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

ELLAN PESSOA DE FIGUEIREDO

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES E LEITOS PARA ESTABELECIMENTOS DE ASSISTÊNCIA À SAÚDE

NATAL/RN
2019

ELLAN PESSOA DE FIGUEIREDO

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES E LEITOS PARA ESTABELECIMENTOS DE ASSISTÊNCIA À SAÚDE

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.

Orientadora: Profª. Dra. Beatriz Stransky Ferreira

NATAL/RN
2019

ELLAN PESSOA DE FIGUEIREDO

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES E LEITOS PARA ESTABELECIMENTOS DE ASSISTÊNCIA À SAÚDE

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso:

Profª. Dra. Beatriz Stransky Ferreira _____

UFRN - Orientadora

João Paulo Bessa Oliveira _____

MEJC - Avaliador Externo

Eng. Rafael Cavalcante Contreras _____

HUOL – Avaliador Externo

NATAL/RN
2019

Dedico este trabalho a meu querido pai, Enock de Figueiredo (*in memorian*), sua lembrança me inspira e me faz persistir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo que tem feito em minha vida.
A minha mãe, Fátima Pessoa e minha irmã, Maria Eduarda, por todo amor e força que tem me dado ao longo dessa caminhada.
A meu primo, Bruno Pessoa, por me ensinar a ser melhor todos os dias.
A minha querida, Karoline Castro, pelo companheirismo em todos os momentos.
A meu amigo, Francisco França (*in memorian*), por ter sido um exemplo de ser humano e, por ter me ensinado valores importantes durante esta jornada.
Aos meus amigos, Elton Romário, Fernando Dias e Iago Morais, que acompanharam toda minha jornada acadêmica e pelas resenhas aleatórias durante esses anos.
Aos colegas de curso que contribuíram na minha formação.
A minha orientadora, Beatriz Stransky, pela oportunidade de acompanhar a realização deste trabalho, por sua paciência e confiança.
Aos funcionários que fazem parte do Departamento de Engenharia Biomédica, por todos os conhecimentos transmitidos.

PESSOA, Ellan de Figueiredo. **Desenvolvimento de um sistema de gestão de equipamentos médico-hospitalares e leitos para estabelecimentos de assistência à saúde**. Trabalho de conclusão de curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 69p., 2019.

RESUMO

Em meio aos avanços tecnológicos e mercado cada vez mais competitivo, são criadas novas técnicas, metodologias e produtos que visam a qualidade de vida do ser humano. Nesse contexto, o conceito de qualidade apresenta-se mais evidente na área da saúde. Diante disso, torna-se indispensável tecnologias e profissionais qualificados para fazer a gestão dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde que, por sua vez, possui processos de alta complexidade, portanto, necessitam de um setor especializado em administrar o parque tecnológico. Isto posto, o setor de Engenharia Clínica é responsável por administrar de forma eficaz todos os fluxos operacionais que envolva paciente e parque tecnológico dentro do centro médico. Além disso, o engenheiro clínico estabelece e executa planos de treinamento e planejamento, fornecendo suporte a equipe multiprofissional, elevando, assim, a qualidade nos serviços prestados ao paciente. Por ser tratar de um setor com operações complexas, é necessário o uso de sistemas informatizados que diminuam o tempo de cadastro, consultas e planejamentos. Sendo assim, o trabalho em evidência consiste em levantar requisitos, modelar e desenvolver um *software* capaz de centralizar processos que envolvam o setor de Engenharia Clínica dentro dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Portanto, foi desenvolvida uma aplicação *web* para gestão de equipamentos e leitos que, posteriormente, fornecerá consulta de dados para geração de relatórios e análise dos principais indicadores da engenharia clínica. O sistema desenvolvido possibilita organização de dados, diminuição de erros, cadastro e consulta de informações e, planejamento de manutenções preventiva. O diferencial deste sistema é permitir a rastreabilidade de equipamentos que dão suporte aos pacientes em seus leitos, assim, aperfeiçoando e assegurando o registro de informações dos pacientes a partir de sua internação.

Palavras-chave: Engenharia Clínica. Gestão de Equipamentos. Gestão de Leitos. Sistemas Informatizados.

PESSOA, Ellan de Figueiredo. **Development of a management system of beds and medical and hospital equipments for health care establishments.** Conclusion Work Project, Biomedical Enginnering Bachelor Degree, Federal University of Rio Grande do Norte, 69p., 2019.

ABSTRACT

Amid technological advances and increasingly competitive market, new techniques, methodologies, and products have created that aim at the quality of life of the human being. In this context, the concept of quality is more evident in the area of health. Given this, it is essential to have technologies and qualified professionals to manage the Health Care Facilities, which, in turn, have high complexity processes, therefore, need a specific sector to manage the technology park. That said, the Clinical Engineering sector is responsible for effectively managing all operational flows involving patient and technology park within the medical center. Besides, the clinical engineer establishes and executes training and planning plans, providing support to the multi-professional team, thus raising quality in the services provided to the patient. Because it is an industry with complex operations, it is necessary to use computerized systems that reduce the time of registration, consultations, and planning. Therefore, the work in evidence consists of raising requirements, modeling and developing software capable of centralizing processes that involve the Clinical Engineering sector within Health Care Facilities. Therefore, a web application for equipment and bed management was developed, which later, will provide data consultation for reporting and analysis of critical clinical engineering indicators. The developed system enables data organization, error reduction, registration and information consultation, and preventive maintenance planning. The differential of this system is to allow the traceability of equipment that supports the patients in their beds, thus, improving and ensuring the registration of patients' information from their hospitalization

Keywords: Clinical Engineering. Equipment Management. Bed Management. Computerized Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interações da Engenharia Clínica em um ambiente hospitalar. 17
Figura 2 - Ciclo de vida das tecnologias.....20
Figura 3 - Etapas do processo de gestão de leitos. 21
Figura 4 - Evolução da manutenção.....26
Figura 5 - Tipos de manutenção mais usados nos EAS.....27
Figura 6 - Exemplo de rotina da MP em EMH dentro de um EAS.....29
Figura 7 - Atividades para manutenção corretiva de um EMH. 31
Figura 8 - Fluxograma para decisão de nível de criticidade. 35
Figura 9 - Fluxograma de um SIG. 38
Figura 10 - Diagrama de classes do SIGEL. 48
Figura 11 - Resumo do Módulo Equipamento. 49
Figura 12 - Resumo do Módulo OS. 49
Figura 13 - Resumo do Módulo Leitos 50
Figura 14 - Diagrama de caso de uso do SIGEL. 51
Figura 15 - Tela de autenticação. 53
Figura 16 - Menu principal. 53
Figura 17 - Cadastro de OS. 54
Figura 18 - OS cadastradas no sistema. 55
Figura 19 - Informações de OS cadastrada. 55
Figura 20 - Controle das ocupações. 57
Figura 21 - Informações referentes ao leito, paciente e EMH utilizados. 57
Figura 22 - Informações do equipamento no sistema. 59
Figura 23 - Lista de equipamentos cadastrados no sistema. 59
Figura 24 - Lista de aquisições cadastradas. 60
Figura 25 - Cadastro de contratos de serviço terceirizado. 61
Figura 26 - Exemplo de Codificação por QR Code. 64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAHP - Associação Nacional de Hospitais Privados

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CNPJ - Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas

CSS - *Cascading Style Sheets*

EAS - Estabelecimento Assistencial de Saúde

EB - Engenharia Biomédica

EC - Engenharia Clínica

EMH - Equipamento Médico Hospitalar

EBSERH – Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares

EUA - Estados Unidos da América

HTML - *HyperText Markup Language*

MC - Manutenção Corretiva

MPd - Manutenção Preditiva

MP - Manutenção Preventiva

OS - Ordem de Serviço

PEP - Prontuário Eletrônico do Paciente

SIG - Sistemas de Informações Gerenciais

TI - Tecnologia da Informação

UML - *Unified Modeling Language*

UTI - Unidade de Terapia Intensiva

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

1.1 Exposição do tema 12

1.2 Definição do problema 13

a) Objetivo principal 14

b) Objetivos específicos 14

1.3 Justificativa 14

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15

2.1 Engenharia clínica 15

2.1.1 Evolução histórica da engenharia clínica 15

2.1.2 Qualificações e atribuições do profissional 17

2.1.3 Gestão de tecnologias em saúde 19

2.2 Gestão de leitos 20

2.3 Manutenção 22

2.3.1 Aspectos históricos 22

2.3.1.1 A primeira geração 23

2.3.1.2 A segunda geração 23

2.3.1.3 A terceira geração 24

2.3.1.4 A quarta geração 25

2.3.1.5 A quinta geração 25

2.3.2 Tipos de manutenção no contexto hospitalar 27

2.3.2.1 Manutenção preventiva 27

2.3.2.2 Manutenção corretiva 30

2.3.2.3 Manutenção preditiva 31

2.3.3 Importância do planejamento no contexto hospitalar 32

2.4 Criticidade dos equipamentos 33

2.5 Sistema de informação gerencial 37

2.6 Desenvolvimento de aplicações *web* 39

3 METODOLOGIA 42

3.1 Levantamento de requisitos 42

3.2 Aspectos técnicos do sistema 44

3.2.1 Tecnologias *Front-end* 44

3.2.2 Tecnologias *Back-end* 45

3.3 Modelagem do Sistema de Gestão de Equipamentos e Leitos (SIGEL) 45

3.3.1 Diagrama de classes do SIGEL 45

3.3.2 Diagrama de casos de uso do SIGEL 50

4 RESULTADOS 52

4.1 Níveis de permissão 52

4.2 Módulo autenticação 52

4.3 Módulo os 54

4.4 Módulo leitos 56

4.5 Módulo movimentações de equipamentos 58

4.6 Módulo equipamentos 58

4.7 Módulo aquisições 60

4.8 Módulo manutenções preventivas 60

4.9 Módulo contratos de serviços 60

5.0 Módulo usuários 61

5.1 Módulo fornecedores 61

5.2 Módulo pacientes 62

5.3 Módulo locais 62

6 CONCLUSÕES 63

7 TRABALHOS FUTUROS 64

8 REFERÊNCIAS 66

1 INTRODUÇÃO

Neste capitulo, apresenta-se, respectivamente, a exposição do tema, definição do problema, os objetivos e justificativa do trabalho.

1.1 EXPOSIÇÃO DO TEMA

A procura pela confiabilidade e disponibilidade de serviços e tecnologias têm sido o maior objetivo das instituições hospitalares nos últimos anos, tornando indispensáveis a implantação de ferramentas que visam a rastreabilidade das informações referentes aos processos desenvolvidas por elas. A inserção de sistemas informatizados e componentes eletrônicos cada vez mais atualizados, motivou uma transformação na assistência à saúde, acarretando uma difusão acelerada de tecnologias nos Estabelecimentos Assistências de Saúde (EAS). Em vista disso, a introdução dos novos equipamentos contribuiu para a modernização de diagnósticos e qualificação no atendimento ao paciente. (LUCATELLI, 2002).

Desse modo, torna-se indispensável a presença de um profissional capacitado para assessorar, do ponto de vista técnico, a equipe multidisciplinar no gerenciamento de novas tecnologias associadas aos serviços de saúde. Este profissional é o engenheiro clínico, que implementa tecnologias e métodos de engenharias com o objetivo de solucionar os problemas pertencentes aos serviços oferecidos por um EAS (CALIL, 1990; RAMÍREZ, 2000).

Diante dessa realidade, sabe-se que dentro de um EAS existem diversos processos que devem ser seguidos para que a instituição consolide padrões de qualidade cada vez mais altos. Porém, sem a ajuda de sistemas informatizados a organização terá dificuldades de processar um enorme volume de dados e informações, simultaneamente. No que se refere ao setor de Engenharia Clínica (EC), as principais atividades que podem ser automatizadas são: o controle de inventário do parque tecnológico, Ordem de Serviço (OS) e o planejamento das manutenções.

Acresça-se a isso, uma solução para automatizar processos dentro de uma organização são os Sistemas de Informações Gerencias. O principal benefício proporcionado por essa tecnologia é processar um grande volume de dados e

informações simultaneamente, além de tornar a disponibilização dessas, imediatamente.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Os avanços da Tecnologia da Informação (TI) são essenciais para uma instituição que busca o diferencial competitivo, melhoria no atendimento ao cliente, otimização de serviços e diminuição de erros. Essas tecnologias são importantes quando falamos em gestão hospitalar. Além de auxiliar os gestores, essas ferramentas contribuem para decisões estratégicas e asseguram uma melhor administração de serviços na saúde. Entretanto, em muitos EAS esses processos são feitos através de simples planilhas. Dentre as desvantagens dessa ferramenta, destacam-se:

- Não são seguras. As planilhas são documentos que podem ser facilmente editados por pessoas não autorizadas, portanto, não garantiriam sigilo aos dados dos setores dentro do EAS;
- Ocupam espaço. Tanto em forma digital ou impressa, com o passar do tempo o controle das mesmas pode se tornar um processo lento e custoso;
- Não existe integração automática. Informações que intercalam diferentes setores da instituição, precisam ser atualizados manualmente em ambos documentos, aumentando o tempo gasto com cadastros de novos dados;
- Acesso local, isto é, em alguns casos, o acesso as informações dos setores só seriam possíveis nos computadores da instituição;
- Favorece ao erro. Com a inexistência de opções automáticas é possível que o usuário perca tempo e consequentemente erre.

Desse modo, os centros médicos necessitam de uma administração informatizada para que possam otimizar processos, melhorar a qualidade dos serviços hospitalares e atender o maior número de pacientes da forma mais segura. Tendo em vista os fatos apresentados e por considerarmos a necessidade da inserção de sistemas informatizados em EAS, surge os seguintes questionamentos: com a implementação de um sistema informatizado será possível qualificar e

quantificar processos? A implantação de um sistema em um EAS otimizará atividades que envolvam a EC?

a) Objetivo principal

Desenvolver um protótipo de sistema *web* a fim de centralizar processos e fluxos operacionais que envolvem o setor de Engenharia Clínica.

b) Objetivos específicos

- Estudar uma metodologia que permita suporte ao desenvolvimento do sistema;
- Levantar requisitos que o sistema irá contemplar;
- Modelar a aplicação;
- Implementar o *software*;
- Testar o sistema.

1.3 JUSTIFICATIVA

Embasado no contexto histórico e buscando contribuir com a temática, este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo de sistema *web* para ser utilizado na rede interna de um EAS no processo de gestão de equipamentos e leitos hospitalares. O sistema poderá promover o controle de manutenção em equipamentos, que engloba cadastro e controle de ordens de serviço, como elaboração de planos de manutenções preventivas. Além disso, será possível fazer o gerenciamento do parque tecnológico e a rastreabilidade dos equipamentos que dão suporte aos pacientes nos leitos da UTI a partir de sua internação. O acesso a informações do sistema será unificado para cada profissional do centro médico, portanto, facilitando o fluxo de gerenciamento entre os setores.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capitulo busca-se apresentar a revisão bibliográfica acerca dos temas de engenharia clínica, gestão de leitos, manutenção, criticidade de equipamentos, sistema de informação gerencial e desenvolvimento de aplicações *web*.

2.1 ENGENHARIA CLÍNICA

2.1.1 Evolução histórica da engenharia clínica

A EC teve seu princípio em 1942, na cidade de St. Louis, a partir de um curso de manutenção de equipamentos médicos oferecido pelas forças armadas americana. Esse curso deu origem a primeira escola de manutenção em equipamentos médicos do exército (GORDON, 1900; RAMÍREZ, 2000). Os anos se passaram e no final de 1960, nos Estados Unidos da América (EUA), devido aos avanços tecnológicos nos hospitais, a procura por redução de custos em manutenções de equipamentos hospitalares e a preocupação na segurança do paciente, foi colocado em pauta a importância do profissional que desse suporte as necessidades dos Estabelecimentos Assistências de Saúde (EAS). Em resposta, os engenheiros foram incentivados a entrar nos centros médicos para fornecer processos e tecnologias necessárias para atender esses interesses, em paralelo, uma nova área foi criada, a Engenharia Clínica (EC) (BRONZINO, 2003).

Na década de 70, a EC se expandiu e os novos setores foram criados na maioria dos centros médicos. O Departamento de Assuntos de Veteranos dos Estados Unidos (*The United States Department of Veterans Affairs*), responsável por fornecer serviço de saúde, foram convencidos que os engenheiros Clínicos eram essenciais para a gestão hospitalar. A agência federal dividiu o país em distritos de Engenharia Biomédica (EB), tornando o engenheiro responsável por supervisionar atividades nos hospitais daquele distrito.

Neste contexto, houve uma grande procura por esses profissionais para auxiliar nas instalações tecnológicas, bem como a implementação de inovações (BRONZINO, 2003). De acordo com esse autor, diante da inserção do engenheiro clínico no setor hospitalar, iniciou-se diversas inspeções rotineiras na segurança

elétrica, onde os engenheiros identificaram diversas falhas nos equipamentos testados. Nessa perspectiva, tornou-se evidente que as falhas eram uma parcela do problema da existência de equipamentos elétricos nos EAS. Paralelo a isso, por inspeção visual, os engenheiros clínicos identificaram uma série de equipamentos com fios desgastados, derramamento de fluidos, e pecas quebradas. Os profissionais verificaram também que alguns dispositivos não operavam conforme as especificações do fabricante, pois não havia uma gestão na manutenção.

No Brasil, as autoridades começaram a ter ciência da importância do planejamento e administração em equipamentos médicos entre 1980 e 1990. A participação em reuniões internacionais e intercâmbios de informações foram os primeiros passos para entender que a falta de um profissional especializado na gestão hospitalar era um problema crítico. Em 1991, engenheiros brasileiros participaram da primeira oficina avançada de EC em Washington, D.C. No ano seguinte, o Ministério da Saúde publicou um termo para técnicos de treinamento em equipamentos médicos. O documento descreve a relevância do técnico em equipamentos biomédicos na manutenção e propõe uma estratégia para qualificá-los no Brasil (BRITO, 2004).

