenvolvimento de projetos.

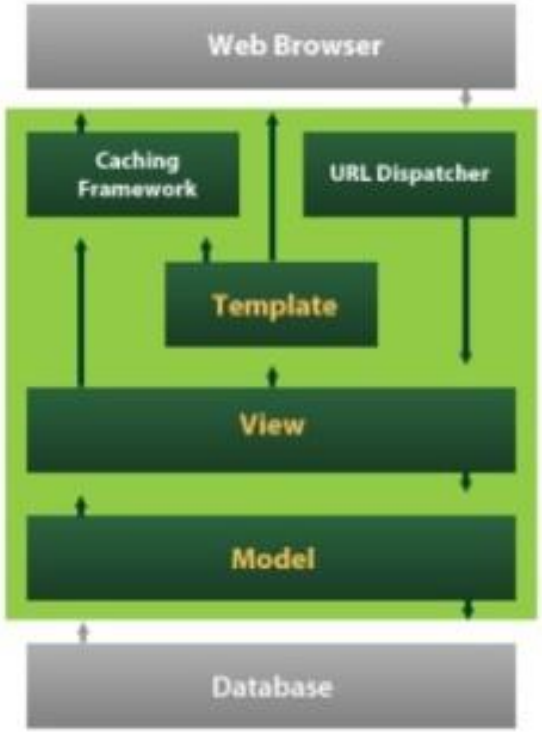

Figura 5 - Padrão de desenvolvimento *Django*. Adaptado de: *Django Project*, 2016.

4. METODOLOGIA

A proposta deste trabalho foi a de modelar e desenvolver um *software* cujo intuito principal foi a de promover a informatização e a centralização, em uma única plataforma *web*, de todos os processos de gerenciamento que envolvessem o setor de Engenharia Clínica do Hospital Universitário Onofre Lopes. A fim de projetar um sistema de gerenciamento, foi necessário criar um modelo que atendesse a real necessidade do setor, ou seja, um sistema que possibilitasse o controle organizado das informações.

O levantamento dos requisitos, a modelagem do sistema e o desenvolvimento da plataforma ocorreram mediante encontros semanais no setor de EC do HUOL, em que os presentes - Rafael Cavalcanti Contreras, Engenheiro Clínico do setor, e Ícaro Fernando Fonsêca Braga, servidor terceirizado do setor, avaliaram os avanços do sistema e sugeriram possíveis modificações para o aprimoramento do mesmo.

Neste capítulo, são apresentados os detalhes sobre o sistema e seu desenvolvimento. Na seção 4.1, o sistema é descrito através da sua arquitetura, de forma geral, de maneira que os módulos são individualmente detalhados. Já na seção 4.2, é feita uma abordagem acerca do uso dos dados cadastrados, através da geração de relatórios e indicadores de referência. Por último, na seção 4.3, são expostas as tecnologias utilizadas para desenvolver o sistema.

4.1 PARÂMETROS DO SISTEMA

Com a finalidade de obter as informações necessárias para o desenvolvimento do sistema de gerenciamento da EC, utilizou-se como estudo de caso os dados que o setor de EC do HUOL utilizam para o controle dos fluxos de gerenciamento que se referem ao inventário dos EMH e às ordens de serviço realizadas.

Tomando como base a arquitetura de um CMMS, a arquitetura padrão mais recentemente desenvolvida e por isso a utilizada, descrita na seção 3.2.1, o sistema é dotado de três módulos para inserir informações no banco de dados, sendo eles: Cadastros, Inventário e Ordens de Serviço. O módulo Cadastros conta com as seguintes tabelas: Fornecedores, Contratos e Aquisição. O módulo Inventário conta com o cadastro da tabela de Equipamentos e o módulo Ordens de Serviço com as tabelas de Ordem de Serviço Externa, Ordem de Serviço Externa e Saída de Equipamentos. O sistema ainda conta com os módulos de Autenticação e Administração. Por meio da Figura 6, é possível

ilustrar os módulos do sistema e suas respectivas relações. Ainda de acordo com a arquitetura CMMS, será possível, através do sistema, a consulta de dados e a geração de relatórios.

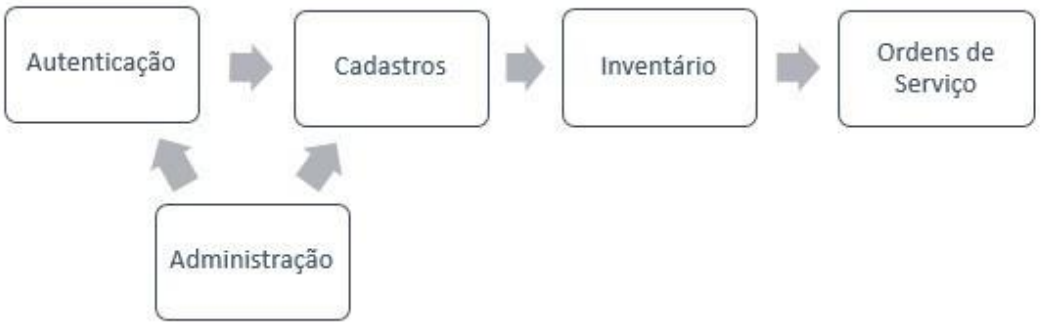

Figura 6 - Esquema da arquitetura dos módulos do sistema

Através da Figura 7, é possível visualizar os módulos do sistema, suas respectivas tabelas e ligações. O termo <<extend>> significa dizer que a tabela só será cadastrada caso tenha uma tabela anterior associada a ela. Já o termo <<include>> significa que a geração de relatórios será feita de acordo com a inclusão de equipamentos ou de ordens de serviço como parâmetros. Cada elipse representa o cadastro de uma tabela, juntamente com a consulta dos dados inseridos. O profissional que irá controlar o sistema está representado pelo ator: Profissional de EC, e o ator Administrador terá acesso ao cadastro dos dados, consulta e, exclusivamente a ele, é dada a permissão de exclusão dos dados inseridos.

De acordo com a Figura 8, é possível observar a interação entre todas as tabelas que compõe os módulos do sistema, bem como seus campos de cadastro e os tipos dos dados inseridos nesses campos. Cada retângulo representa uma tabela e cada linha do retângulo um campo associado à tabela. A expressão <<enumeration>> significa que o campo é do tipo escolha, ou seja, as opções mostradas no retângulo equivalem às opções de escolha disponíveis para o usuário.