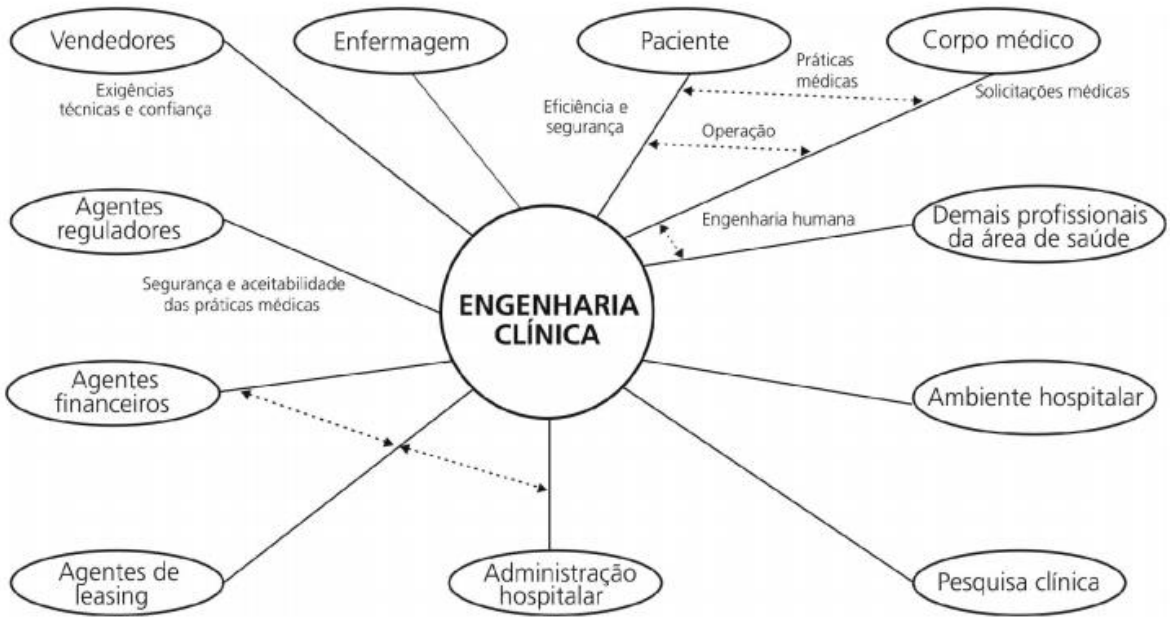
Ainda nesse contexto, Beskow e Wayne (2001) afirmam que as atividades da EC no Brasil estiveram por longo intervalo restritas a manutenções corretivas, portanto, retardando processos mais extensos e qualificados de gestão em tecnologias em saúde. Em 2010 a Anvisa adotou a Resolução da Diretoria Colegiada nº 02, com o objetivo de:

> Estabelecer os critérios mínimos, a serem seguidos pelos estabelecimentos de saúde, para o gerenciamento de tecnologias em saúde utilizadas na prestação de serviços de saúde, de modo a garantir a sua rastreabilidade, qualidade, eficácia, efetividade e segurança e, no que couber, desempenho, desde a entrada no estabelecimento de saúde até seu destino final, incluindo o planejamento dos recursos físicos, materiais e humanos, bem como da capacitação dos profissionais envolvidos no processo destes (ANVISA, 2010, p. 1).

Nessa perspectiva, percebe-se que o papel do engenheiro clínico mudou consideravelmente ao longo das últimas duas décadas (TERRA et al., 2014). O setor de EC passou a intercalar responsabilidades com outros setores dentro do EAS e as atribuições incorporaram técnicas gerenciais para garantir uma melhoria nos cuidados dispensados aos pacientes, treinamento de outros profissionais e

controle na qualidade do ambiente hospitalar (ANTUNES, 2002). A Figura 1 ilustra os relacionamentos do setor de EC dentro dos hospitais.

Figura 1 - Interações da Engenharia Clínica em um ambiente hospitalar



Fonte: ANTUNES (2002)

2.1.2 Qualificações e atribuições do profissional

Segundo a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), é atribuído ao setor de EC todos os procedimentos que envolvam o parque tecnológico, ou seja, participação no requerimento de novas aquisições, treinamento para equipe multidisciplinar, gerenciamento dos contratos de manutenção, conhecimento e controle das instalações hidráulicas e elétricas de todo estabelecimento e participação no gerenciamento de leitos (EBSERH, 2018). Bronzino (2006), completa que os engenheiros clínicos executam serviços de engenharia e gestão na saúde, fornecendo um suporte a equipe multidisciplinar da área medica.

De acordo com Antunes e colaboradores (2002), as principais atuações do engenheiro clínico baseiam-se em:

- Controlar o patrimônio do Equipamento Médico Hospitalar (EMH) e seus componentes;
- Auxiliar na aquisição e aceitação das inovações tecnológicas;
- Treinar a equipe multidisciplinar para operar os equipamentos;
- Indicar, elaborar e controlar informações referentes aos contratos;
- Executar planos de manutenção preventiva dos EMH;
- Executar manutenções corretivas dos EMH;
- Estabelecer medidas de segurança no ambiente hospitalar;
- Auxiliar nos projetos de informatização, relacionados aos EMH;
- Calibrar e ajustar os EMH, de acordo com padrões reconhecidos;
- Implementar o controle de qualidade dos equipamentos de medição, de acordo o item 4.11 dá ISO-9002;
- Avaliar a obsolescência dos EMH;
- Apresentar relatórios de produtividade de todos os processos que envolvam o setor de engenharia clínica.

No que diz respeito à gerenciamento de leitos, o engenheiro é responsável por fazer o controle e identificação dos EMH que dão suporte aos pacientes. Podemos destacar como exemplo de falha na articulação a falta de equipamentos mínimos nos leitos e enfermarias que na maioria das vezes estão disponíveis, porém a localização desses é desconhecida. Tal circunstância pode levar à compra de novos equipamentos. O planejamento de cronogramas e rotinas de manutenção é outra atribuição do engenheiro clínico. Para Xenos (1998), um plano de manutenção consiste em:

- Classificar os equipamentos de acordo com sua importância dentro da organização;
- Definir como e quando ocorrerá as manutenções para cada equipamento, baseando-se em inspeções periódicas e, se necessário, correções ou trocas de peças danificadas;
- Verificar o efeito do plano de manutenção através de indicadores e tomar decisões corretivas caso precise.

Como exposto, a finalidade do plano de manutenções é diminuir ou até mesmo zerar o número de falhas e paradas não planejadas dos EMH. Além de manter o cronograma de manutenções organizado, o setor de EC reduz gastos com compras, terceirização de serviços e dimensiona as reais necessidades do hospital, negociando as demandas junto com os fornecedores.

No que se refere ao controle do inventário do parque tecnológico. O engenheiro clínico deve manter uma lista atualizada com todas informações referente ao equipamento, desde sua aquisição até sua desativação. Obter essas informações é uma tarefa relativamente simples quando se tem o controle das aquisições dos EMH feitas pela organização. Ainda nesse contexto, Calil e Teixeira (1998) afirmam que o controle quantitativo e qualitativo dos equipamentos (de infraestrutura e apoio ao paciente) é de fundamental importância para a organização de um setor de manutenção. Ainda que não exista uma tendência à realização dessa atividade, é recomendável executa-la com o intuito de auxiliar os processos de controle de manutenção.

Portanto, percebe-se que esse profissional é de extrema importância para os EAS, uma vez que com seu conhecimento pode trazer contribuições para a gestão dessas organizações (GIORDANI et al., 2018).

2.1.3 Gestão de tecnologias em saúde

O crescimento constante de gastos em saúde, a produção cada vez maior de novas tecnologias, bem como a mudança no perfil epidemiológico das populações ocorridas nas últimas décadas, tem acelerado a necessidade diversificada de atenção a saúde. Portanto, é necessário socialmente e politicamente desenvolver mecanismos de articulação entre os setores envolvidos na produção de modo a introduzir novas tecnologias nos sistemas de saúde (Ministério da Saúde, 2010).

Segundo Ferreira (2013), o ciclo de vida das tecnologias em saúde começa nos centros de pesquisas ou laboratório das universidades, no qual são desenvolvidos em conformidade as necessidades da população. Após o projeto ser desenvolvido e aprovado, iniciam-se as fases de incorporação, utilização e obsolescência desses. De acordo com Antunes (2002), a EC é responsável por observar as inovações tecnológicas em saúde, a fim de sugerir mudanças nos

serviços e equipamentos, visando a segurança do paciente, mais agilidade e melhor atendimento.

O ciclo de vida de um equipamento é constituído por 3 fases, sendo essas a incorporação, utilização e renovação. A primeira fase é caracterizada por processos de especificação, aquisição e treinamento da equipe multiprofissional. Em seguida temos a segunda fase, caracterizada por manutenções, calibrações e contratos dos EMH. Por último temos a terceira fase onde ocorre a substituição e incorporação de novas tecnologias. A Figura 2 resume o ciclo de vida de um equipamento, mostrando a intensidade de uso em função do tempo.

Figura 2 - Ciclo de vida das tecnologias

Fonte: ANTUNES (2002)

2.2 GESTÃO DE LEITOS

Como podemos observar nas seções anteriores, a eficiência em serviços de saúde requer criação e implementação de ferramentas de gestão que por sua vez permitam organizar e padronizar processos.

A gestão de leitos é um serviço de saúde e tornou-se um desafio das instituições. De acordo com Pereira (2013), a Associação Nacional de Hospitais

Privados (ANAHP), afirma que, centros médicos com menos de 120 leitos raramente conseguem níveis aceitáveis de escala e produtividade. Isso se deve a ineficiência no giro do leito nos hospitais, resultado da falta de treinamento da equipe interna e a carência no gerenciamento de pacientes crônicos. Administrar a ocupação dos leitos não é uma tarefa fácil para os hospitais, além disso, a segurança do paciente deve ser levada em conta quando buscamos a máxima utilização do centro médico. Eventualmente a redução do tempo para novas internações gera qualidade no atendimento, satisfação do paciente e lucro para a empresa. Do mesmo modo, a comunicação interna da equipe multidisciplinar é o fator principal para realização desse processo.

Segundo Pessoa e colaboradores (2012), os processos decisórios dos administradores e especialmente a programação assistencial, com destaque ao cuidado hospitalar, precisa definir parâmetros e indicadores que sirvam de planejamento estratégico e programação. A partir desses pontos, os gestores podem tomar providencias adequadas ao cenário da instituição, diminuindo custos e melhorando resultados.

A desocupação do leito, que se inicia na previsão de alta do paciente é repleta de pontos cruciais. Para isso, todas as etapas devem ser detalhadas, entendidas e executadas. Por essa razão, a ausência de sistemas informatizados torna essa atividade impraticável dentro da instituição. A gestão do leito acontece até mesmo antes do paciente chegar ao hospital, quando se define o perfil epidemiológico dos pacientes já internados (PEREIRA, 2013). Para Raffa, Malik e Pinochet (2017), a administração dos leitos é uma tarefa destinada a toda equipe interna da instituição e não setor. Ou seja, envolve equipe médica, enfermeiros, engenheiro, administradores e higienizadores. Podemos observar na Figura 3 as principais etapas do processo.

Figura 3 - Etapas do processo de gestão de leitos

Fonte: Adaptado de FÁVERO (2018)

Em suma, a gestão de leitos busca a utilização dos leitos do hospital em sua capacidade máxima dentro de critérios pré-estabelecidos pela instituição. Esse

processo visa a diminuição da espera de internação, satisfação da equipe interna e dos pacientes, consequentemente gera lucro para o estabelecimento. A prioridade de internação deve ser um dos critérios a serem discutidos pela equipe, o treinamento é primordial e a comunicação por sistemas informatizados é de extrema importância no planejamento de desocupação e reocupação dos leitos.

Além disso, o gerenciamento da disposição dos leitos deve obedecer às resoluções em vigor, como a RDC Nº 7, de 24 de fevereiro de 2010, que objetiva os requisitos mínimos para o funcionamento de uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI) (ANVISA, 2010). Portanto, este documento visa à redução de riscos aos pacientes, equipe multiprofissional e meio ambiente. Diante disso, torna-se crucial um profissional capaz de conhecer e seguir a resolução quanto aos requisitos mínimos disponíveis para cada leito de UTI.

2.3 MANUTENÇÃO

2.3.1 Aspectos históricos

De acordo com a NBR 5462 (1994), manutenção é o conjunto de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, com o objetivo de manter ou realocar um item em um estado no qual possa desempenhar a função requerida. Esse conjunto de ações técnicas e administrativas tornam a simples atividade da manutenção uma ferramenta capaz garantir a segurança dos equipamentos, reduzir custos e reduzir o tempo de parada de um aparelho.

Na perspectiva empresarial, A Knight Wendling Consulting AG (1996) define manutenção como sendo todas as medidas necessárias para manter ou restabelecer as funções especificas de um sistema, assim como determina e avalia essas condições em um dado momento. Para Kardec e Nascif (2009), a atividade de manutenção nos últimos 30 anos tem passado por mais mudanças do que qualquer outro tipo de serviço. Essas modificações são consequências de:

- Rápido aumento do número e da diversidade dos itens físicos (instalações, edificações e equipamentos) que devem ser mantidos;
- A evolução da complexidade dos projetos;
- Novas técnicas de manutenção;

- Novas perspectivas sobre manutenção e suas responsabilidades;
- Importância do serviço como função estratégica para diminuição de custos e aumento da competitividade das organizações.

Podemos perceber que a literatura apresenta diferentes conceitos para manutenção, isso é devido as alterações que os sistemas de gestão vêm sofrendo com a revolução tecnológica, fazendo com que as definições de manutenção fossem alteradas ao passar do tempo. A partir de 1930 a evolução da manutenção pode ser dividida em quatro gerações.

2.3.1.1 A primeira geração

A evolução da manutenção atrelada a história da humanidade, iniciar-se com a invenção da máquina a vapor de James Watt (1736-1819), quando houve a necessidade de reparar as primeiras maquinas industriais (DHILLON, 2006). A primeira geração estende-se até a Segunda Guerra Mundial, caracterizada por equipamentos simples, na sua grande maioria, superdimensionados e, indústria pouco mecanizada. Em razão à situação econômica e questões de produtividade, não era necessária uma manutenção sistematizada. Consequentemente, os serviços se resumiam em: limpeza, lubrificação e reparo após a quebra, ou seja, as atividades eram fundamentalmente, corretivas não planejadas. (KARDEC e NASCIF, 2009; MOUBRAY, 1997).

2.3.1.2 A segunda geração

Segundo Moubray (1997), as pressões do período pós-guerra aumentaram a demanda por todo tipo de produto, atrelado a isso, a mão de obra industrial diminui sensivelmente. Consequentemente, entre os anos 50 e 70, houve forte aumento da mecanização resultando uma maior complexidade das instalações industriais.

Nesse período começou a evidenciar a necessidade de maior disponibilidade e confiabilidade das maquinas. Tudo isso na busca da maior produtividade. Isto levou à ideia de que falhas nos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas através de analises periódicas, o que resultou no conceito de Manutenção Preventiva (MP). Em 1960 a manutenção preventiva consistia em serviços feitos a

intervalos fixos. As organizações começaram a desenvolver sistemas de planejamento de manutenções, pois, os custos das manutenções corretivas estavam cada vez mais altos. Por fim, os engenheiros começaram a buscar meios para aumentar a vida útil dos equipamentos. (KARDEC e NASCIF, 2009).

Outra contribuição para essa geração foi o aumento em pesquisas cientificas no desenvolvimento de técnicas de manutenção baseada no desempenho e disponibilidade do equipamento, conhecida como Manutenção Baseada em Condições (MBC) ou Manutenção Preditiva (MPd) (RAPOSO, 2004; SIQUEIRA 2009).

2.3.1.3 A terceira geração

A partir da década de 70 as técnicas de Manutenção Corretiva (MC) e MPd oriundas, respectivamente, da primeira e segunda geração, se mostravam menos eficientes frente às novas exigências nos processos organizacionais. A utilização do sistema "*just-in-time"*, que determina que tudo deve ser produzido, transportado ou comprado na hora exata, tornou evidente as consequências que uma falha poderia causar para a produção em massa (KARDEC e NASCIF, 2009; MOUBRAY, 1997).

Siqueira (2009), observou que a automação aumentou a possibilidade de ocorrer falhas ou defeitos, devido à introdução de novas tecnologias. Para solucionar esses problemas, exigiu-se da manutenção inovações tendo em vista que os equipamentos continuariam a desempenhar suas funções a pequenos gastos com recursos (SHENOY E BHADURY, 2005). Por fim, Kardec e Nascif (2009), reforçam que se as plantas não atendessem aos padrões estabelecidos, eram impedidas de funcionar, portanto, garantindo as exigências ligadas às condições de segurança da equipe e do ambiente. Podemos destacar as principais conquistas dessa geração:

- Utilização de sistemas informatizados para o gerenciamento da manutenção e desenvolvimento do conceito de confiabilidade aplicados pela engenharia na manutenção (KARDEC e NASCIF, 2009);
- Avanço no desenvolvimento e aplicação da MPd (KARDEC e NASCIF, 2009; MOUBRAY, 1997);

2.3.1.4 A quarta geração

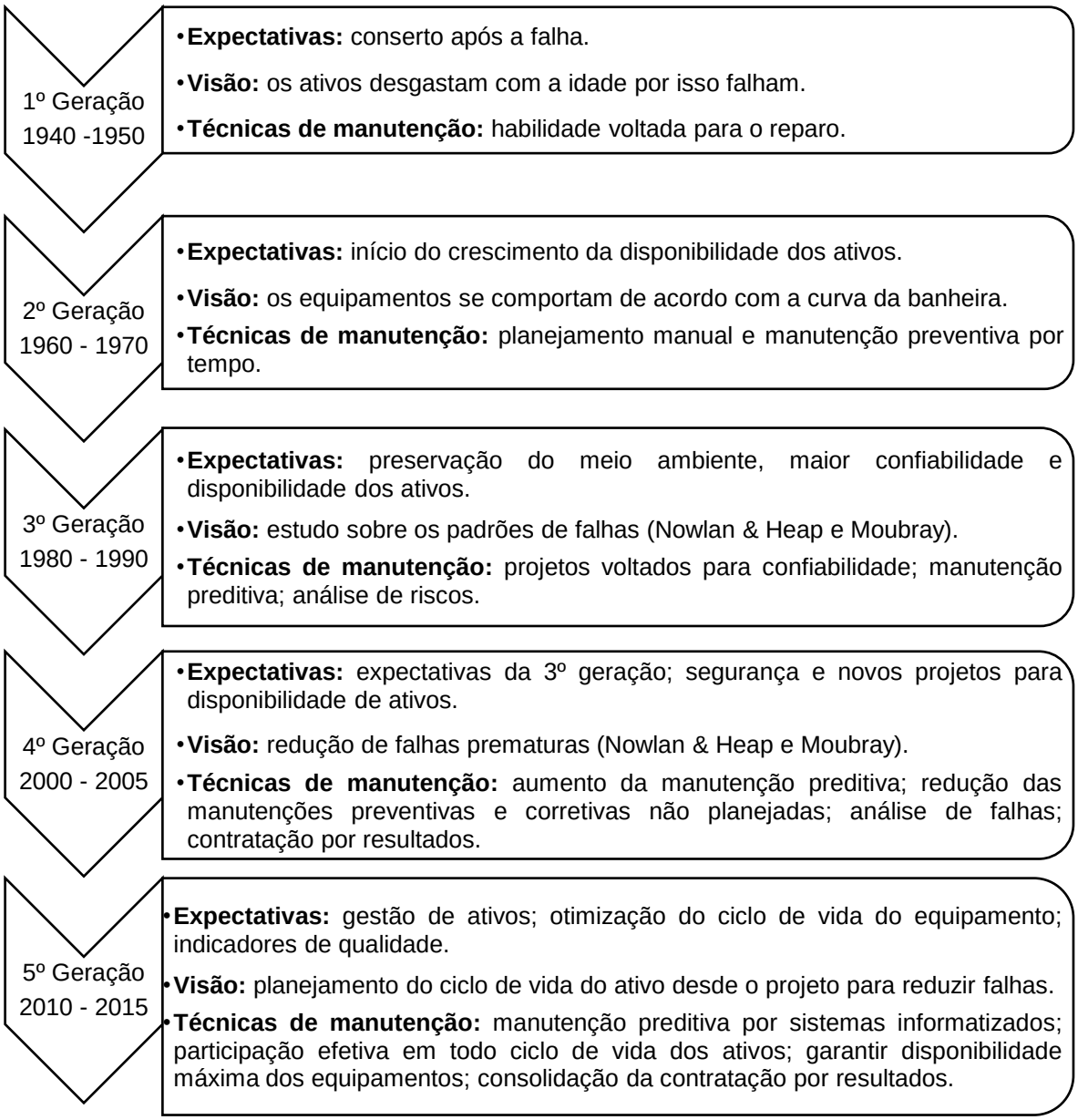
A quarta geração leva em conta algumas perspectivas da geração passada. A disponibilidade dos equipamentos é um dos fatores mais importantes da manutenção, assim como sua confiabilidade. A consolidação do gerenciamento de manutenções pela equipe de engenharia garante as organizações segurança e diminuição de custos. Conforme Kardec e Nascif (2009), a prática de análise de falhas é um método extremamente importante capaz de melhorar a performance dos equipamentos e das organizações. De acordo com estes autores, novos projetos devem privilegiar os aspectos de confiabilidade, disponibilidade e vida útil do equipamento. Por outro lado, as inovações em processos organizacionais adotadas pelas empresas resultam em produtos e serviços de qualidade para a população.