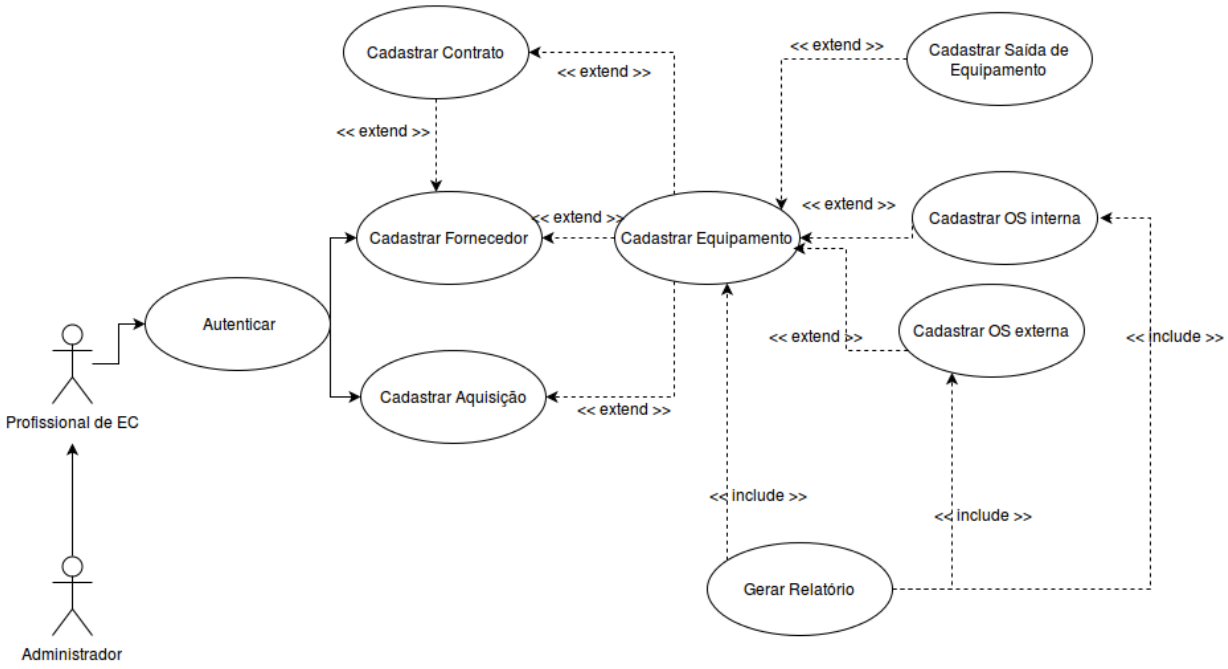

Figura 7 - Diagrama dos casos de uso do sistema

4.1.1 MÓDULO DE AUTENTICAÇÃO

O módulo de autenticação é o responsável por permitir o acesso ao sistema por parte dos profissionais do setor de EC do HUOL. Nele, estão inclusas as ações de *login* e *logout*, além de técnicas de segurança para preservar o sistema de possíveis ataques como CSRF, um ataque que se aproveita de um usuário conhecido ao sistema para enviar comandos não autorizados por este usuário (DANTAS, 2016).

Esse módulo é um componente incluso do próprio *Django*. Embora o autor pudesse realizar suas próprias implementações dos conhecidos algoritmos na área de segurança, os componentes do *Django* que realizam essas tarefas são testados há anos por diversos websites na internet (Django Project, 2016). Desse modo, seria incoerente e até arriscado, do ponto de vista de segurança tentar implementar estes algoritmos (DANTAS, 2016).

4.1.2 MÓDULO DE CADASTROS

Através desse módulo, são inseridos no SGDB os cadastros das tabelas Fornecedores, Contratos e Aquisição que servem de base para os cadastros dos módulos principais de Inventário e de Ordens de Serviço. Apesar dos demais módulos também realizarem cadastros, o nome foi determinado, através de uma sugestão do setor, como

“Cadastros” por logística do fluxo, já que são cadastros-base que antecedem a abertura de chamados de manutenção e de inserção de equipamentos no inventário.

Os campos da tabela Aquisição são cadastrados antes do cadastro do equipamento visto que cada aquisição pode englobar mais de um equipamento. Tais campos de cadastro baseiam-se em: número do processo, valor da aquisição, taxa de depreciação, número da nota fiscal, número do pregão, ano do pregão e UASG. Todos relacionados aos dados da aquisição de uma compra pra determinados equipamentos.

Os campos da tabela Contrato, assim como os campos da tabela Aquisição, também são cadastrados antes do cadastro do equipamento, pelo mesmo motivo descrito anteriormente. Esses campos baseiam-se em: número do contrato, início da vigência do contrato, fim da vigência do contrato, dados do fornecedor, cobertura, manutenção, periodicidade, valor global e valor mensal. Todos relacionados aos dados do contrato de compra ou de garantia pra determinados equipamentos.

Já os campos da tabela Fornecedor baseiam-se em: razão social, nome fantasia, CNPJ, e-mail, telefone, contatos na empresa e site. É possível visualizar de forma clara todos campos, descritos anteriormente através da Figura 8.

4.1.3 MÓDULO DE INVENTÁRIO

Por meio do inventário dos EMH, é possível definir o âmbito de atuação da Engenharia Clínica. Neste módulo, são registrados os seguintes campos da tabela Equipamento: nome do equipamento, fabricante, modelo, origem do patrimônio, número do patrimônio, número de série, localização (setor), status (escolher dentre as opções: manutenção, ativou ou desalinhado), integridade física, classificação da função do equipamento, classificação do risco de uso na aplicação clínica, classificação da necessidade ou requisito de manutenção, ano de fabricação, data de aquisição, registro Anvisa, acessórios, data de garantia, manuais, dados da aquisição e dados do contrato.

Os campos dados da aquisição e dados do contrato têm como chave estrangeira o número do processo de aquisição e o número do contrato, respectivamente. Uma chave estrangeira funciona como um campo que estabelece o relacionamento entre duas tabelas. Sendo assim, após inserir o número do processo de aquisição (tabela Aquisição) no campo dados da aquisição (tabela Equipamento), o sistema automaticamente puxa do banco de dados todos os campos ligados àquela aquisição e associa ao EMH que está sendo cadastrado. Da mesma forma, acontece com o campo dados do contrato (tabela

Equipamento) quando, após inserir o número do contrato (tabela Contrato), associa-se automaticamente todos os dados de contrato ao EMH que está sendo cadastrado.

Em se tratando dos dados: classificação da função do equipamento, classificação do risco de uso na aplicação clínica, classificação da necessidade ou requisito de manutenção, é possível fazer o cálculo automático pelo sistema da Gestão de Equipamento (GE) e, dependendo do valor calculado, pode-se definir se o equipamento será ou não incluído no inventário. O critério de inclusão do EMH será baseado no risco, associado ao seu uso. Serão incluídos no programa os EMH cujo índice GE for igual ou superior a 12.

Equação 1 – Cálculo Índice Gestão de Equipamento

$$GE = FE + RI + RM, \text{onde:}$$

GE = Índice Gestão de Equipamento
FE = Função do Equipamento (Tabela 1);
RI = Risco de Uso na Aplicação Clínica (Tabela 2);
RM = Necessidade ou Requisito de Manutenção (Tabela 3).

Tabela 1 – Pontuação da Função do Equipamento

Descrição da Função	Pontuação
Suporte à vida	10
Cirurgia e cuidados intensivos	9
Terapia física e tratamento	8
Monitoramento cirúrgico ou intensivo	7
Monitores fisiológicos/Diagnóstico imagem	6
Laboratório analítico	5
Acessórios de laboratório	4

Sistemas computacionais e equipamentos associados	3
Outros equipamentos relacionados	2

Tabela 2 – Pontuação do Risco de Uso na Aplicação Clínica

Descrição do Risco de Uso	**Pontuação**
Possibilidade de morte do paciente	5
Possibilidade de lesão ao usuário ou paciente	4
Terapia inapropriada ou falso diagnóstico	3
Danos ao equipamento	2
Não há riscos significativos	1

Tabela 3 – Pontuação da Necessidade ou Requisito de Manutenção

Necessidade de Manutenção	**Pontuação**
Extensiva: calibração de rotina e substituição de peças	5
Acima da média	4
Média: verificação de desempenho e testes de segurança	3
Abaixo da média	2
Mínimo: inspeção visual	1

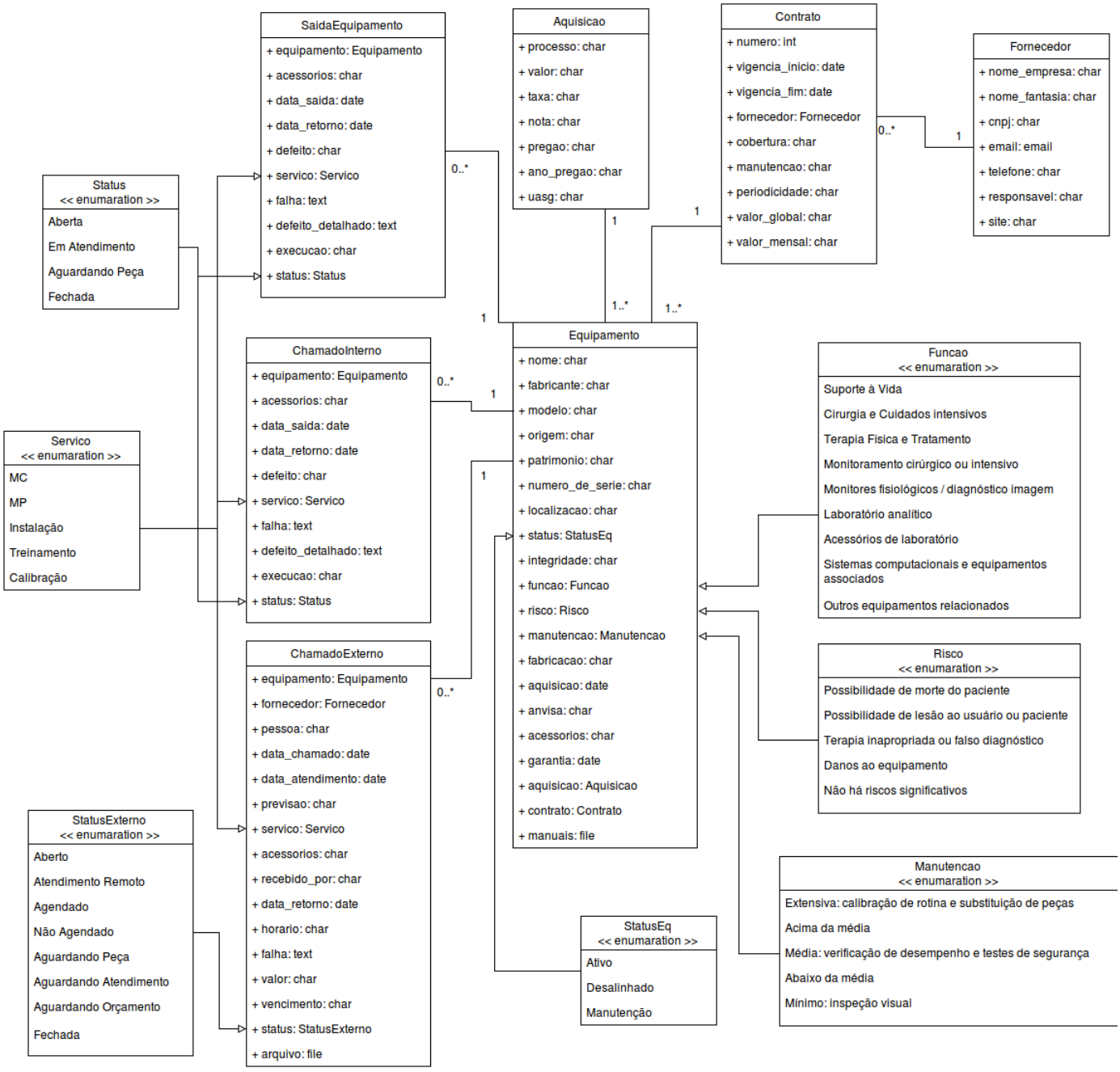

Figura 8 - Diagrama de relacionamento das tabelas e seus respectivos campos do sistema

4.1.4 MÓDULO DE ORDENS DE SERVIÇO

As ordens de serviço são solicitações de serviços de manutenção para os equipamentos cadastrados no inventário. A diferença entre a OS interna e a externa é que um serviço externo é solicitado somente se o equipamento tiver contrato ou estiver na garantia. Para os demais casos, solicita-se a OS interna.

Neste módulo, são registrados os campos das ordens de serviço internas, externas e de saída de equipamento. Os campos referentes às ordens de serviço internas baseiam-se na tabela com os seguintes campos: equipamento, acessórios do equipamento, data de saída do equipamento, data de retorno, defeito relatado, serviço solicitado (escolher dentre as opções: MP, MC, instalação, treinamento ou calibração), falha apresentada, descrição detalhada da falha, execução do serviço, status (escolher dentre as opções: aberta, em atendimento, aguardando peça ou fechada). Por meio dos campos data de saída e data de retorno, é possível fazer o cálculo automático das horas técnicas, isto é, calcular o número de dias entre a saída do equipamento e seu retorno e transformar esse valor em horas.