2.3.1.5 A quinta geração

Mantendo as boas práticas de manutenção da quarta geração, a quinta geração foca em indicadores de qualidade e melhoria nos processos de gestão, portanto, garantindo uma boa administração dos ativos. Essa geração surge com o conceito de gestão de ativos, no que se refere a produção máxima dos equipamentos, consequentemente, retorno sobre os investimentos. A manutenção preditiva ganha destaque, com o monitoramento de sistemas informatizados nas organizações. Os administradores começam a participar nas decisões de projeto, aquisição, instalação e monitoramento dos ativos (KARDEC E NASCIF, 2012). Todo processo de evolução da manutenção pode ser observado na Figura 4.

Dessa forma, observa-se que nas gerações passadas a manutenção servia para restabelecer as condições operacionais dos equipamentos. Atualmente, esse serviço mantem a disponibilidade da função do equipamento atendendo a serviços ou processos de produção com confiabilidade, preservação do meio ambiente, diminuição de custos e segurança para a organização. Swanson (2001), complementa que, para uma organização alcançar níveis internacionais de qualidade e produtividade terá que investir em planejamento de manutenção para seu parque tecnológico.

Figura 4 - Evolução da manutenção



Fonte: Adaptado de KARDEC E NASCIF (2012)

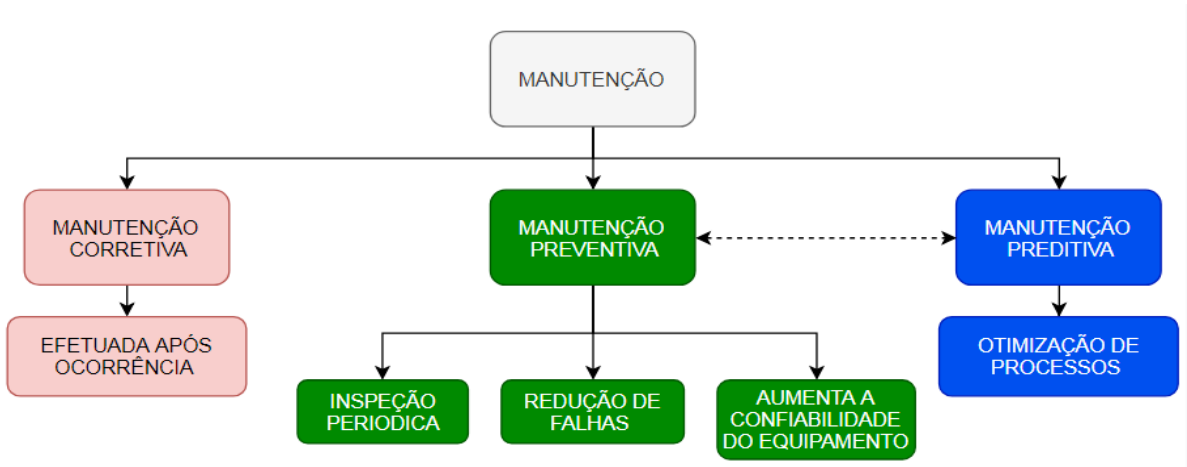
Esse ciclo evolutivo de conceitos e processos também ocorre no setor hospitalar, considerado um dos setores mais complexos no que se refere a projeto arquitetônico, parque tecnológico e processos organizacionais. A falha em um desses aspectos citados anteriormente pode resultar a consequências graves ou até mesmo fatais.

2.3.2 Tipos de manutenção no contexto hospitalar

Ressalta-se a importância de uma gestão diferenciada no planejamento de manutenções nos ambientes hospitalares, pois além da parte financeira, devemos nos preocupar com a prestação de cuidados aos indivíduos (GOMES e DALCOL, 2001). Nessa perspectiva e diante da temática deste trabalho, destacam-se três tipos de manutenção que ocorrem na maioria dos EAS. A Figura 5 ilustra os principais tipos utilizados atualmente.

.

Figura 5 - Tipos de manutenção mais usados nos EAS



Fonte: Autoria Própria (2019)

2.3.2.1 Manutenção preventiva

A MP é caracterizada por favorecer economia, confiabilidade e disponibilidade de serviços, instalações e equipamentos nos hospitais. Além desses e outros benefícios, o uso adequado das manutenções preventivas influencia diretamente os indicadores de qualidade do estabelecimento de saúde e na satisfação dos seus clientes (SOUZA; MILAGRE; SOARES, 2012).

Para a substituição de itens degradados periodicamente, deverá haver um programa de ações prévias que garantam a realização desses serviços com os equipamentos no tempo certo. Dessa forma, o primeiro passo para se estabelecer um programa de MP é ter controle do inventário do parque tecnológico da organização (LUCATELLI, 2002).

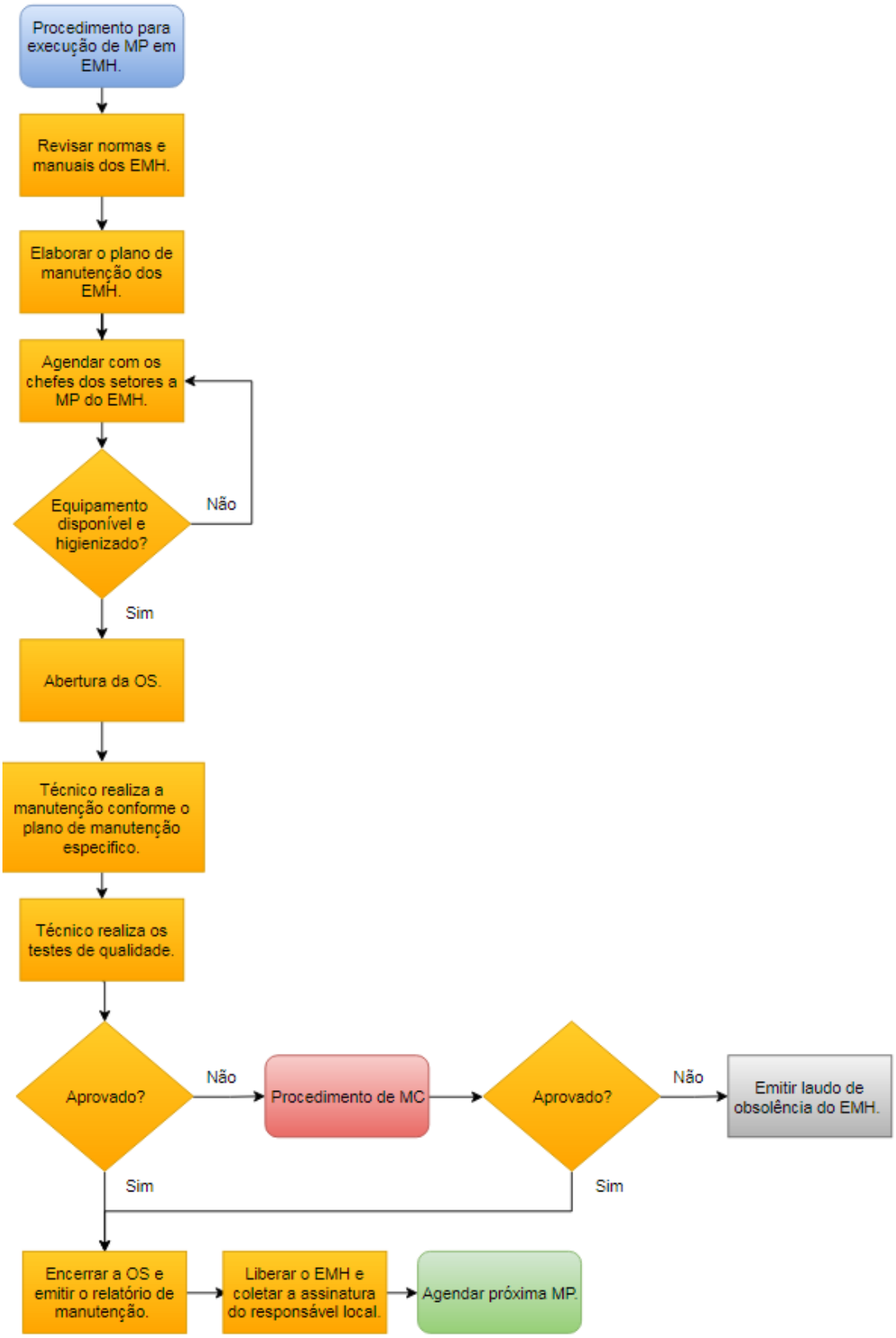
Conforme o plano de manutenção preventiva, calibração e segurança elétrica da EBSERH, ilustrado na Tabela 1 abaixo, podemos observar exemplos de periocidade de MP, de calibração e testes de segurança elétrica dos EMH. O plano teve por finalidade auxiliar o planejamento e controle desses serviços do parque tecnológico do Hospital Universitário Federal da Grande Dourados (HU-UFGD) que faz parte da rede Ebserh. De acordo com o documento, as informações pertinentes para o desenvolvimento do plano foram retiradas dos manuais dos equipamentos e da norma de segurança NBR IEC 60601-1-2 (EBSERH, 2018). A Figura 6 mostra um exemplo de procedimentos para realização de uma MP dentro de um EAS.

Tabela 1 - Equipamentos e seus requisitos para MP

Equipamento	**Periocidade MP**	**Periocidade Calibração**	**Periocidade de teste de Segurança Elétrica**	**Classe Anvisa**
Aparelho de anestesia	6 meses	6 meses	3 anos	Classe III
Aspirador cirúrgico	6 meses	1 ano	3 anos	Classe I
Bisturi eletro cirúrgico	6 meses	1 ano	1 ano	Classe III
Eletrocardiógrafo	1 ano	1 ano	3 anos	Classe I
Equipamento de hemodinâmica	1 ano	-	5 anos	Classe I

Fonte: EBSERH (2018)

Figura 6 - Exemplo de rotina da MP em EMH dentro de um EAS



Fonte: Autoria Própria (2019)

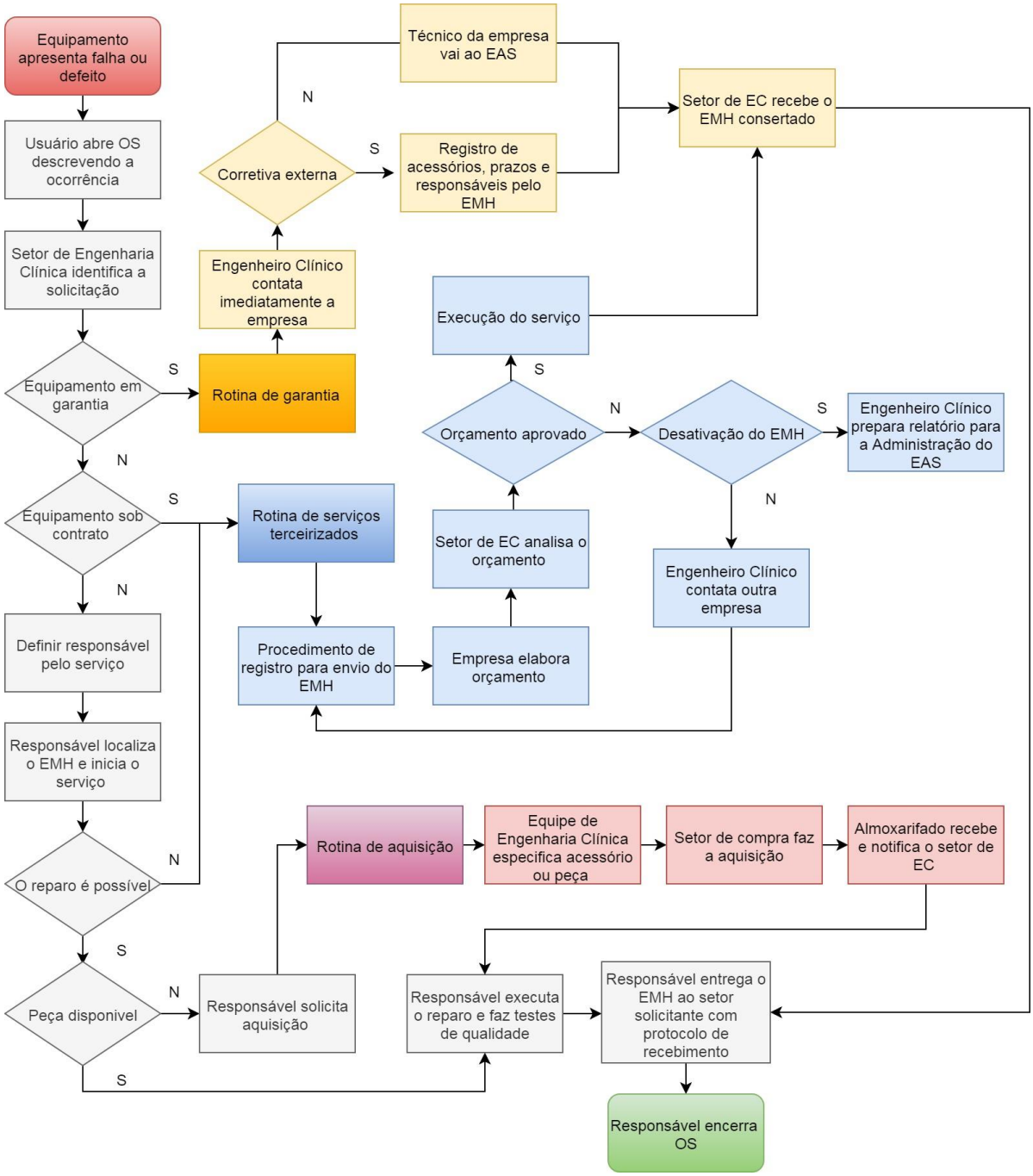
2.3.2.2 Manutenção corretiva

A MC é o método mais antigo de todas as manutenções, é caracterizada por ser a mais utilizada em equipamentos e sistemas, além disso, é conhecida por ações não planejadas para retornar o funcionamento dos equipamentos (CARVALHEIRO, 2016).

Segundo Cardoso e Calil (2000), esse tipo de manutenção restabelece sistemas técnicos ou serviços que suas respectivas funções tenham sofrido uma modificação após um estado especifico. No que se refere aos EMH, podemos concluir que esse tipo de manutenção é o produto do conjunto de ações aplicadas para readequar o equipamento a desempenhar suas devidas funções promovendo segurança ao paciente. Para Azevedo (2011), a MC apresenta características de urgência, resultado de não ser programada, podendo interromper exames ou tratamentos dos pacientes, portanto, gerando impacto a receita da instituição.

Percebemos que a ausência do setor de engenharia clínica nos EAS, resulta no aumento da quantidade de manutenções corretivas nos EMH. Isto repercute na qualidade da assistência aos pacientes, bem como nas questões financeiras da instituição. No que tange a solicitação do reparo, ao ser identificado a ocorrência, o profissional responsável pelo equipamento, entra em contato com a equipe de EC imediatamente. A Figura 7 ilustra o procedimento da execução das manutenções corretivas.

Figura 7 - Atividades para manutenção corretiva de um EMH



Fonte: Adaptado de CALIL e TEXEIRA (1998)

2.3.2.3 Manutenção preditiva

A MPd determina previamente a necessidade da manutenção, permitindo planejar atividades, aumentar confiabilidade e disponibilidade do equipamento (MOBLEY, 2002). A MPd exige da organização um investimento inicial de recursos

humanos ou tecnológicos, portanto, deve ser aplicada ao equipamento certo, do modo certo e na frequência certa para que sua aplicação seja eficaz.

Segundo Kardec e colaboradores (2009), esse tipo de manutenção privilegia a disponibilidade visto que não promove intervenções nos equipamentos em operação. Já Casali (2011), afirma que o papel da MPd além de analisar e agir previamente, visa orientar a equipe multidisciplinar, com isto, haverá aumento na produtividade e redução de custos para empresa. As técnicas de monitoramento para esse tipo de manutenção, incluem:

- Análise de vibrações;
- Termografia;
- Analise de lubrificantes;
- Radiações ionizantes;
- Monitoria de processos;
- Inspeção visual.