Em se tratando dos campos referentes às ordens de serviço externas, pode-se dizer que baseiam-se em: equipamento, dados do fornecedor, pessoa de contato, data do chamado, serviço solicitado (escolher dentre as opções: MP, MC, instalação, treinamento ou calibração), data do atendimento, previsão de entrega, acessórios, recebido por, data de devolução, horário, falha relatada, serviço realizado, valor, vencimento da garantia, status (escolher dentre as opções: aberto, atendimento remoto, agendado, não agendado, aguardando peça, aguardando atendimento, aguardando orçamento ou finalizado) e arquivo. Os campos de tempo atendimento e de tempo parou são calculados através dos campos data do chamado + data do atendimento para tempo atendimento e data do chamado + data de devolução para campo tempo parou. É possível fazer o cálculo das horas, calculando o número de dias entre as datas descritas e transformando esse valor em horas.

Vale salientar que, também se engloba nesse módulo, a tabela Saída de Equipamento com os seguintes campos: equipamento, acessórios do equipamento, data de saída do equipamento, data de retorno, defeito relatado, serviço solicitado (escolher dentre as opções: MP, MC, instalação, treinamento ou calibração), falha apresentada, descrição detalhada da falha, execução do serviço, status (escolher dentre as opções: aberta, em atendimento, aguardando peça, fechada).

Os campos são semelhantes aos campos da tabela OS interna, mas as tabelas se diferem porque em alguns casos o setor empresta equipamento ou manda equipamento sem contrato pra averiguar os problemas e a partir daí fazer licitação pra consertar, casos que não geram uma ordem de serviço mas que precisam ser registradas no sistema por motivos de controle.

4.1.5 MÓDULO DE ADMINISTRAÇÃO

O módulo de administração tem influência sobre todos os outros módulos do sistema, pois permite que se criem novos usuários e que se atribuam a eles algumas ou todas as permissões de acesso aos demais módulos do sistema. Ele por si só já permite acesso, sem restrições, a todos os cadastros, listagens e buscas, além de permitir que sejam excluídos itens das listagens que no sistema, acessando pelos demais módulos, não é permitido.

4.2 RELATÓRIOS E INDICADORES DE ENGENHARIA CLÍNICA

Todos os dados cadastrados e salvos no SGBD podem ser acessados com a finalidade de gerar relatórios de análise. Tais relatórios, após essa análise, possibilitam a geração de indicadores de desempenho, de acordo com o período de tempo estabelecido pelo usuário na hora da solicitação no sistema. Os indicadores podem ser aplicados tanto para os equipamentos cadastrados (quantidade de vezes que equipamento Y quebrou em um período de tempo de seis meses, por exemplo), como para as ordens de serviço cadastradas (quantidade de ordens de serviço que setor X abriu no período de um mês, por exemplo).

Os indicadores de desempenho podem ser de tempo ou de qualidade, de acordo com a demanda, esclarecendo, de acordo com o que está sendo solicitado. Eles podem ser, por exemplo: número de ordens de serviço abertas, número de ordens de serviço fechadas, tempo de atendimento, número de ordens de serviço abertas por equipamento, tempo de paralisação do equipamento.

O uso de indicadores possibilitará ao setor criar rotinas de manutenções preventivas e preditivas, de cronogramas de treinamento, ou seja, ações mais preventivas que corretivas. Por exemplo: foi constatado que no setor X, o equipamento Y registrou três vezes mais ordens de serviço abertas que no setor Z no mesmo período de tempo devido ao mau uso. Sendo assim, foi constatada a necessidade de cronogramas de treinamentos para os funcionários do setor.

4.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO SISTEMA

CSS, HTML e *JavaScript* foram as linguagens *front-end* necessárias para o desenvolvimento da aplicação. HTML e CSS são linguagens usadas na construção de páginas na internet, que atuam de forma complementar, enquanto que o JavaScript é uma linguagem dinâmica, utilizada para controlar o HTML e o CSS, manipulando comportamentos na página *web* criada.

O componente *back-end* do sistema foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação *Python* e o *framework web Django*. *Python* foi a linguagem escolhida porque permite gerar sistemas muito rapidamente, sendo assim, se é possível gerar o código rapidamente, rapidamente também é possível descobrir se a estratégia desenvolvida para o sistema está errada ou não. O *Python* também oferece o princípio de "*fail fast*" que permite saber de forma rápida e clara qual o problema que está ocorrendo no código, poupando mais tempo ainda.

Em relação ao *Django*, ele oferece uma larga coleção de aplicativos de terceiros (*third-party softwares*), característica esta conhecida na comunidade *Python* como *batteries included* (Django Project, 2016), isto é, ele possui uma coleção de recursos que auxiliam o desenvolvimento de *softwares*, quebrando problemas complexos em tarefas mais triviais cujas soluções o *framework* já oferece por padrão (DANTAS, 2016). Uma outra característica do *Django* importante de ser destacada é sua modularidade, sendo os módulos úteis em vários cenários. Para um projeto de grande porte, pode-se dividir o mesmo em vários módulos, cada um deles sendo desenvolvido e mantido separadamente, deixando, assim, o código mais organizado e otimizado. Além disso, alguns recursos comumente utilizados, tais como gerenciamento de usuários, podem ser desenvolvidos em termos de módulos, para que possam ser reutilizados facilmente em projetos futuros, não tendo a necessidade de serem reescritos. Essa característica permitiu uma economia significativa de tempo na hora de ser desenvolvido o projeto, já que foi possível reaproveitar códigos, ou módulos, já existentes de outros projetos, por exemplo.

Durante os testes, o sistema foi servido em uma máquina, utilizando o Sistema Operacional *Ubuntu*, sendo este o servidor local da aplicação, juntamente com o SGBD SQLite, que vem incluso no *Django*. O *GitLab* foi utilizado como ferramenta de repositório do código.

Após a aplicação do sistema no setor, o SGBD passou a ser o PostgreSQL, a fim de proporcionar um maior suporte no armazenamento e na manipulação dos dados

cadastrado. O Heroku, escolhido por ser gratuito, foi utilizado como serviço de *Platform as a Service*, o que permitiu fazer o *deploy* da aplicação na nuvem. Após ser implantado, o servidor que passou a hospedar o *web server* e o SGDB está localizado na intranet do hospital, mas tem seu acesso externo liberado de modo que usuários possam utilizar o sistema e consultar as informações também de fora da rede do hospital. Os registros armazenados poderão, posteriormente, serem usados para gerar relatórios de análise de dados e indicadores para o setor de EC.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No decorrer dos testes realizados com o sistema de gerenciamento, pode-se afirmar que o mesmo passou por avaliações de desempenho e usabilidade por parte dos profissionais do setor. Na Figura 9, é possível ver a tela de autenticação do sistema enquanto que na Figura 10, há a possibilidade de ver a tela principal após a autenticação, o que permite visualizar todas as funcionalidades do sistema de acordo com seus módulos.