Em relação a setores hospitalares a MPd se resume a monitoria de processos e inspeção visual, pois a maioria dos EMH dentro de um EAS não pode ter sua disponibilidade afetada, como por exemplo os equipamentos de suporte a vida. Por fim, um estudo de caso feito pela empresa Hitachi, com o objetivo de prever falhas em sensores de ressonância magnética identificou falhas iminentes meses antes da sua ocorrência, possibilitando a MP do equipamento, como resultado, o tempo de inatividade das maquinas, devido a quebras, foi reduzido em 16.3% (HITACHI, 2017).

2.3.3 Importância do planejamento no contexto hospitalar

Pentón e Martínez (2001), destacam que nos hospitais, a manutenção é essencial no aprimoramento da qualidade em serviços assistenciais oferecidos à população, os quais serão afetados, por mais qualificado que seja a equipe multidisciplinar, se não houver a confiabilidade e disponibilidade das instalações e equipamentos. Os autores ainda destacam como peculiaridade os processos produtivos e a assistência a vidas humanas, exigindo, portanto, um alto nível de qualificação no planejamento da manutenção dos equipamentos. Desse modo, os

serviços de manutenção tornaram-se um dos principais pontos para estudos de confiabilidade (LUCATELLI, 2000).

Isto posto, a manutenção deve ser vista como um ponto importante da gestão hospitalar e não como um serviço secundário. O engenheiro clínico deverá participar ativamente na efetivação do plano estratégico da instituição, podendo ajudar a aperfeiçoar a utilização dos recursos, minimizar custos de operação como planejar novos métodos de manutenção, garantindo, principalmente, a segurança do paciente (DAVID, 1985).

É possível entender quantitativamente a importância do setor de engenharia clínica em um EAS através de um estudo realizado no Hospital das Ciências da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU). Os resultados mostram uma redução de aproximadamente 20% nas manutenções corretivas e cerca de 65% no montante global de gastos com contratos de manutenções, em consequência, a economia gerada pela gestão, para o hospital, foi de aproximadamente 2 milhões de reais durante o período de estudo e a economia acumulada em nove anos foi de aproximadamente 8 milhões de reais. Portanto, a gestão em EC no estabelecimento possibilitou uma redução significativa nos custos por meio da formação e capacitação da equipe multidisciplinar e melhoria no planejamento das manutenções (SOUZA; MILAGRE; SOARES, 2012).

2.4 CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS

Podemos perceber a importância no planejamento da manutenção em equipamentos nas empresas, uma vez que os recursos financeiros, mão-de-obra e tempo, são limitados. Isto posto, faz-se necessário priorizar as manutenções, buscando garantir a confiabilidade dos ativos. De acordo com Macedo (2011), a prioridade dos processos organizacionais pode ser alterada e a equipe de manutenção deverá estar atenta a mudanças, para garantir a máxima disponibilidade e confiabilidade das instalações e equipamentos. Portanto, quanto maior o risco causado pela falha ou defeito do equipamento dentro de uma organização, mais crítico ele se torna.

No que se refere a EMH, alguns podem falhar sem verdadeiramente afetar a assistência e/ou segurança dos pacientes e profissionais do EAS. Todavia, existem

equipamentos que, devem estar em perfeito funcionamento. Por isto, a equipe de manutenção deve classificar os equipamentos de acordo com seu grau de criticidade, priorizando os mais críticos nos serviços de manutenção (SIGMA, 2018). Para Pinto (2002), a equipe necessita monitorar os equipamentos de acordo com seu grau de criticidade, os profissionais devem levar em conta fatores como: valor do equipamento, segurança, número de equipamentos reservas e importância no processo produtivo. Logo após, é atribuído pesos para os critérios estabelecidos anteriormente, podendo variar em uma escala de não crítico até crítico.

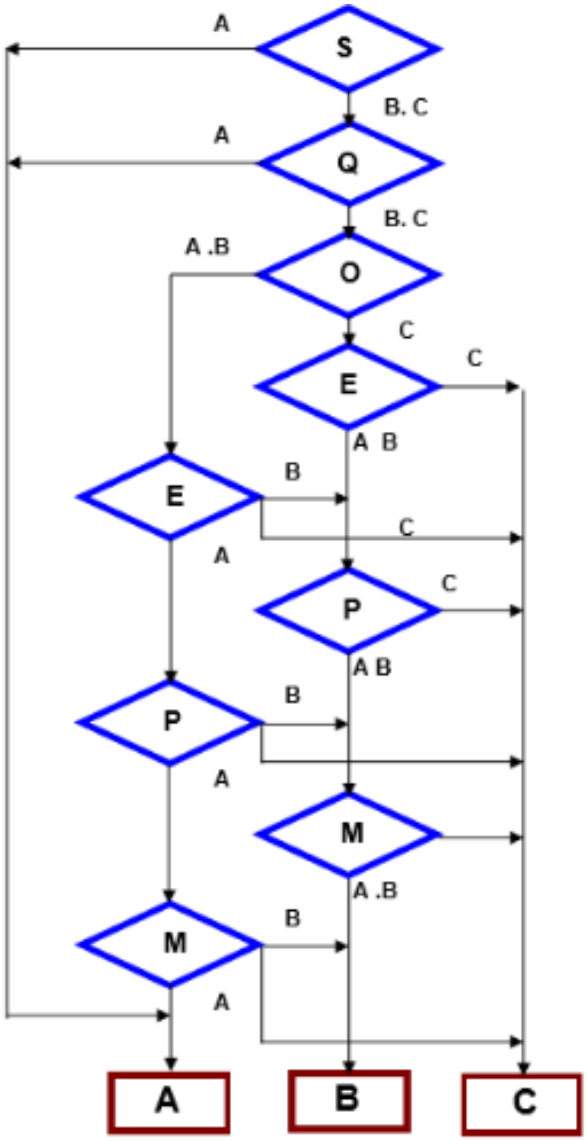
A Equipacare (2018), empresa privada que presta serviços de engenharia clínica, prioriza as manutenções dos equipamentos pelo método criticidade apresentada pela RDC nº 185, de 22 de outubro de 2001, que classifica os equipamentos de acordo com as especificidades dos EAS a parti de critérios como:

- Aplicação;
- Consequências pôs falha;
- Tipo de contato das partes do equipamento nos pacientes;
- Tempo de exposição;
- Tecnologias utilizadas.

Além disso, a empresa classifica os equipamentos pela sua importância estratégica no processo produtivo dentro das organizações hospitalares. A metodologia utilizada classifica os equipamentos de acordo com: função do equipamento, risco físico ao paciente e/ou operador e grau de importância ABC.

Por fim, Cyrino (2018), destaca a classificação ABC, baseada no teorema do economista Vilfredo Pareto. Esse método prioriza equipamentos e maquinas através de um fluxograma focado em critérios de criticidade, como: segurança e meio ambiente, qualidade do produto, condições de entrega, índices de paradas (confiabilidade), condições de operação e manutenibilidade. Podemos observar na Figura 8, o fluxograma do tipo decisório.

Figura 8 - Fluxograma para decisão de nível de criticidade



Fonte: CYRINO (2018)

Ainda de acordo com Cyrino (2018), é necessária uma base de critérios de criticidade que permita os administradores definir uma classificação. A Tabela 2, apresenta um exemplo de base de critérios.

Tabela 2 - Critérios para avaliação de criticidade em equipamentos e máquinas

FATORES DE AVALIAÇÃO	FATORES DE AVALIAÇÃO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO		
		A	**B**	**C**
S	**Segurança e Meio ambiente**	Caso sofra parada, provoca acidente grave e problemas de contaminação com o meio ambiente.	Caso sofra parada, pode provocar acidente material, mas não com o meio ambiente.	Caso sofra parada, sem probabilidade de provocar qualquer tipo de acidente, nem tampouco com o meio ambiente.
Q	**Qualidade do Produto**	Caso sofra parada, haverá com certeza queda de qualidade e geração de refugos podendo gerar reclamações de clientes.	Caso sofra parada, haverá possíveis queda de qualidade e poucos refugos, sem possibilidade de reclamações de clientes.	Caso sofra uma parada, não haverá queda na qualidade e poucos refugos, sem possibilidade de reclamações de clientes.
O	**Condições de Operação**	tempo de utilização ao mês ≥ 90%	50% ≤ tempo de utilização ao mês < 90%	tempo de utilização ao mês < 50%
E	**Condições de entrega**	Caso sofra uma parada, pode parar uma linha de produção sem nenhuma alternativa a curto prazo.	Caso sofra uma parada, pode parar uma linha de produção, porém com alternativas imediatas.	Caso sofra uma parada, não interfere na linha de produção e, com outras alternativas imediatas.
P	**Índices de parada**	MTBF < 15 horas	15 horas ≤ MTBF ≤ 30 horas	MTBF > 30 horas
M	**Manutenibilidade**	MTTR > 2 horas	1 hora ≤ MTTR ≤ 2 horas	MTTR < 1 hora

Fonte: Adaptado de CYRINO (2018)

Percebemos que o estudo e a classificação de criticidade são extremamente importantes para uma organização no que se refere a processos de produção. Após a aplicação da metodologia ABC, a equipe de manutenção poderá classificar em classes os equipamentos e maquinas da instituição de acordo com seus princípios. Podemos destacar um plano de ação de uma instituição hospitalar da seguinte forma: Equipamentos de classe A, contemplariam manutenção preditiva e preventiva com analises de falhas; Equipamentos de classe B, receberiam manutenção

preditiva e preventivas; Equipamentos classe C, receberiam manutenção corretiva, com monitoramento de falhas através de manutenção preditiva.

2.5 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL

Como dito anteriormente, vivemos em constante evolução tecnológica, essas transformações exigem das organizações empresariais uma gestão estratégica dos processos que formam seu modelo de negócio.

Para Bazzotti e Garcia (2006), a tecnologia fornece meios para gerar informações, sem a utilização dessas ferramentas uma empresa não terá vantagem na competitividade. Segundo Oliveira (2004), a informação é extremamente importante, pois quando formalmente estruturada, associa os subsistemas e habilita a empresa a efetivar seus objetivos. Podemos concluir ainda que a informação atrelada a tecnologia proporciona aos sistemas a capacidade de processar inúmeros dados, reduzir incertezas, e consequentemente, elevar a qualidade de processos decisórios. Entretanto, esses benefícios não resolverão problemas se os sistemas (etapas, fluxo de dados, rotinas) não forem coordenados constantemente (JUNGER, 2015).

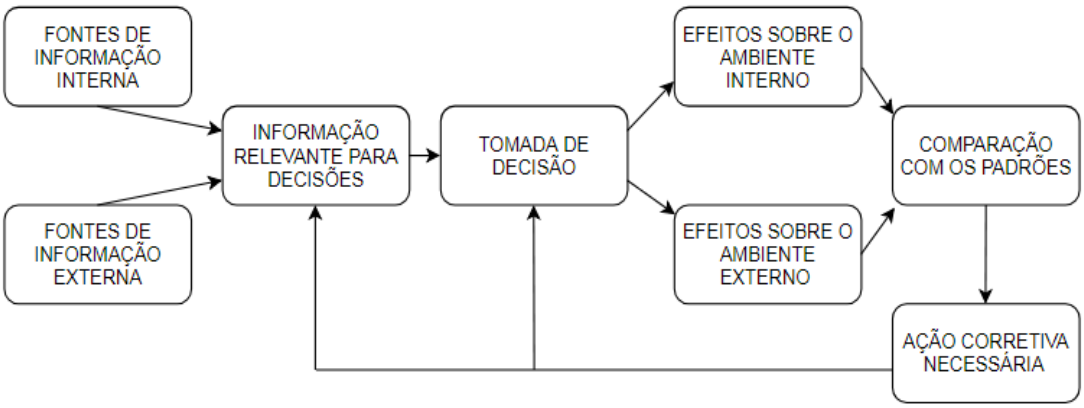
Os Sistemas de Informações Gerenciais (SIGs) dão suporte aos planejamentos estratégicos, organização e controle de uma instituição, fornecendo dados seguros e praticamente imediatos para toda equipe. Oliveira (2004), define o SIG como um conjunto de subsistemas, visualizados integralmente capazes de gerar informações úteis que auxiliam processos decisivos de uma empresa. Stair (1998), define que, o objetivo do SIG é fazer com que as empresas alcancem suas metas, paralelamente fornecendo informações a quem as coordena, podendo esses, organizar, controlar e planejar os processos com mais eficiência.

Diante disso, para que os sistemas auxiliem as tomadas de decisões nas organizações, torna-se indispensável a compreensão dos coordenadores quanto aos elementos e suas interações, relacionado ao desenvolvimento desses sistemas, para que, desta forma, certifique seu bom funcionamento. Nessa contextualização, Bazzotti e Garcia (2006) considera que para existir uma interação entre os meios, deve-se inserir dados de fontes externas e internas no sistema, com o intuito de concretizar os objetivos da instituição. Esses associam fontes externas ao

relacionamento com fornecedores, acionistas, concorrentes e clientes. Por outro lado, as fontes internas estão relacionadas ao banco de dados da empresa.

Ainda de acordo com Oliveira (2004), a grande maioria das empresas que utilizam sistemas informatizados, dispõe de dados, mas não podem ser utilizados para tomada de decisões, pois antes esses dados brutos devem passar por um processo de conversão e transformação, tornando-os efetivamente informações. É nesse estágio que os SIGs atuam, compilam os dados destes conjuntos de dados em informações processadas. Na Figura 9, é ilustrado o fluxograma de um SIG.

Figura 9 - Fluxograma de um SIG



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA (2004)

Há uma certa dificuldade em avaliar quantitativamente as vantagens desses sistemas. Todavia, para Oliveira (2004) os SIGs, sob certas condições, trazem como benefícios para as empresas as seguintes questões:

- redução dos custos;
- melhoria no acesso às informações, possibilitando relatórios seguros e imediatos;
- melhoria na produtividade;
- melhoria nos serviços prestados;
- melhoria na tomada de decisões, por meio do fornecimento de informações rápidas e seguras;
- melhoria na estrutura organizacional da empresa, por facilitar o fluxo de informações;
- otimização na prestação de serviços;

- redução do grau de centralização de decisões da empresa;
- redução da mão-de-obra burocrática.

Entende-se, portanto, que os sistemas, mediante a informações rápidas e precisas, impulsionam vantagem competitiva as instituições, dando-lhes benefícios incorporados, como por exemplo: rapidez na comunicação entre setores; facilidade no acesso a informações e progresso nas tomadas de decisões. Miranda (2010) conclui que essas atribuições, no presente, são imprescindíveis para uma organização visto que o tempo está cada vez escasso, portanto, quanto mais processos informatizados para tomadas de decisões, mais vantagens para o setor de aplicação.

A integração de sistemas deve ser levada em conta na busca da otimização de processos dentro de todos os setores de uma instituição. Para isso os softwares aplicados dentro da organização devem ser totalmente modulares para futuras implementações. Para Martins (2005), a integração de sistemas é um processo complexo e apresenta diferentes visões. Entende-se por integração de sistemas o compartilhamento de informações e processos entre aplicações distintas em uma rede dentro de uma organização. Esse compartilhamento de informações entre softwares distintos permite às organizações um maior controle de dados entre seus setores. Os principais benefícios associados a esta atividade são:

- Atomização e execução de processos;
- Visão ampla da instituição sobre seus sistemas;
- Melhor otimização de processos;
- Relatórios mais completos;
- Aproveitamento de sistemas já implantados na organização;
- Preparação para futuras integrações.

2.6 DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES *WEB*

Segundo Souza (2007), as aplicações *web* são sistemas de informática desenvolvidos para usuários através de um navegador, promovendo informação e armazenamento de dados.

A primeira geração de sistemas *web* comtemplava páginas estáticas desenvolvidas à mão. Em seguida, a segunda geração formada por páginas dinâmicas eram geradas automaticamente por *templates* e tinham acesso a banco de dados. A *HyperText Markup Language* (HTML) simplificou o desenvolvimento desses sistemas, mas possuía algumas limitações, fazendo com que os desenvolvedores buscassem inovações para resolver questões como segurança de informações (CAMARGO, 2010; CASTRO, 2005). Diante disso, é importante conhecer e dominar algumas linguagens de programação antes de desenvolver um sistema. Podemos destacar as mais usadas: HTML, *Cascading Style Sheets* (CSS) e Javascript.

As linguagens de programação podem ser divididas em duas camadas que costumam ter maior relevância no desenvolvimento de tecnologias, sendo estas o *front-end* e o *back-end*. As linguagens *front-end* é uma abstração para algumas funções do sistema, são caracterizadas por ter interação direta com o usuário, como por exemplo o cadastro de novos dados ou a listagem dos mesmos. Já o *back-end* tem como objetivo processar essas informações para o *front-end*. Portanto, o código *front-end* são interpretados pelos navegadores, enquanto que o código *back-end* pela máquina servidora (DANTAS, 2016).

De acordo com Noergaard (2005), podemos destacar algumas vantagens no desenvolvimento de aplicações *web*:

- Uniformidade: documentos criados a partir de aplicações *web* podem utilizar uma estrutura comum, facilitando a manipulação das informações;
- Liberdade: as aplicações web permitem que o usuário acesse as informações de qualquer lugar com acesso disponível;
- Separação de estrutura e apresentação: o usuário poderá modificar a forma de apresentação, sem alterar a estrutura do sistema, de acordo com suas necessidades, portanto, permitindo uma maior flexibilidade na utilização do documento;
- Acessibilidade: as aplicações permitem que pessoas com algum tipo de deficiência tenha acesso a aplicações *web*.

Mas como toda inovação tecnológica, os sistemas *web* possuem algumas desvantagens. Ainda de acordo com Noergaard (2005), essas desvantagens podem ser observadas abaixo:

- Segurança: não existe aplicações totalmente seguras, no que se refere a aplicações conectadas à internet;
- Estabilidade: sistemas *web* podem sofrer instabilidades;
- Conectividade: algumas informações do sistema só podem ser acessadas via conexão com a internet ativa, portanto, a qualidade da conexão influencia diretamente na usabilidade.

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento da aplicação é fundamentado na arquitetura padrão dos sistemas de gestão informatizados já presentes em alguns EAS. O levantamento de requisitos, a modelagem e o desenvolvimento do sistema ocorreram mediante a leitura de artigos científicos, trabalhos e livros que serviram como referencial para elaboração deste trabalho. Além disso, foi preciso entender as necessidades dos EAS quanto a gestão de fluxos operacionais que envolvem a EC.

O diferencial do sistema modelado é a rastreabilidade dos equipamentos que dão suporte aos pacientes em seus leitos dentro do EAS, além disso, a tecnologia reúne os principais requisitos dos sistemas já no mercado.

Neste capítulo, é apresentada a estrutura metodológica do sistema. A seção 3.1 apresenta os requisitos estudados para o desenvolvimento do sistema. A seção 3.2 expõem as tecnologias utilizadas para modelagem. Já na seção 3.3 a arquitetura do sistema é descrita de modo que seus diagramas são detalhados individualmente.

3.1 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

Diante da proposta de desenvolvimento do sistema, foi preciso analisar os principais requisitos que o *software* irá complementar. Um sistema de gestão hospitalar eficiente, permite, por exemplo:

- Atendimento mais rápidos aos pacientes;
- Redução de custos;
- Organização e segurança das informações;
- Confiabilidade dos equipamentos;
- Disponibilidade dos equipamentos e;
- Segurança aos pacientes.

Além disso, um *software* de gestão hospitalar deve ter como requisito o controle de dados dos principais indicadores de EC. Mesmo não sendo implementado ao sistema neste trabalho, foi elaborado uma tabela separando os

indicadores como: temporais, de qualidade e de custo para futura implementação. A Tabela 3 mostra os indicadores estudados.

Tabela 3 – Indicadores da EC

Temporais	**Qualidade**	**Custo**
Parada de um EMH	Disponibilidade do EMH	MC/EMH
Tempo médio entre falhas	OS/Mês	Renda e Custo/Mês
Tempo médio de reparo	Confiabilidade do EMH	Depreciação do EMH
Tempo médio para internação	OS/Setor	Leito de UTI parado/Dia
Tempo médio de alta até a liberação do leito	-	-

Fonte: Autoria Própria (2019)

Na etapa de pré-desenvolvimento de *software,* foi preciso entender e estudar as atuais necessidades dos EAS. Portanto, alguns critérios foram considerados para as implementações da aplicação. Inicialmente foram definidos os seguintes requisitos funcionais do sistema:

I. O sistema deve permitir o cadastro e consulta de ordens de serviço;
II. O sistema deve permitir o cadastro e consulta dos equipamentos que fazem parte do parque tecnológico do estabelecimento;
III. O sistema deve permitir o cadastro de planos de manutenção preventiva para os equipamentos;
IV. O sistema deve permitir o controle das movimentações dos EMH dentro do estabelecimento;
V. O sistema deve permitir o cadastro de usuários;
VI. O sistema deve permitir a rastreabilidade dos EMH que dão suporte aos pacientes nos leitos da UTI e;
VII. O sistema deve permitir o controle do fluxo de internações do estabelecimento;

VIII. O sistema deve permitir o cadastro e atualização de informações referentes a contratos de serviço e aquisições.

3.2 ASPECTOS TÉCNICOS DO SISTEMA

Uma aplicação web, normalmente, utiliza-se de no mínimo dois computadores, no sentido de dispositivo computacional, um deles é o que o usuário tem contato direto e o outro é o servidor que comumente não é acessível fisicamente e até sua localização é desconhecida e irrelevante. Dado esse cenário, fica perceptível que existe a necessidade de desenvolvimento de dois softwares, o que irá ser executado pelo servidor e o que será executado no dispositivo do usuário, como discutido na seção 2.6, dizemos que os softwares que rodam no servidor são de *back-end* e os que rodam no dispositivo do usuário são *front-end*.

O *software* Visual Studio Code foi utilizado como ferramenta para escrita dos códigos do sistema. O Bitbucket foi utilizado como repositório *web* da codificação da aplicação. Por fim, o Digital Ocean foi utilizado como servidor após cada recurso ser finalizado e carregado. O projeto foi modelado e testado em uma máquina com sistema operacional *Windows*, processador i5 M480 e 3GB RAM.

3.2.1 Tecnologias *Front-end*

As linguagens *front-end* necessárias para o desenvolvimento da aplicação foram HTML, CSS, ECMAScript e Typescript. A linguagem de marcação HTML é interpretada por todos os navegadores existentes, basicamente, tudo que é exibido nesses navegadores é feito com essa linguagem. A linguagem CSS é usada para estilizar elementos escritos em uma linguagem de marcação. Já o ECMAScript (Javascript) é responsável por conter toda a lógica da aplicação. Quando executado em um navegador, ele pode administrar eventos, realizar modificações, fazer comunicação com o servidor e outros recursos avançados. Por fim, o Typescript é uma linguagem que se intitula como um superconjunto do ECMAScript, em outras palavras, ela é o próprio ECMAScript com mais recursos. No projeto do SIGEL todo o código *front-end* é escrito em Typescript e, antes de ser colocado em funcionamento, foi compilado para ECMAScript.

3.2.2 Tecnologias *Back-end*

No que se refere a tecnologias *back-end*, foi utilizada a linguagem PHP e os softwares MySQL e Apache. A linguagem PHP foi utilizada para analisar, processar e transformar em ações os scripts do sistema. Toda lógica *back-end* da aplicação SIGEL é escrita e interpretada pelo PHP. O MySQL foi utilizado para gerenciar o banco de dados da aplicação, portanto, é o software responsável por armazenar todos os dados do sistema. Por fim, o Apache foi utilizado para gerenciar a comunicação com a *web*, ou seja, ele recebe requisições, efetua comportamentos predeterminados e devolve uma resposta devidamente formatada.

3.3 MODELAGEM DO SISTEMA DE GESTÃO DE EQUIPAMENTOS E LEITOS (SIGEL)

A modelagem da aplicação se deu a partir da elaboração de diagramas utilizando a linguagem de modelagem unificada (UML). O propósito da UML é fornecer ferramentas de análise, design e implementação que auxiliem o desenvolvedor a modelar processos de negócios, fazendo assim uma simulação do que o modelo proposto deverá fazer quando concluído.

Foi utilizado dois tipos de diagramas UML na modelagem do SIGEL. O primeiro diagrama desenvolvido foi o diagrama de casos de uso, esse tipo de diagrama é caracterizado por ser comportamental, ou seja, ele ilustra de forma clara e resumida como os usuários se relacionam com as funcionalidades da aplicação. O segundo, conhecido como diagrama de classes, é caracterizado por ser do tipo estrutural, além disso, é um dos principais diagramas utilizados na modelagem de um sistema. O diagrama de classes especifica os componentes da aplicação e como eles se interligam.

3.3.1 Diagrama de classes do SIGEL

De acordo com a Figura 10, é possível observar as interações entre as tabelas que compõem os módulos da aplicação, bem como os campos de cadastros e tipo de dados inseridos nesses campos. Diante do tamanho do diagrama, foi

preciso selecionar os principais módulos desenvolvidos e mostra-los em diferentes figuras.

A Figura 11 ilustra o módulo Equipamento do sistema. Este módulo precisa de uma instância de Criticidade, Situação, Fornecedores e Local/Setor. O local é preciso se ver de forma genérica, ou seja, que pode ser inclusive um setor do hospital ou até mesmo, futuramente, um veículo. Seguindo a leitura do diagrama, percebe-se que equipamentos pode ter ou não uma imagem. Já Local, diferente das demais, é uma interface, ou seja, é a representação mínima de uma classe. Podemos concluir que as interfaces não podem construir objetos, pois essas não implementam lógica.

A classe que for implementar uma interface, deverá, obrigatoriamente, ter métodos com os mesmos nomes, recebendo e retornando os mesmos tipos que a interface determinar. Ou seja, as interfaces servem para que classes distintas possam satisfazer um serviço especifico. Por exemplo: a Figura 10 nos mostra que Local é uma interface para fazer com que as classes Local ou a classe Setor (LocalGeneric) possam ser vinculadas a outras classes. Neste caso, foi dividido local em duas possibilidades: Local Genérico e Leito. Embora a classe Leito tenha suas características, também é um local, pois, equipamento pode estar ou não localizado em um leito. Então, como Leito e Local Genérico implementam a interface Local, equipamento não precisa conhecer essas classes, apenas a interface Local. Desse modo, a interface Local, é uma forma de evitar que Equipamentos precise conhecer mais de um tipo de classe para mesma finalidade. Futuramente, caso for preciso adicionar mais um tipo de local ao sistema, por exemplo, uma ambulância, cria-se uma classe Veículo implementando a interface Local. Caso isso não fosse feito, a implementação se tornaria muito mais complexa e repetitiva.

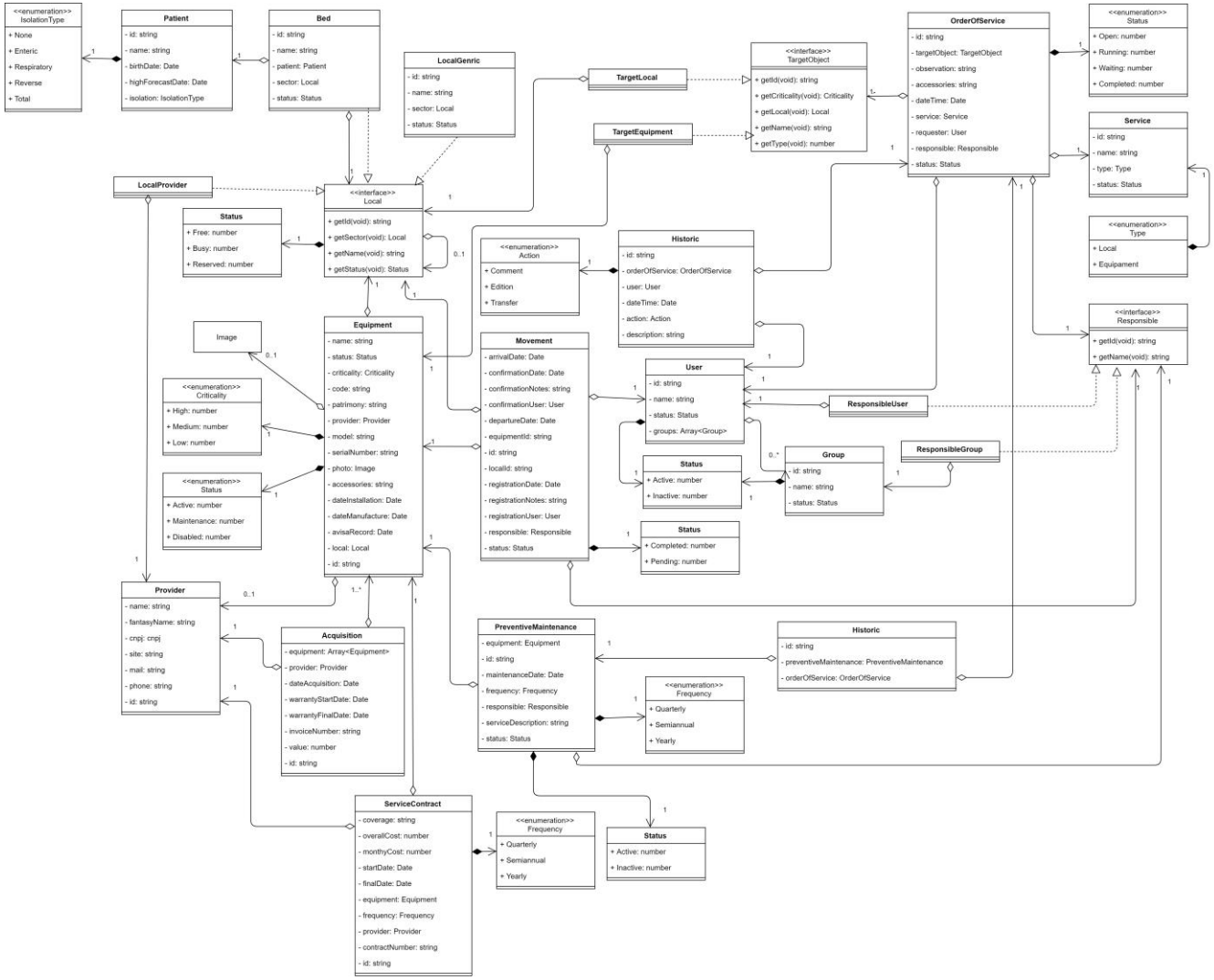
Percebe-se que Local tem uma relação recursiva, ele pode conter uma ou mais instâncias dele mesmo. Isso serve para casos de Locais que tem Setor. Por exemplo: Leito é um local, e esse Leito está em Setor do hospital que também é um local. Ou seja, dentro de um EAS, podemos ter um leito dentro do setor UTI. A seta tracejada está informando que essas classes implementam a interface local, pois, elas possuem todos os métodos específicos na interface.

A Figura 12 representa o módulo OS do sistema. Este módulo precisa de um Usuário para criar a OS, a Situação e o Serviço. O Serviço pode ser voltado para

Equipamento ou Local. Pode-se dizer que limpeza é um tipo de Serviço de Local. No sistema, atualmente, o único serviço disponível para Local é limpeza. As informações referentes ao tipo de serviço (MP, MC, Calibração, Limpeza, Instalação e Treinamento) foram armazenadas no banco de dados. Outra relação é com a interface Responsável. Quem implementa esta interface é a classe Usuário e Grupo. Porém, essa implementação não ocorre de forma direta, foi preciso fazer adaptações para que as respectivas classes conseguissem se candidatar a ser um responsável.

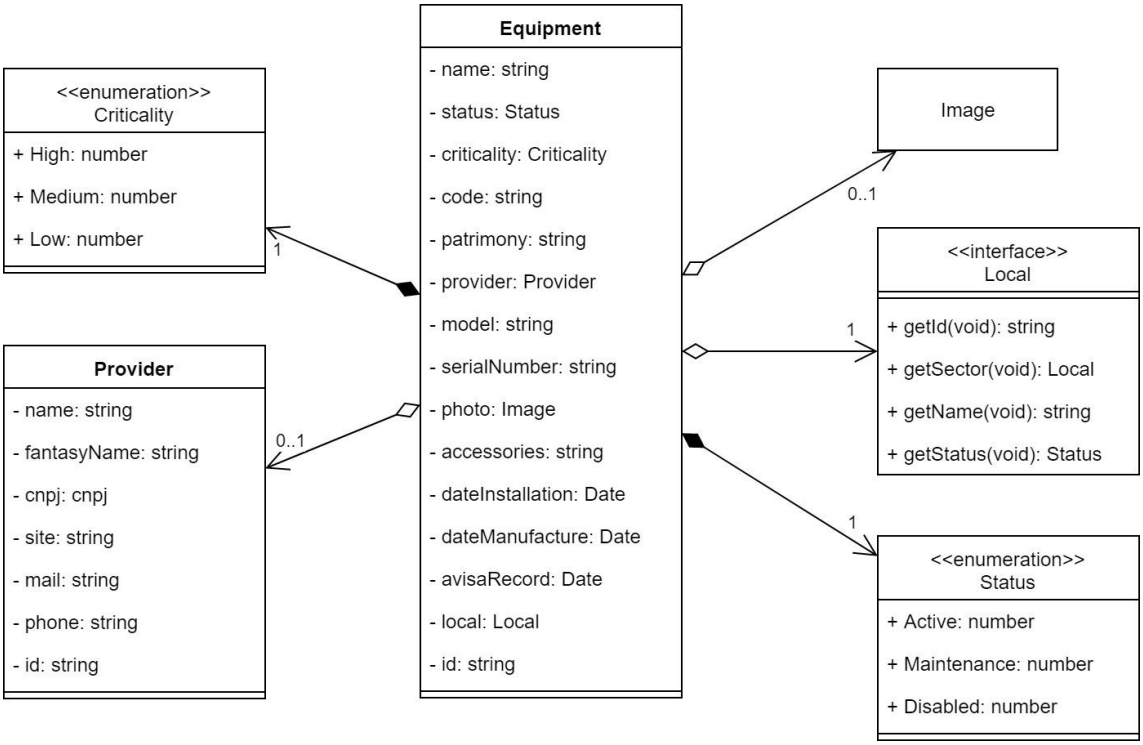
No que se refere a classe Objeto Alvo, foram necessárias as adaptações para fazer o intermédio na classe Local e classe Equipamento, pois essas classes são objetos bem distintos dentro do sistema. Ou seja, Equipamento e Local possuem propósitos diferentes no *software.* Não foi viável fazer Local e Equipamento implementar a interface Objeto Alvo, uma vez que, os objetos precisariam se modificar para atender a um módulo especifico que eles não dependem diretamente. Por exemplo: A classe Equipamento possui criticidade, já a classe Local, não. No sistema desenvolvido a OS baseia sua criticidade com base no seu Objeto Alvo. Portanto, torna-se importante que a interface Objeto Alvo tenha um método para obter Criticidade, como Local não possui, TargetLocal sempre retornará uma Criticidade baixa. Já o TargetEquipment irá retornar à criticidade do Equipamento que ele contém. Por fim, a Figura 13, representa o módulo Leito, a classe Leito se relaciona com Paciente e Local, apenas uma instância para cada. Já a classe Paciente se relaciona com o Enumeration de Isolamento, ou seja, não é possível ter um paciente sem informa se ele possui ou não um tipo de isolamento.