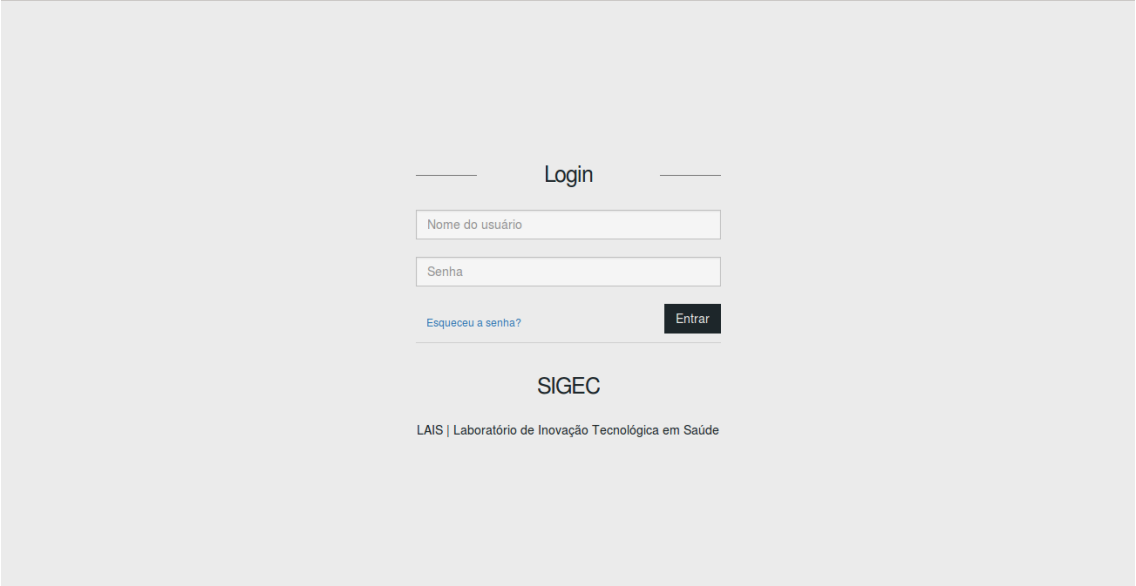

Figura 9 - Tela de autenticação do sistema

Figura 10 - Tela principal do sistema

As ordens de serviço, que são exibidas nas listagens "Ordens de Serviço Internas" e "Ordens de Serviço Externas", presentes na tela principal, são somente as ordens que possuem status "Aberta". Já os equipamentos exibidos na listagem "Equipamentos em Manutenção" são aqueles equipamentos que possuem status "Em Manutenção". Vale ressaltar que os dados presentes nas listagens foram ocultados por questões de privacidade.

Em se tratando da tela principal do sistema, através da Figura 11, é possível verificar que cada módulo presente no Menu Principal possui suas tabelas associadas e que cada tabela permite não só o cadastro dos itens mas também a consulta e a listagem de todos os dados inseridos.

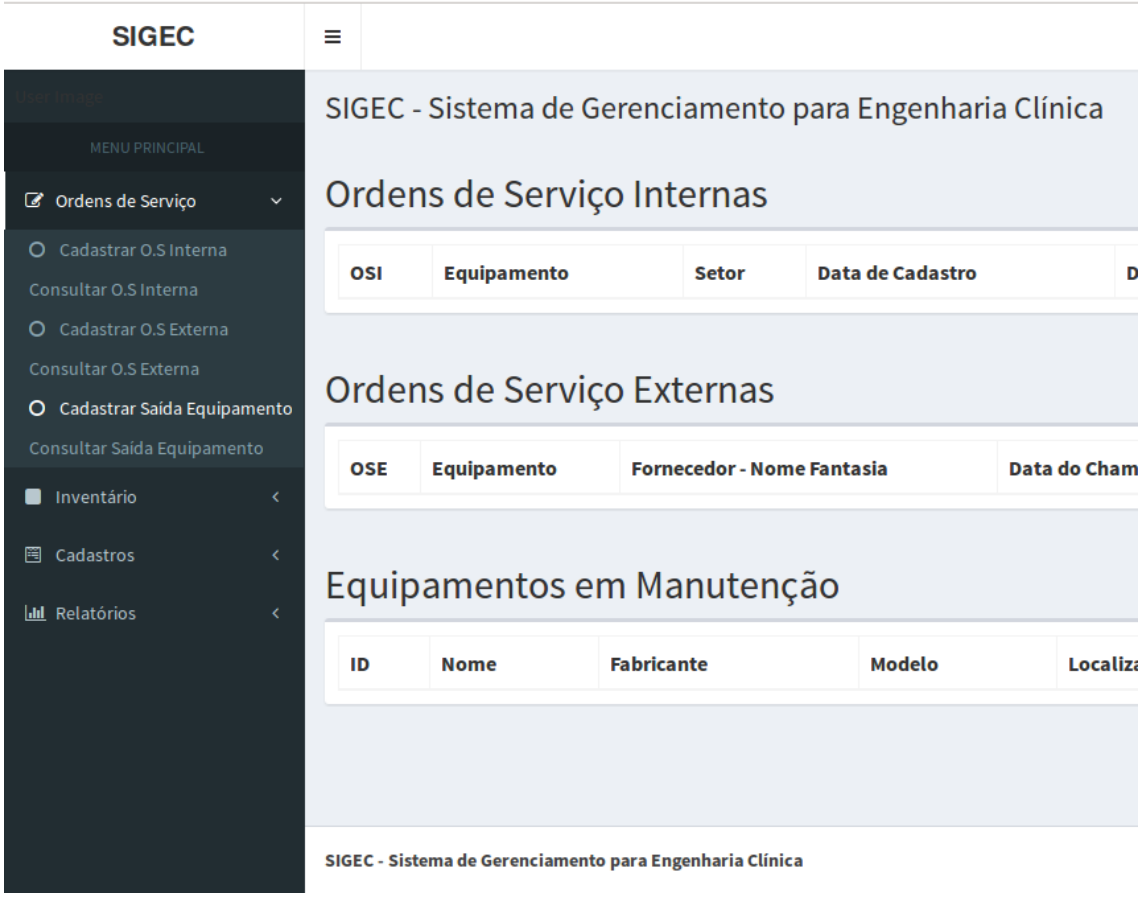

Figura 11 - Tela principal do sistema exibindo as tabelas disponíveis no módulo Ordens de Serviço

5.1 TELAS DE GERENCIAMENTO DO SISTEMA

As telas de gerenciamento do sistema baseiam-se em:

- Cadastro das tabelas, no qual são inseridas no banco de dados todas as informações referentes à cada item da tabela. Esses cadastros são realizados através de formulários. É possível ilustrar um formulário de cadastro para um item da tabela Equipamento através da Figura 12 e para um item da tabela Fornecedor através da Figura 13;