Figura 10 - Diagrama de classes do SIGEL



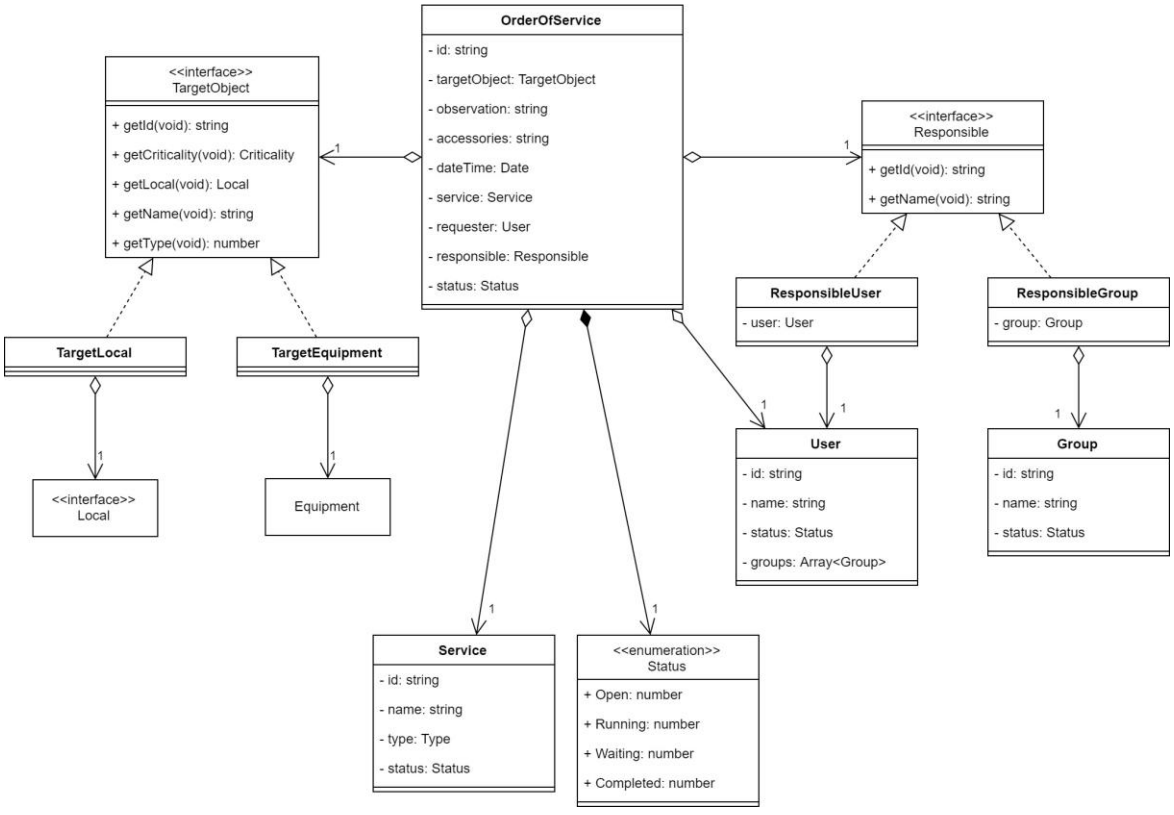
Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 11 - Resumo do Módulo Equipamento



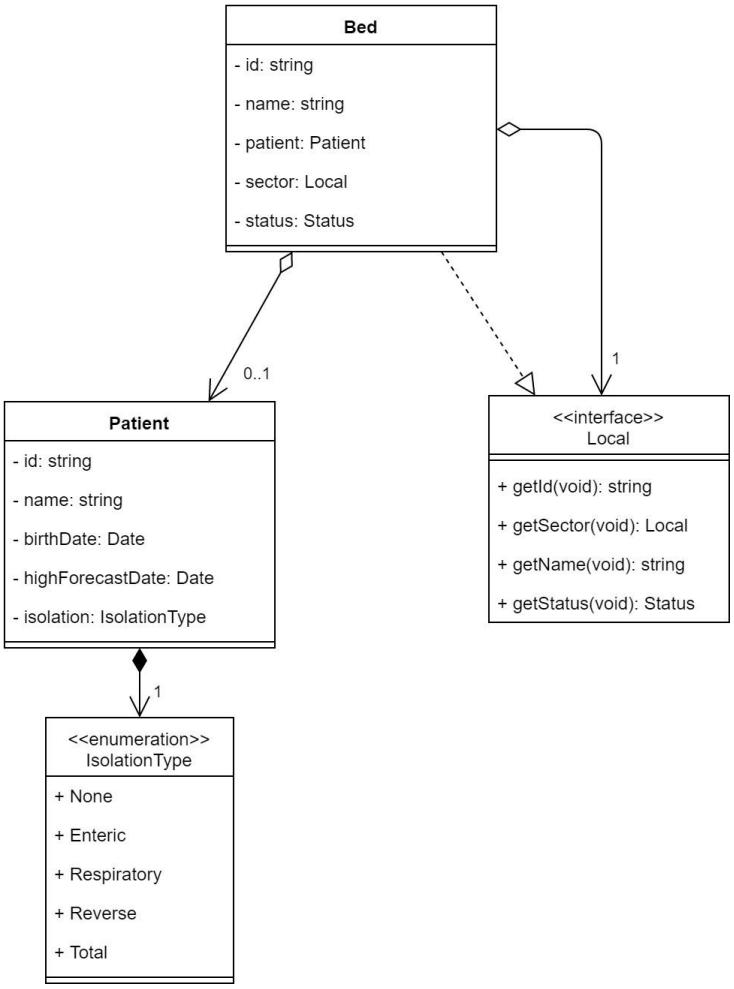
Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 12 - Resumo do Módulo OS



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 13 - Resumo do Módulo Leitos

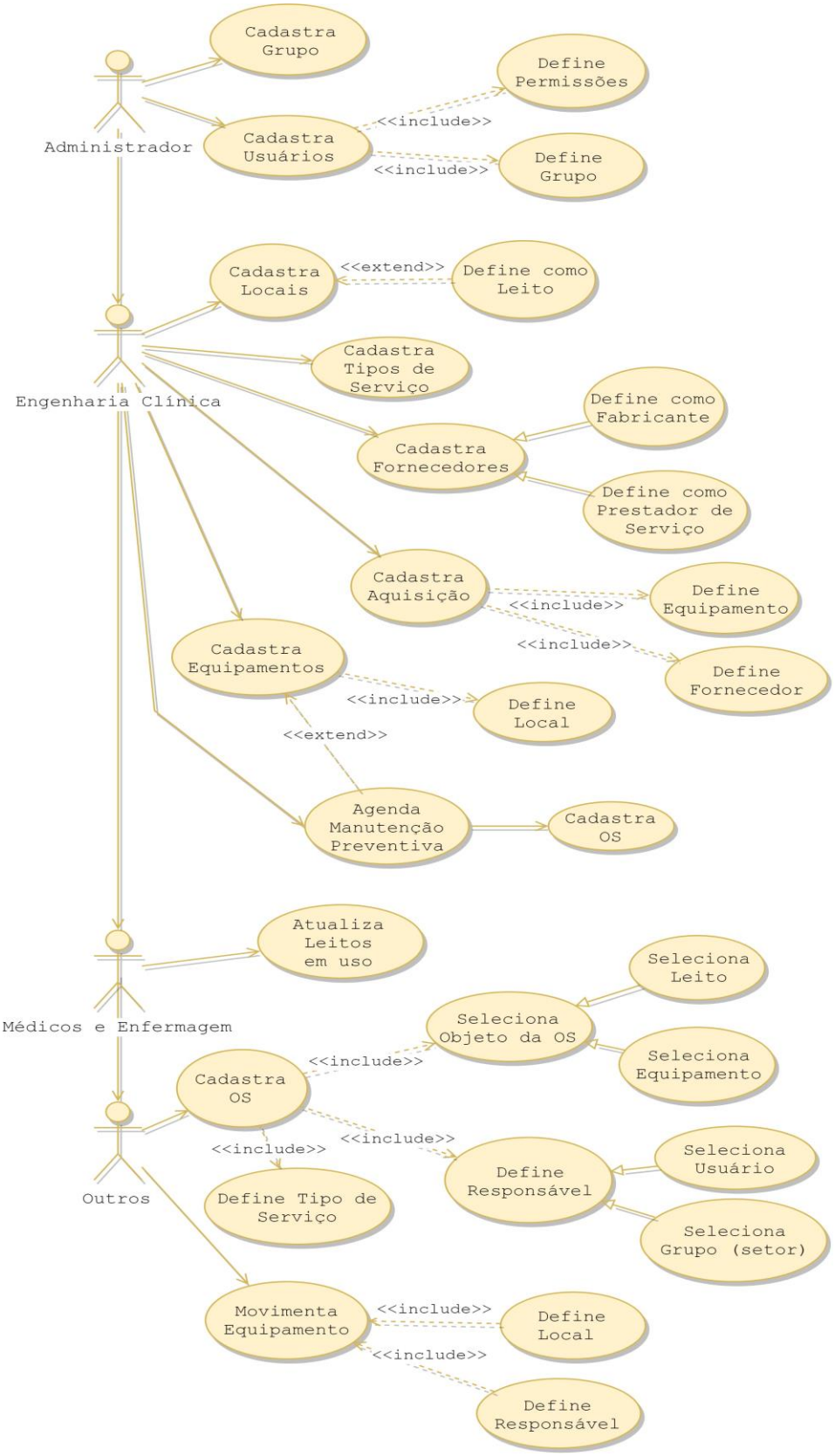


Fonte: Autoria Própria (2019)

3.3.2 Diagrama de casos de uso do SIGEL

O diagrama de casos de uso que foi idealizado para aplicação, explica, de forma resumida, as funcionalidades do *software* permitidas para cada ator. Conforme a Figura 14, estão explanados os atores e suas permissões no *software.*

Figura 14 - Diagrama de caso de uso do SIGEL



Fonte: Autoria Própria (2019)

4 RESULTADOS

4.1 NÍVEIS DE PERMISSÃO

Inicialmente foram definidos três níveis de permissões, cada usuário foi caracterizado segundo sua profissão ou função no sistema como ilustrado na Tabela 4. Os níveis de permissões permitem o controle de acesso às funções do sistema. Refere-se a autorização, um dos principais mecanismos de segurança em sistemas informatizados (Coulouris, Dollimore e Kinberg 2007).

Tabela 4 - Níveis de permissões do sistema

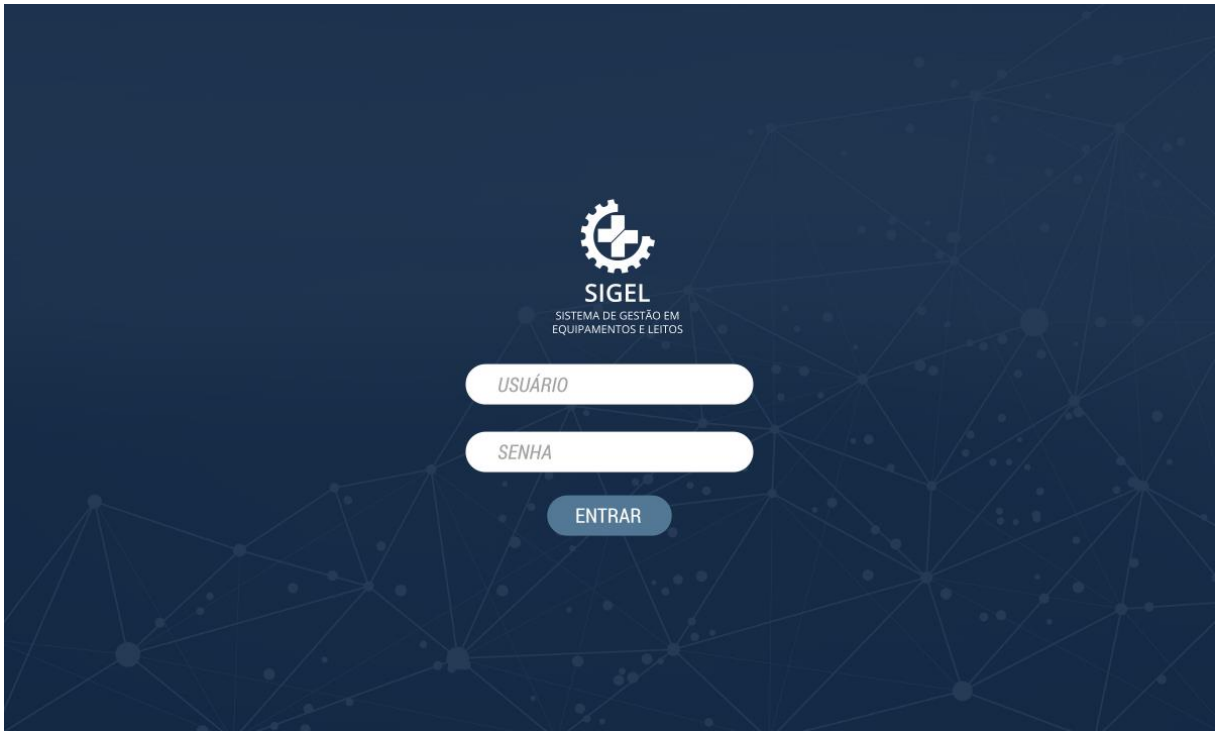
Nível de Permissão	**Profissão**
Alto	Equipe de Engenharia Clínica
Médio	Equipe de Enfermagem e Médicos
Baixo	Outros

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2 MÓDULO AUTENTICAÇÃO

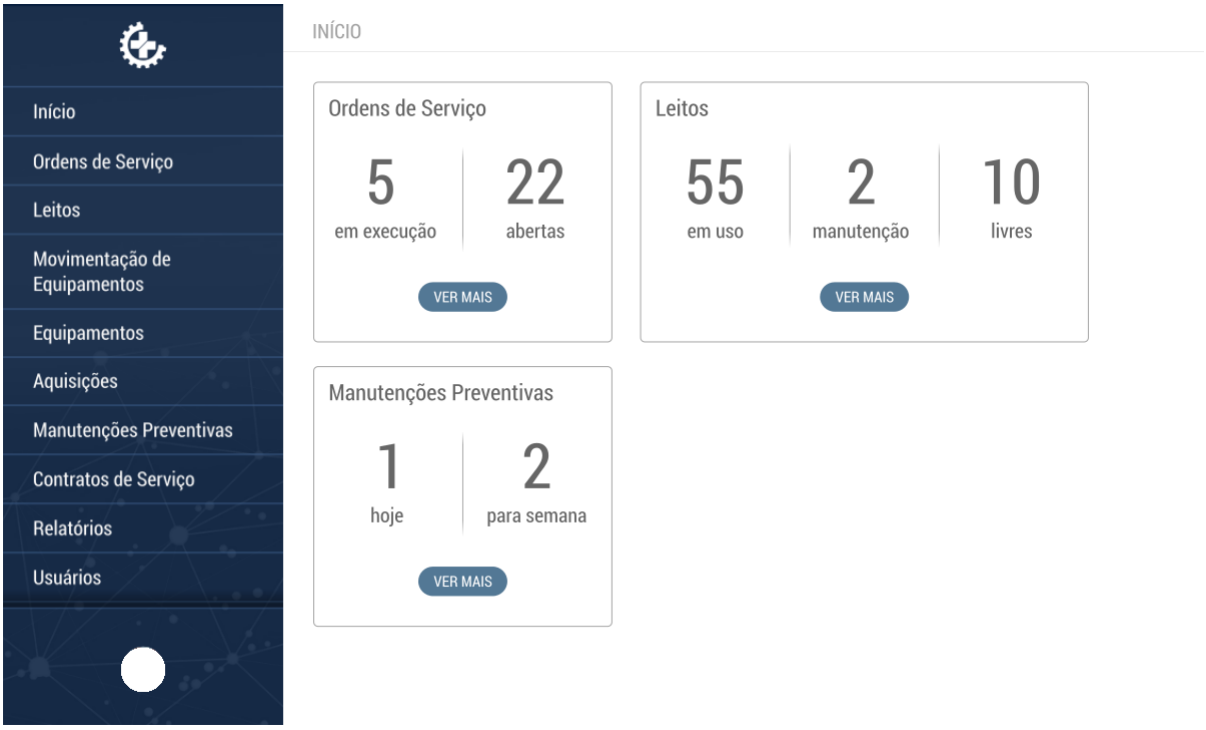
A autenticação é responsável por permitir o acesso a plataforma por parte da equipe multidisciplinar do EAS. O acesso ao sistema se dá por meio de *login* e senha. Caso o usuário tenha esquecido seus dados, poderá solicita-los ao administrador do sistema. Portanto, somente os usuários cadastrados podem ter acesso as funções da plataforma. Na Figura 15 é possível ver a tela de autenticação do SIGEL, enquanto que na Figura 16, podemos ver o menu principal do sistema.

Figura 15 - Tela de autenticação



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 16 - Menu principal



Fonte: Autoria Própria (2019)

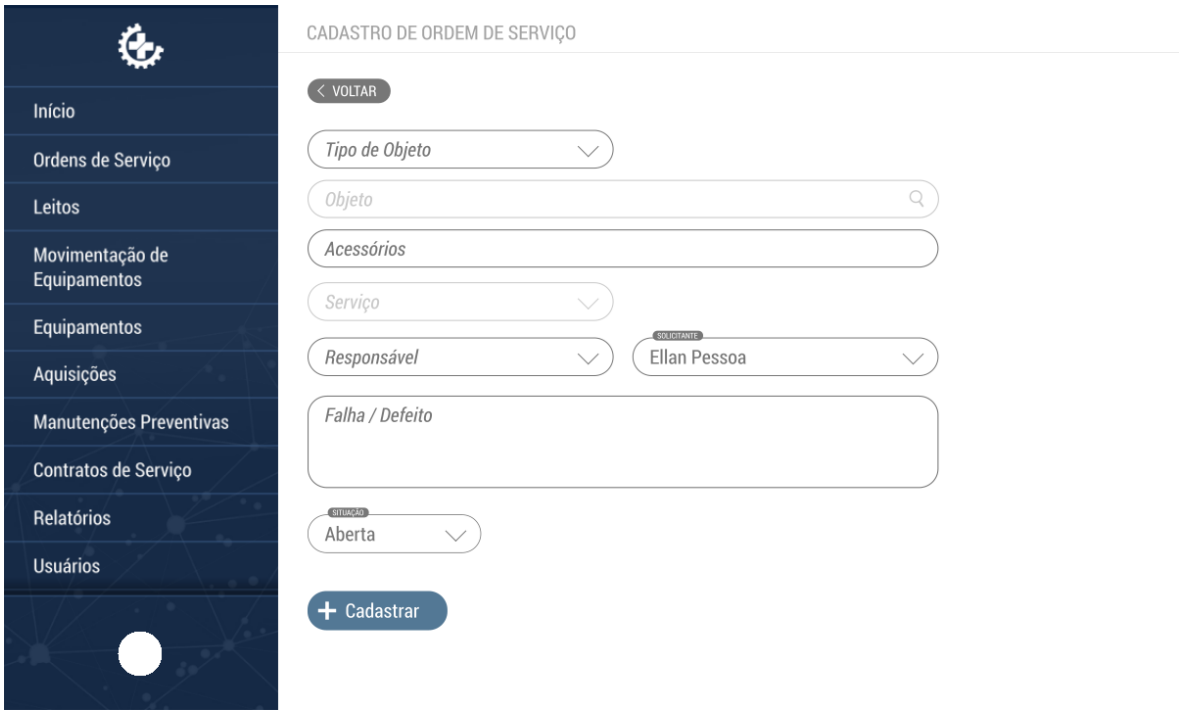
4.3 MÓDULO OS

As informações referentes às ordens de serviço baseiam-se na tabela com os seguintes campos: Código do equipamento, Nome do equipamento, Modelo, Tipo do serviço (corretiva, preventiva, instalação, calibração, treinamento), Acessórios, Falha apresentada, Localização, Data da solicitação (data e hora), Status OS (em execução, aguardando acessório, executada, aberta) e Índice de criticidade. Portanto, neste módulo, será possível, respectivamente, cadastrar OS, Figura 17, consultar OS, Figura 18 e, detalhar uma OS, Figura 19.