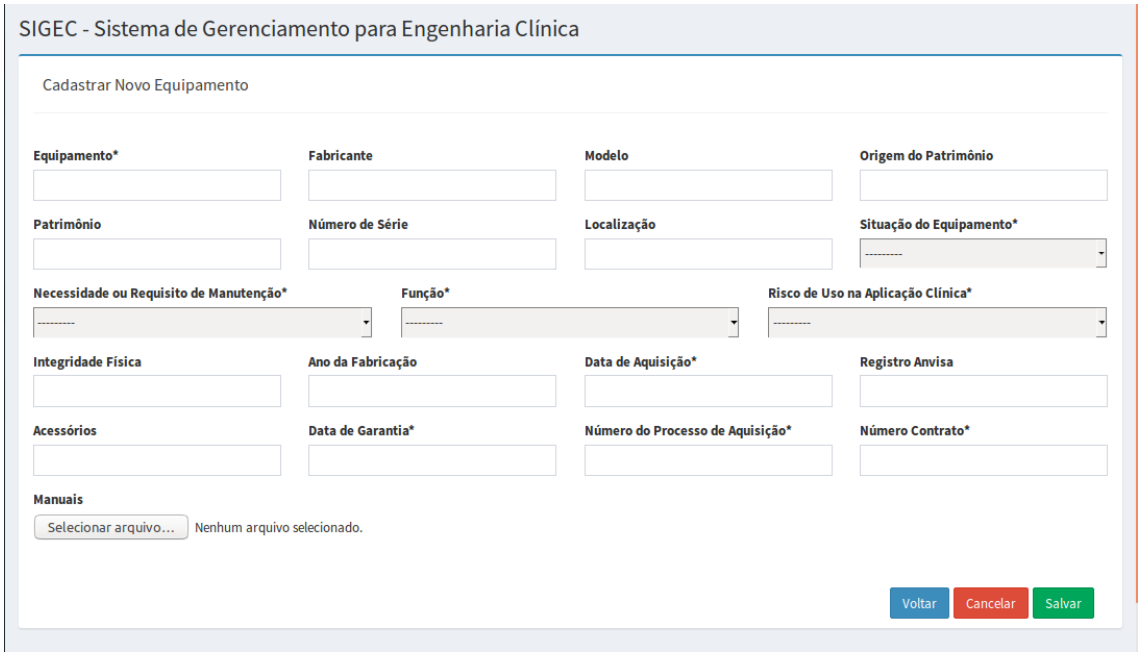

Figura 12 - Tela cadastro tabela Equipamento

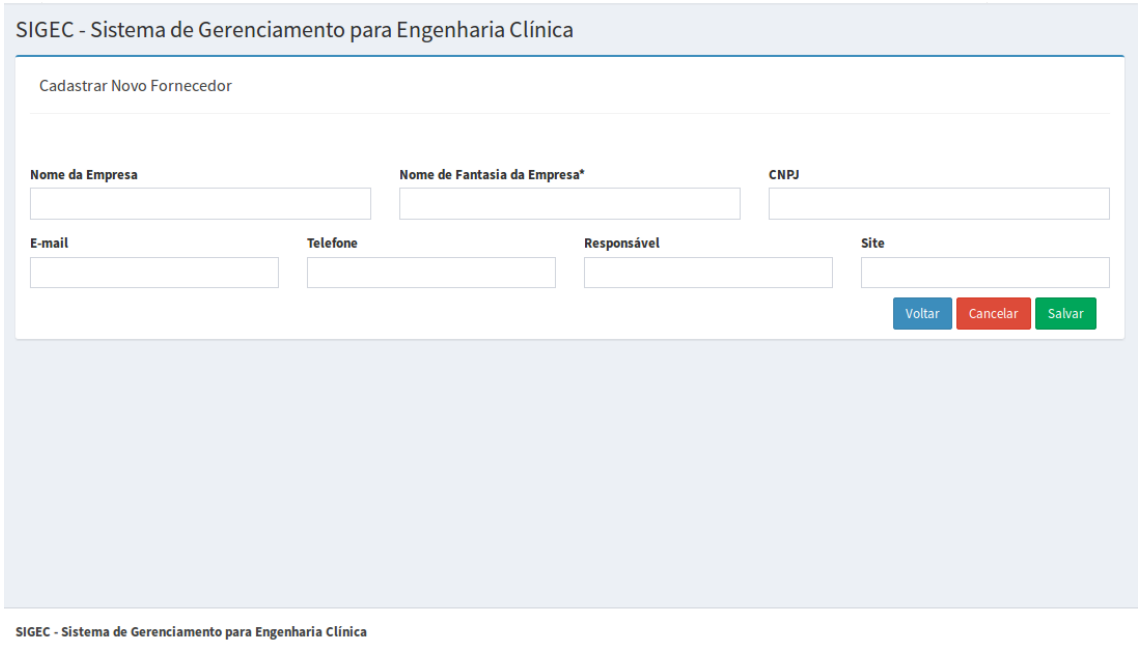

Figura 13 - Tela cadastro tabela Fornecedor

- Listagem e consulta dos dados inseridos. Através da listagem, é possível ver todos os itens inseridos em uma tabela, bem como editar e detalhar um item em específico disponível na listagem. É possível ilustrar uma tela de listagem da tabela Equipamento através da Figura 14 e uma tela de listagem da tabela Fornecedor através da Figura 15;

Figura 14 - Tela listagem tabela Equipamento

Figura 15 - Tela listagem tabela Fornecedor

- Detalhamento de cada item inserido em uma tabela, visto que nas listagens só são exibidos os principais dados. É possível ilustrar a tela de detalhamento de um item da tabela Equipamento através da Figura 16 e a tela de detalhamento de um item da tabela Fornecedor através da Figura 17;