Após o cadastro de uma OS, no campo de visualização de OS, o responsável pelo serviço poderá transferir o serviço para outro usuário, fazer observações ou até mesmo parar a execução do serviço, dando prioridade, por exemplo, a outra manutenção corretiva com criticidade mais alta.

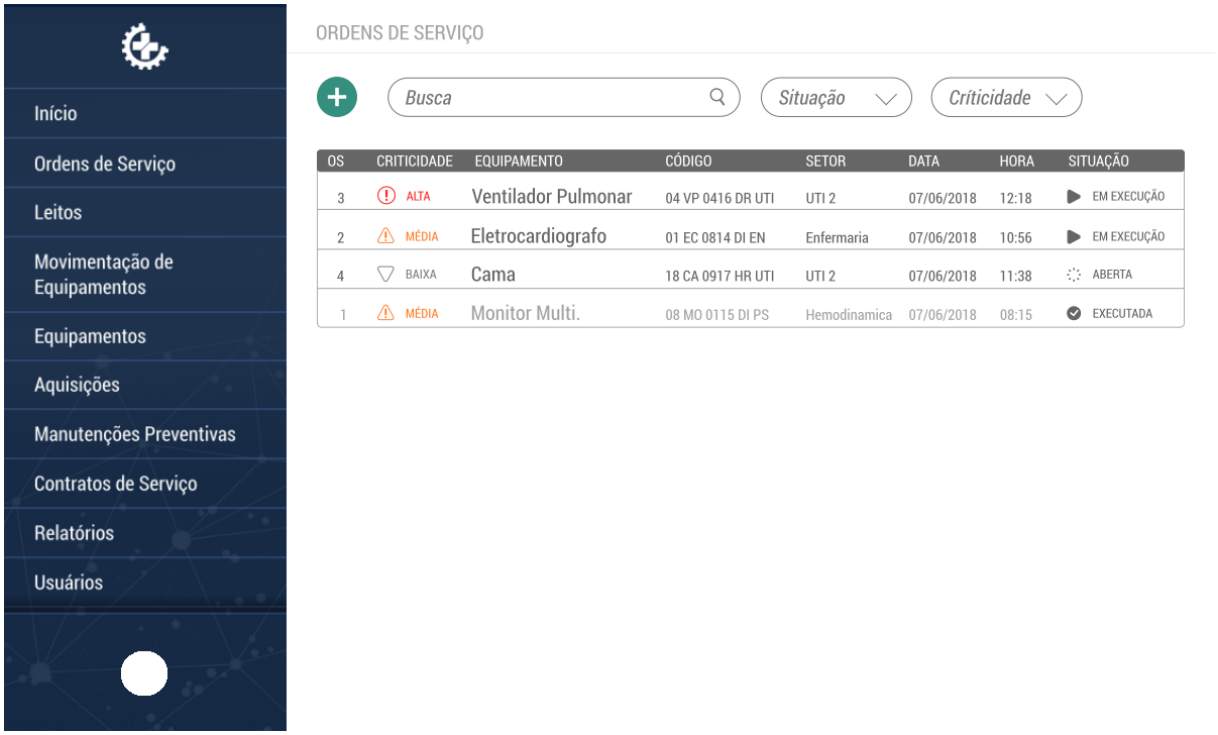
No que tange a classificação dos EMH por sua criticidade, torna-se bastante útil para administração das manutenções por permitir a otimização de programas de MP e estabelecer a melhor forma de priorizar as MC.

Figura 17 - Cadastro de OS



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 18 - OS cadastradas no sistema



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 19 - Informações de OS cadastrada

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.4 MÓDULO LEITOS

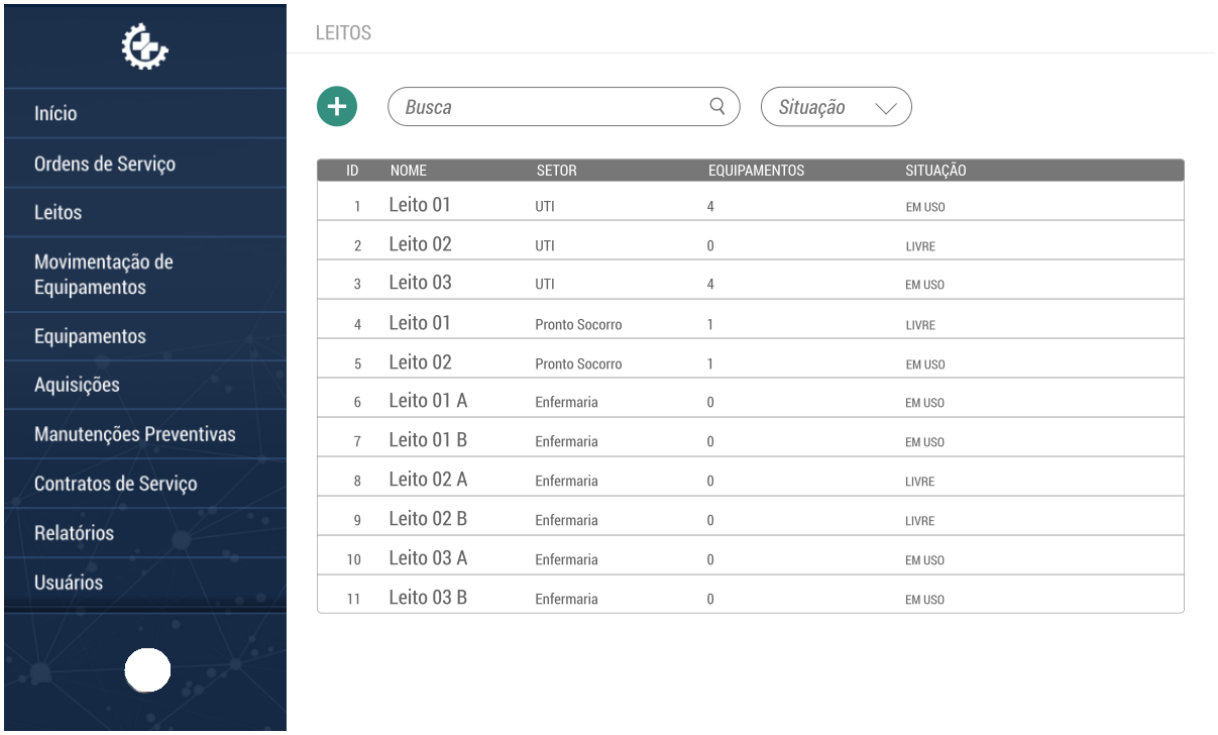
A gestão de leitos quase nunca é levada em conta quando pensamos em aplicações gerenciais voltados para a EC. O controle dos EMH que dão suporte aos pacientes em seus leitos, quanto o mapeamento do fluxo de internações, Figura 20, foi levado em conta na elaboração do projeto. Desse modo, fez-se necessário desenvolver um módulo para essa administração.

Através desta tela, Figura 21, a equipe de engenharia clínica poderá consultar dados dos pacientes internados, como também, cadastrar os EMH que dão suporte aos mesmos nos leitos do estabelecimento. A rastreabilidade dos EMH que dão suporte aos pacientes internados ainda é um assunto pouco explorado. Um estabelecimento que descumpre as medidas de rastreabilidade não está desenvolvendo corretamente o plano de gestão de tecnologias em saúde. Além disso, caso ocorra uma investigação, o estabelecimento não terá informações concretas no que se refere ao atendimento prestado durante o período de internação do paciente.

Nesse módulo, a equipe de enfermagem e engenharia clínica poderá ter acesso a informações como:

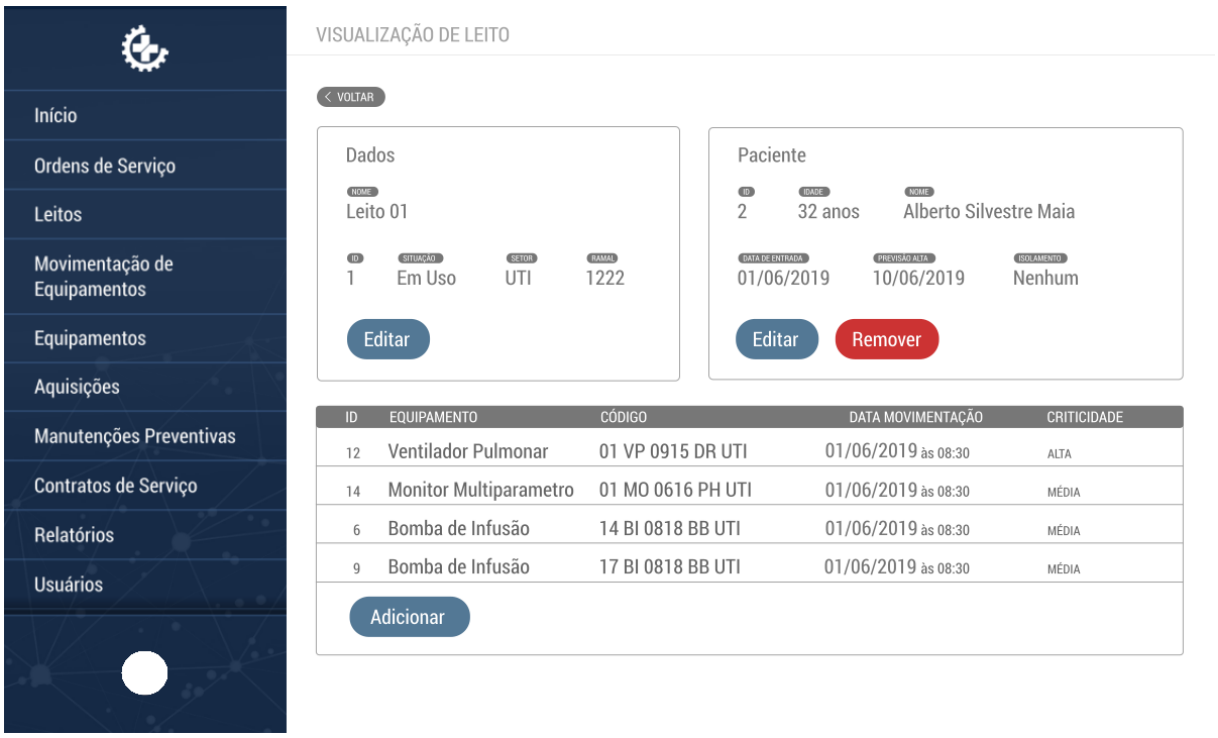
- Dados dos pacientes;
- Controle das ocupações;
- Equipamentos utilizados para o suporte aos pacientes

Figura 20 - Controle das ocupações



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 21 - Informações referentes ao leito, paciente e EMH utilizados



Fonte: Autoria Própria (2019)

4.5 MÓDULO MOVIMENTAÇÕES DE EQUIPAMENTOS

A rastreabilidade dos equipamentos também se engloba nesse módulo, ou seja, os usuários terão controle da localização do ativo. O processo de transferência de equipamentos entre os setores deve garantir integridade e segurança para o paciente e quem o manuseia. As informações que compõem essa tabela são: Nome do equipamento, Código do equipamento, Responsável, Data, Hora e Localização final. Apesar de ser uma tarefa simples esse registro é essencial para o fluxo operacional.

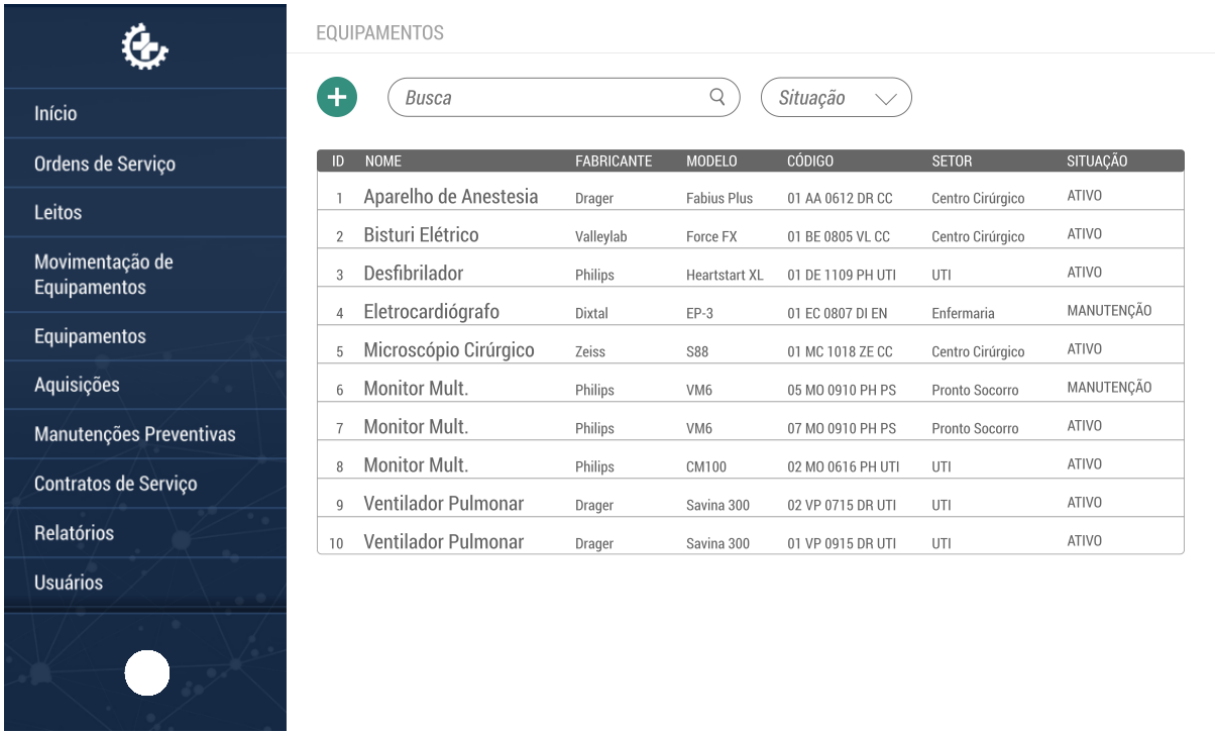
4.6 MÓDULO EQUIPAMENTOS

A gestão do parque tecnológico do estabelecimento é uma das principais funções do Engenheiro Clínico. A equipe de engenharia clínica poderá cadastrar as seguintes informações na tabela dos equipamentos: Nome do equipamento, Número de série, Número do patrimônio, Localização, Fabricante, Modelo, Status equipamento (ativo, em manutenção ou desativado), Data de fabricação, Data de instalação, Foto, Código do equipamento, Acessórios, Registro Anvisa e Criticidade. A Figura 22 ilustra as informações cadastradas de um equipamento. Já a Figura 23 mostra todos os equipamentos cadastrados no sistema.

Figura 22 - Informações do equipamento no sistema

Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 23 - Lista de equipamentos cadastrados no sistema

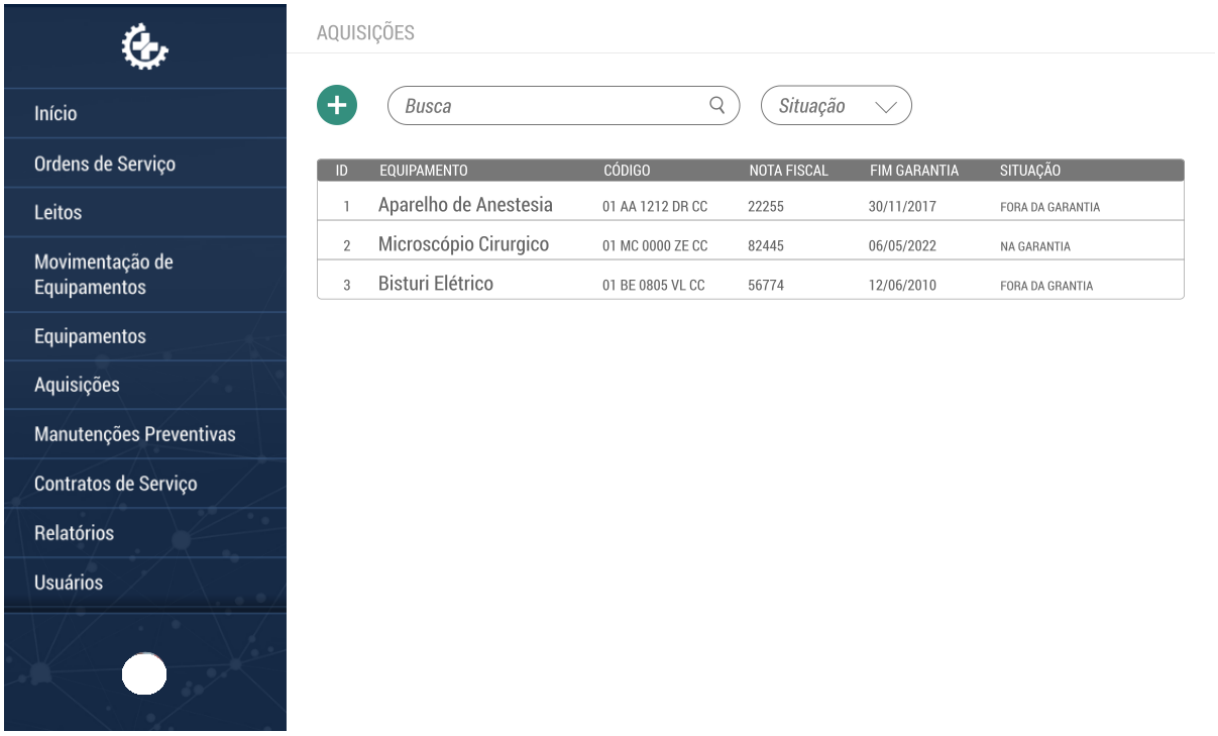


Fonte: Autoria Própria (2019)

4.7 MÓDULO AQUISIÇÕES

O cadastro das informações referentes a novas aquisições se dará por meio desta tela, Figura 24. Neste módulo, a equipe de engenharia poderá cadastrar e consultar dados como: Equipamento, Fornecedor, Data de aquisição, Início da garantia, Fim da garantia, Número da nota fiscal, Valor e, Situação.