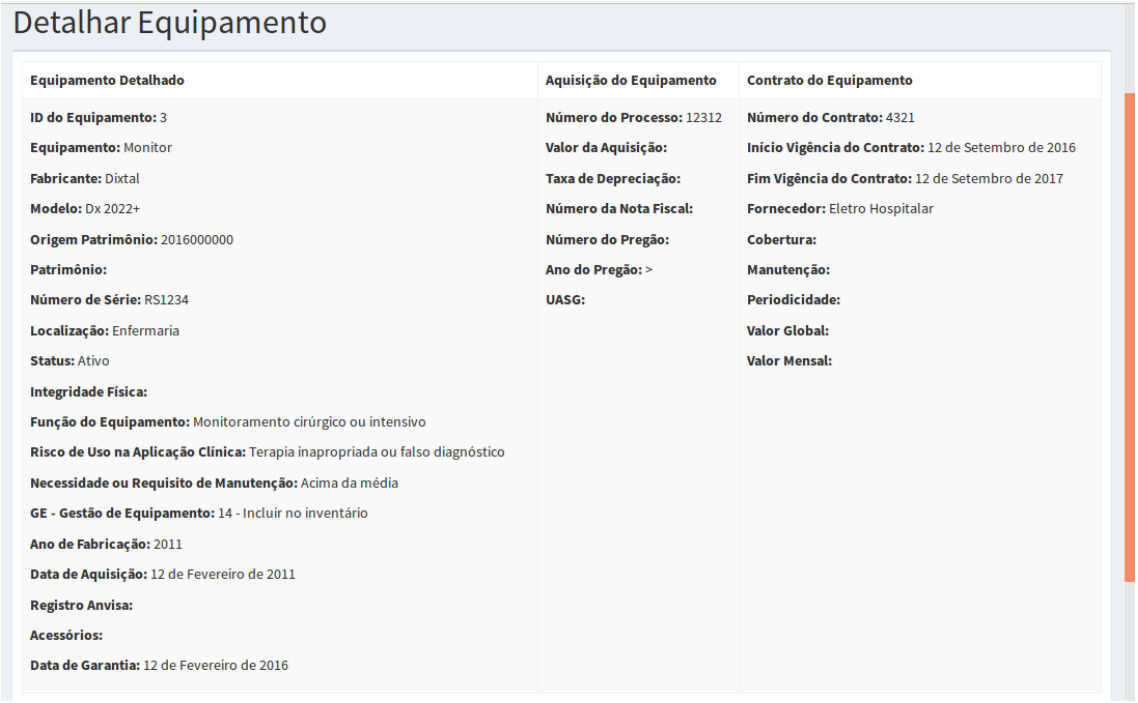

Figura 16 - Tela de detalhar da tabela Equipamento

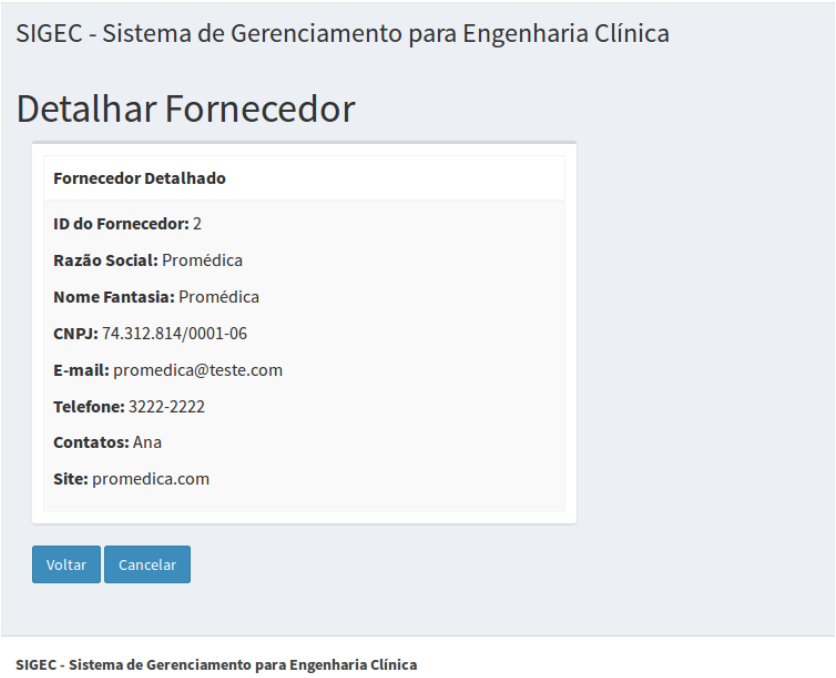

Figura 17 - Tela de detalhar da tabela Fornecedor

- Edição de cada item inserido, baseado na mesma tela do formulário, mas com a diferença que os campos estão preenchidos com os dados inseridos, permitindo que os mesmos sejam editados. É possível ilustrar a tela de edição de um item da tabela Equipamento através da Figura 18 e a tela de edição de um item da tabela Fornecedor através da Figura 19;

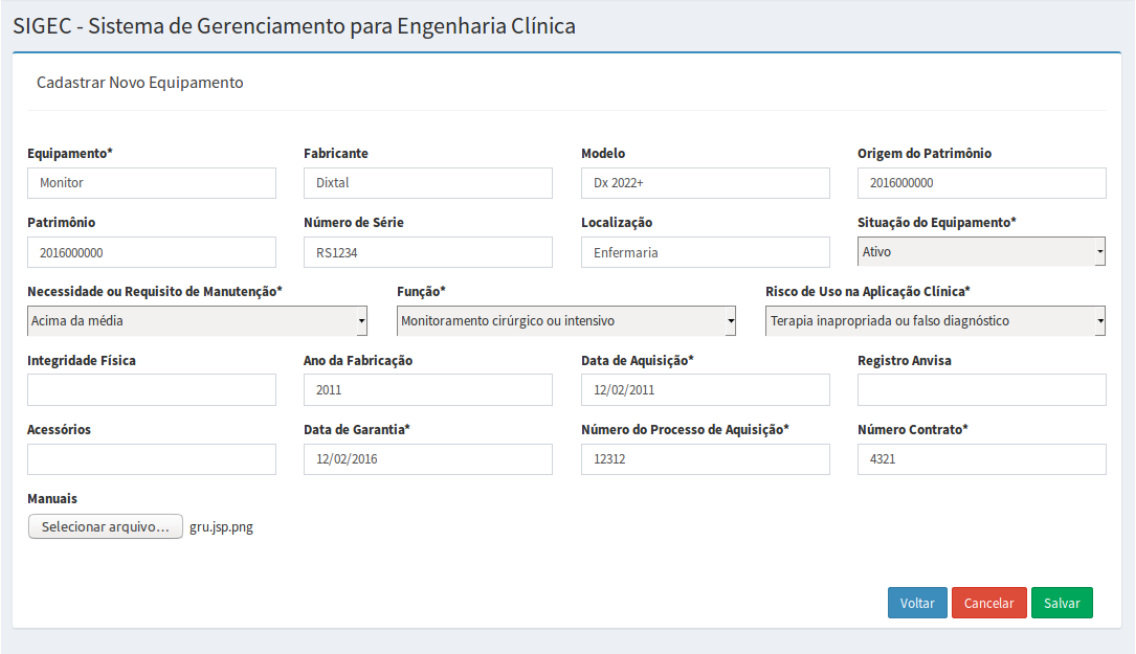

Figura 18 - Tela de editar da tabela Equipamento

Figura 19 - Tela de editar da tabela Fornecedor

5.2 CONSIDERAÇÕES

Os resultados dos testes evidenciaram um comportamento satisfatório da arquitetura frente às situações propostas pela equipe de EC. A partir da implantação do sistema, foi possível um aprimoramento dos processos relacionados ao setor em termos de controle e acessibilidade dos dados, referentes aos fluxos de gerenciamento do setor de EC do HUOL. É importante ressaltar que a parte de geração de relatórios não foi implementada.

6. CONCLUSÕES

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste trabalho, pode-se concluir que é de fundamental importância a utilização de um *software* de gerenciamento no setor de Engenharia Clínica, com o objetivo de se obter um maior controle e eficácia na realização de procedimentos gerenciais, principalmente em se tratando de fluxos com alta complexidade, como é o caso do setor de EC.

Partindo dessa questão, foi desenvolvido uma plataforma *web* para gerenciamento, aplicada no setor de EC do Hospital Universitário Onofre Lopes. O *software* desenvolvido possibilitou uma diminuição no tempo gasto com cadastro, consultas, análises, edição de dados e tornou o processo de gerenciamento menos complicado e mais fluido, tendo ainda organizado os dados de forma mais clara e simples.

Adicionalmente, por ser uma plataforma *web* e possibilitar o acesso aos dados pelos três segmentos da EC do HUOL, a integração dos subsetores permitiu uma melhor comunicação sobre os serviços efetuados pelo setor como um todo.

No que se refere à arquitetura do sistema proposto, a plataforma *web* desenvolvida possui todos os recursos necessários para um sistema de gerenciamento voltada para a EC, de acordo com a literatura consultada e demais adaptações solicitadas pelos profissionais do setor de EC do HUOL.

Espera-se uma compreensão acerca do sistema que foi desenvolvido através deste projeto, que o HUOL não apenas tome conhecimento da existência do *software* mas também seja sempre partícipe da aplicação do mesmo em todo o setor de Engenharia Clínica. Com a adesão de sua aplicação pelos profissionais da área, o trabalho torna-se-á exitoso e alcançará, por sua vez, uma maior utilidade e eficácia.

6.2 TRABALHOS FUTUROS

Espera-se, ainda, a implementação do módulo responsável pela geração de relatórios. Com esses relatórios, será possível a análise de todos os indicadores de referência (tempo e qualidade, por exemplo). Essa ferramenta indica caminhos ou áreas com maior probabilidade e necessidade para melhoria ou redução de custos, além de indicar o ajuste de rotinas de manutenção do setor para aumentar a eficiência dos serviços prestados. É importante que qualquer crescimento ou inovação a ser incorporado em

determinado procedimento seja feito somente após a análise detalhada daqueles indicadores (SOUZA; MILAGRE; SOARES, 2012).

No mais, integrar o sistema com os demais setores do hospital seria de grande valia. Atualmente, o sistema está disponível somente para acesso dos profissionais da Engenharia Clínica. Ampliando o acesso aos demais setores do hospital, possibilitaria os cadastros dos chamados de manutenção diretamente no sistema pelos responsáveis do setor solicitante, chamados esses que seriam analisados pela chefia de EC antes mesmo de direcionar o técnico ao setor que abriu o chamado. Exemplificando, ao constatar que um carro de anestesia parou de funcionar, o responsável pelo setor solicitante entraria no sistema e abriria um chamado de manutenção para o setor de EC do HUOL. Tal chamado seria visto pela oficina, pela central de equipamentos e pela chefia. A chefia, a princípio, analisaria todos os chamados de manutenção anteriores que foram abertos para aquele equipamento e discutiria qual a melhor forma de conduzir a situação: se seria fazer um novo contrato de manutenção ou suspender de vez seu uso, caso ele não tivesse nenhum contrato de manutenção, por exemplo.

7. REFERÊNCIAS

ABEClin. Associação Brasileira de Engenharia Clínica – ABEClin. 2016. Disponível em: <http://www.abeclin.org.br>. Acesso em: 26.10.2016.

ANTUNES, E. V. et al. **Gestão da Tecnologia Biomédica: Tecnovigilância e Engenharia Clínica**. ANVISA, 2002, cap 3, 4.

BORGES, L. E. **Python para Desenvolvedores**. 2. ed. Rio de Janeiro: Edição do Autor, 2010.

BRONZINO, J. D. **The Clinical Engineering Handbook: The Biomedical Engineering Series**. EUA: CRC Press, 1995.

CALIL, S.; TEIXEIRA, M. **Gerenciamento de manutenção de equipamentos hospitalares**. São Paulo: Série Saúde Cidadania, 1998.

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

DANTAS, Marcel da Câmara Ribeiro. **Sistema de Telemonitoramento para Pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica**. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

Django Project. Django Project. 2016. Disponível em: <http://www.djangoproject.com>. Acesso em: 21.10.2016.

EICHSTAEDT, J. F.; DEGENHARDT, T. Édio. **Sistemas de Informações Gerenciais**. Brasil, 2009.

FILHO, J. S. C.; CALDAS, A. de J. M.; NETO, M. L. da C. **A importância da engenharia clínica nas instituições de saúde: experiência em um hospital público federal**. Brasil, 2015.

JUNGER, S. **A organização e a importância dos Sistemas de Informação**. Brasil, 2015.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 2ª Edição, Rio de Janeiro, Editora Qualitymark Ltda, 2009.

MEDEIROS, C. B. S. de. **A Engenharia Clínica e seus indicadores no Hospital Universitário Onofre Lopes**. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

Ministério da Saúde. **Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção**. Brasília – DF: Ministério da Saúde, 2002.

MIRANDA, O. A. **A Importância do Sistema de Informação Gerencial na Empresa SOL Distribuidora de Combustíveis LTDA**. Brasil, 2010.

OLIVEIRA, D. de Pinho Rebouças de. **Sistemas de Informações Gerenciais: Estratégicas Táticas Operacionais**. 12. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

SILVA, L. M. da; FERREIRA, A. C. M. **Sistema de cadastro e manutenção de equipamento médico hospitalar: Proposta para o desenvolvimento como uma ferramenta para auxiliar a gestão de manutenção da engenharia clinica nos hospitais**. Brasil, 2015.

SOUZA, D. B. de; MILAGRE, S. T.; SOARES, A. B. **Avaliação econômica da implantação de um serviço de engenharia clínica em hospital público brasileiro**. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 327–336, 2012.

SOUZA, V. E. S. **FrameWeb: um Método baseado em Frameworks para o Projeto de Sistemas de Informação Web**. Dissertação (Mestrado em Informática) — Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil, 2007.

Stefanini. HTML e CSS: o que são e quais as diferenças? 2016. Disponível em: <https://stefanini.com>. Acesso em: 21.10.2016.

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **PCM – Planejamento e Controle de Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro, Editora Qualitymark, 2002.

WHO, W. H. O. **Computerized Maintenance Management System: WHO Medical Device Technical Series**. EUA, 2011. Disponível em: <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s21567en/s21567en.pdf>. Acesso em: 24.10.2016.