Figura 24 - Lista de aquisições cadastradas



Fonte: Autoria Própria (2019)

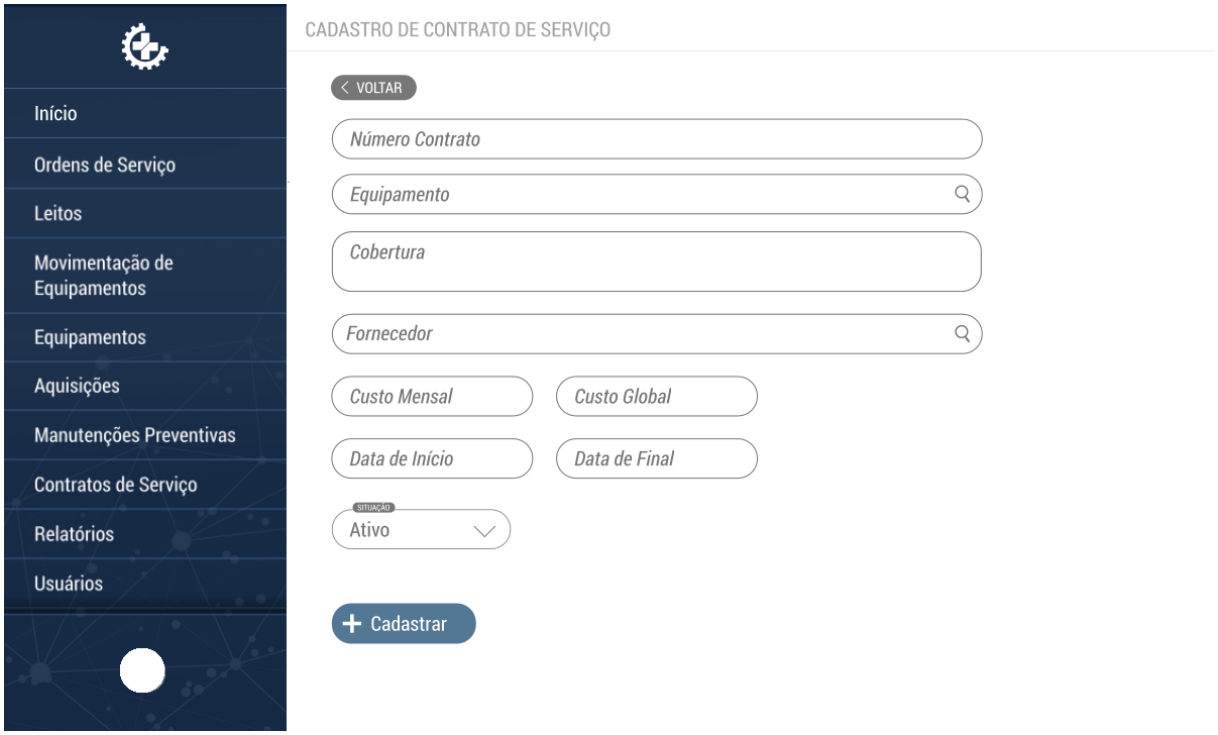
4.8 MÓDULO MANUTENÇÕES PREVENTIVAS

Através deste módulo, a equipe de engenharia clínica poderá cadastrar cronogramas de manutenções preventivas para os EMH, além disso, a equipe poderá consultar o histórico das MP já realizadas no EAS.

4.9 MÓDULO CONTRATOS DE SERVIÇOS

O cadastro das informações referentes aos contratos de serviço terceirizado se dará por meio desta tela, Figura 25. Neste módulo, a equipe poderá cadastrar e consultar dados como: Número do contrato, Equipamento, Cobertura, Fornecedor, Custo mensal, Custo global, Data de início do contrato, Data final do contrato e Situação.

Figura 25 - Cadastro de contratos de serviço terceirizado



Fonte: Autoria Própria (2019)

5.0 MÓDULO USUÁRIOS

As informações deste módulo, são restritas aos administradores. Nesta opção é possível gerenciar permissões, ou seja, permitirá a criação de novos usuários, atualizar informações, atribuir novas permissões, bem como, excluir usuários já cadastrados na plataforma.

5.1 MÓDULO FORNECEDORES

Através deste módulo, a equipe de engenharia clínica poderá fazer o cadastro de informações referentes aos fornecedores. Esses dados servirão de base para o

Módulo Aquisição e Contratos de Serviço. Os campos da tabela de fornecedores são constituídos por: Nome fantasia, Razão social, CNPJ, Site, E-mail e Número de telefone.

5.2 MÓDULO PACIENTES

Neste módulo a equipe de enfermagem e os médicos poderá cadastrar e atualizar as informações dos pacientes internados no estabelecimento. Estes dados servirão de base para o Módulo Leitos. Este módulo traz como vantagem, por exemplo, impedir que o mesmo paciente esteja cadastrado em dois leitos simultaneamente e, caso seja preciso mudar o paciente de leito, será possível associar os dados do mesmo com outro leito, sem precisar remover informações cadastradas. Os campos dessa tabela são constituídos por: Id, Nome do paciente, Idade, Tipo de isolamento, Data de entrada e Data de previsão de alta.

5.3 MÓDULO LOCAIS

Neste módulo, a equipe de engenharia poderá cadastrar novos locais e/ou setores do estabelecimento, como também atualizar informações cadastradas anteriormente. O código do sistema desenvolvido, possibilitará até a implementação de um novo local, por exemplo, um veículo. Permitindo, portanto, uma melhor rastreabilidade dos EMH no futuro.

6 CONCLUSÕES

A partir deste trabalho, percebemos a importância dos sistemas informatizados para o gerenciamento de tarefas dentro de uma organização, com o objetivo de padronizar processos, garantindo segurança, controle de finança e satisfação dos clientes. Tendo em vista tal análise, sabemos que os EAS necessitam de uma gestão de processos informatizada que priorize a qualidade no atendimento do paciente e a segurança da equipe multiprofissional.

Diante disso, foi proposto e modelado um sistema *web* capaz de informatizar as principais atividades aplicadas pelo setor de EC. De acordo com a literatura consultada, o controle de inventário do parque tecnológico, a rastreabilidade dos equipamentos que dão suporte aos pacientes e, o planejamento correto das manutenções, são exemplos de processos que influenciam diretamente a segurança e qualidade no atendimento aos pacientes.

A aplicação *web* foi modelada a partir dos principais requisitos discutidos no referencial e conhecimento prático das necessidades dos EAS. Portanto, o *software* desenvolvido possibilitará a melhoria no acesso a informações; produtividade da equipe multiprofissional; redução de tempo; redução de erros; redução de custos; melhor comunicação entre os setores e maior disponibilidade dos equipamentos. O grande diferencial deste sistema é permitir o cadastro e consulta dos equipamentos que dão suporte aos pacientes internados no estabelecimento, permitindo um maior controle de informações, desde sua internação. A rastreabilidade dos equipamentos de suporte a vida dos pacientes em leitos de UTI é extremamente importante para uma boa gestão de EMH, portanto, foi implementado ao sistema essa funcionalidade, permitindo, posteriormente, o registro dessas informações para futuras análises ou até mesmo investigações. Além de possibilitar a programação de manutenções preventivas e corretivas em EMH e leitos, resultando na melhoria da qualidade e disponibilidade dos leitos. A integração das equipes na gestão de leitos reflete diretamente na qualidade de atendimento aos pacientes. Vale ressaltar que a aplicação desenvolvida é um protótipo funcional para atualizações futuras. Desse modo, espera-se consolidar e atualizar as funcionalidades do *software*, tendo como principais atribuições, qualidade no atendimento ao paciente, confiabilidade e disponibilidade dos EMH.

7 TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros pode-se sugerir a vinculação de QR Code (*Quick Response Code*) com informações e histórico dos EMH. Após o cadastro do equipamento no sistema, será possível gerar um QR Code para futuras etiquetagens. Esse tipo de código permite armazenar diferentes tipos de dados, incluindo *links* que podem ser facilmente lidos tornando a rastreabilidade dos equipamentos hospitalares mais eficiente. Após o preenchimento das informações básicas, será possível criar o código do equipamento. A padronização do código cabe a equipe multidisciplinar do estabelecimento. Segue a baixo um exemplo de codificação que futuramente será vinculada a plataforma.

Código do equipamento: 05AA10CC

Assim, no exemplo acima, o código do equipamento refere-se ao quinto Aparelho de Anestesia do estabelecimento, fabricado no ano de 2010, localizado no Centro Cirúrgico do hospital. Este código será em formato de QR Code. A etiquetagem por QR Code auxiliará a equipe de engenharia clínica a acessar, de forma rápida, todas as informações do equipamento no sistema. A Figura 26 mostra a codificação por QR Code para o Aparelho de Anestesia.

Figura 26 - Exemplo de Codificação por QR Code

05AA10CC

Fonte: Autoria Própria (2019)

Uma outra implementação a ser desenvolvida será o módulo de geração de relatórios para apresentar os dados e estatísticas relacionadas, de acordo com a demanda do usuário do sistema. Sabemos o quanto é relevante para um sistema de gestão a possibilidade de analisar informações e criar indicadores que por sua vez possam ser estudados, permitindo, por exemplo, uma melhoria na produtividade.

Essa funcionalidade permitirá que a equipe de engenharia clínica reduza possíveis custos, atualize o planejamento de manutenções e cronogramas de treinamentos de acordo com a necessidade de cada estabelecimento. Gerenciar um estabelecimento sem métricas é extremamente ineficiente. Portanto, a equipe através do *software* poderá gerar dados e analisá-los em busca da melhoria contínua dos EAS. O sistema também permitirá o cadastro e registro de OS externas, atribuindo mais informações no que se refere a serviços terceirizados prestados ao estabelecimento. Estes registros favorecem diretamente o controle do processo de trabalho na instituição.

Após a implementação dessas funcionalidades, a próxima tarefa será treinar a equipe multiprofissional do EAS. Para aproveitar todas as funcionalidades da aplicação desenvolvida e concretizar o principal objetivo de um sistema de gestão, a equipe deverá ser capacitada para utiliza-lo, caso isso não ocorra, seu potencial continua subutilizado. Diante disso, será proposto uma metodologia de ensino para pequenos grupos do EAS. Os grupos serão formados de acordo com o papel de cada usuário no sistema, por exemplo, com base em cada setor do hospital. O progresso de aprendizagem será feito por avaliações continuas da equipe, desde os dias de capacitação até o uso bem-sucedido da aplicação. Além disso, a usabilidade e portabilidade do sistema serão aperfeiçoados.

8 REFERÊNCIAS

ANTUNES, E. V. et al. A engenharia clínica como estratégia na gestão hospitalar. Gestão da tecnologia biomédica: Tecnovigilância e engenharia clínica, ANVISA, 2002, cap. 4.

ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada- RDC nº 07, de 24 de Fevereiro de 2010. Disponível em:<https://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/index.php/legislacao/item/rdc-7-de-24-de-fevereiro-de-2010 > Acessado em: 16 mai. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: confiabilidade e mantenabilidade: terminologia. Rio de Janeiro, 1994.

BAZZOTTI, Cristiane; GARCIA, Elias. A importância do sistema de informação gerencial na gestão empresarial para tomada de decisões. Ciências Sociais aplicadas em revista, v. 6, n. 11, 2006.

Beskow WB. Sistema de informação para o gerenciamento de tecnologia médico-hospitalar: metodologia de desenvolvimento e implementação de protótipo. [tese] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 2, de 25 de janeiro de 2010. Dispõe sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 janeiro 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. Política Nacional de Gestão de Tecnologias em Saúde. Brasília, 2010.

BRITO, L. F. M. Clinical Engineering in Brazil. In: DYRO, J. (Ed.) Clinical Engineering Handbook. 1 ed. Burlingto: Elsevier Academic Press, 2004. Cap. 20, p. 69-72

BRONZINO, J. D. Clinical Engineering: Evolution of a Discipline. In: BRONZINO, J. D. et al. (Ed.) Clinical Engineering. Boca Raton: CRC Press, 2003. Cap. 1, p. 4-12.

BRONZINO, J. D. et al. The Biomedical Engineering Handbook. 3ª Ed. Boca Raton: CRC Press, 2006

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

CARDOSO, G. B.; CALIL, S. J. Estudo do processo de análise de referência aplicado à engenharia clínica e metodologia de validação de indicadores de referência. In: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. 2000.

CAMARGO, DANIELE A. Estudo das técnicas de desenvolvimento web e validação deste estudo com um portal para recicladores e produtores de reciclados. Anuário da produção de iniciação científica discente Vol. XII, Nº. 14, [*S. l.*], p. 425-450, 10 maio 2010. Disponível em:

https://repositorio.pgsskroton.com.br/bitstream/123456789/1116/1/artigo%2032.pdf. Acesso em: 8 de Maio de 2019.

CASALI, C. Estudo para a implantação da manutenção preditiva na empresa Paquetá Calçados Ltda e seus possíveis ganhos. 2011. 23p. Graduação - Engenharia de Produção, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, 2011.

CYRINO, L. Classificação ABC de Máquinas e Equipamentos. 2016. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/classificacao-abc/>. Acesso em: 20 de Maio de 2019.

COULOURIS, G.; DOLLIMORE, J.; KINDBERG, T. Distributed Systems: Concepts and Design. 3. ed. Addison-Wesley, 2002. 480p.

DAVID, Y. The Medical Instrument Life Cycle Strategy for Clinical Engineers. Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE, v. 4, p. 25-26, 1985. DEVMEDIA. 2017. Disponível em: <http://www.devmedia.com.br>. Acesso em: 10 abr. 2019

DHILLON, B. S. Maintainability, maintenance and reliability for Engineers. 1ª. ed. New York: CRC Press, 2006.

EBSERH. Engenharia Clínica. Disponível em:<http://www2.ebserh.gov.br/web/hu-ufjf/engenharia-clinica. Acesso em: 12 abr. 2019.

EBSERH. Plano de manutenção preventiva, calibração e segurança elétrica. Dourados – MS, 2018. 16p.

EQUIPACARE. Como priorizar a manutenção de equipamentos médicos pelo método criticidade. Disponível em <http://equipacare.com.br/manutencao-de-equipamentoscriticidade/>. Acesso em: 20 de Maio de 2019.

FÁVERO, Flávia. Gestão de Leitos. 2018. 35 slides. Disponível em: <https://blogvoicetechnology.files.wordpress.com/2018/10/gestc3a3o-de-leitos-hu-petrc3b3polis-2707-flc3a1via-fc3a1vero1.pptx>. Acesso em: 01 abr. 2019.

FERREIRA B., F. A Engenharia Clínica na Avaliação de Tecnologia em Saúde – Equipamentos Médico-Assistenciais na fase de utilização do ciclo de vida. Dissertação (mestrado) - Engenharia Biomédica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2013.

GIORDANI, B. M. et al. The role of clinical engineering in the promotion of hospital ergonomics. 2018 Global Medical Engineering Physics Exchanges/Pan American Health Care Exchanges, GMEPE/PAHCE 2018, p. 1–5, 2018.

HITACHI, LTD. UNIDADE DE NEGÓCIOS DE SAÚDE. Manutenção preditiva de equipamentos médicos baseada em anos de experiência e análises avançadas. [*S. l.*], 2017. Disponível em: https://social-innovation.hitachi/pt-br/case_studies/mri_predictive_maintenance/#section3. Acesso em: 11 abr. 2019.

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

KARDEC, A., NASCIF, J., BARONI, T. Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas. Coleção Manutenção, Abraman. Editora Quality Mark, Rio de Janeiro, 2002.

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. Manutenção – Função Estratégica. 3ª Edição: Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2009.

KARDEC, A.; NASCIF, J. Manutenção: Função Estratégica. 4 ed. Rio de Janeiro. Qualitymark: Petrobrás, 2012

KNIGHT WENDLING CONSULTING AG. Auditoria de Manutenção para Empresa "X". Zurich, 1996, p. 4.

LUCATELLI, M. V. Proposta de Aplicação da Manutenção Centrada em Confiabilidade em Equipamentos Médico-hospitalares. 2002. 285 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Florianópolis, 2002.

MACEDO, M. A. S. Contribuição metodológica para a determinação da criticidade de equipamentos na gestão da manutenção. 106 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2011.

MARTINS, Victor Manuel Moreira. Integração de Sistemas de Informação: Perspectivas, normas e abordagens. Universidade do Minho - Guimarães - Portugal, 2006.

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

MOBLEY, R. Keith. AN INTRODUCTION TO PREDICTIVE MAINTENANCE. United States of America: Elsevier Science, 2002. Disponível em: http://www.irantpm.ir/wp-content/uploads/2008/02/an-introduction-to-predictive-maintenance.pdf. Acesso em: 11 abr. 2019.

MOUBRAY, J. Reliability-centered maintenance: second edition. 2ª. ed. New York: Industrial Press Inc., 1997.

NOERGAARD, Tammy. Embedded Systems architecture. Burlington, US: Elsevier Inc., 2005

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. Sistemas de informações gerenciais: estratégicas, táticas e operacionais. 9. ed São Paulo: Atlas, 2004. 285.

PENTÓN, Y. B.; MARTÍNEZ, E. M. P. Procedimento para la Selección de Alternativas de Mantenimiento para Activos Fijos Hospitalarios. 2001.

PEREIRA, Inês. Gerenciamento de leitos: o desafio de mapear os nós que emperram o fluxo da assistência e de reconstruir processos com apoio tecnológico e interdisciplinar. Congresso da feira hospitalar. São Paulo, 2013.

PESSOA, M.G.A et al. (2012). Rede Hospitalar Pública no Rio Grande do Norte: um estudo sobre a utilização dos leitos hospitalares por Região de Saúde. Revista: Com. Ciências Saúde, v.22 (4), .315-326.

PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software. Trad. De José Carlos Barbosa dos Santos. Ed. 3, Makron Books: São Paulo, 1995.

RAFFA, C.; MALIK, A. M.; PINOCHET, L. H. C. O Desafio de Mapear Variáveis na Gestão de Leitos em Organizações Hospitalares Privadas. Revista de Gestão em Sistemas de Saúde, v. 17, p. 124-141, 2017.

RAMÍREZ, E. F. F.; CALIL, S. J. Engenharia Clínica: Parte I - Origens (1942- 1946). Semina: Ci. Exatas, v. 21, n. 4, p. 27–33, 2000.

RAPOSO, José L. O. Manutenção Centrada em Confiabilidade aplicada a Sistemas Elétricos: uma proposta para uso de análise de risco no diagrama de decisão. 2004. 149 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2004.

SHENOY, D.; BHADURY, B. Maintenance resources management: adapting MRP. 1ª. ed. London: Taylor & Francis Ltd, 2005.

SIQUEIRA, Y. P. D. S. Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implantação. 1ª (Reimpressão). ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

SOUZA, D. B.; 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. v. 28, n. 4, p. 327-36, 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.

STAIR, Ralph M. Princípios de sistemas de informação - uma abordagem gerencial. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998. 451p.

SWANSON L. Linking maintenance strategies to performance. Int. J. Production Economics, v. 70, p. 237-244, 2001.

TERRA, Thiago Gomes *et al*. UMA REVISÃO DOS AVANÇOS DA ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL. Disciplinarum Scientia, Santa Maria, p. 47-61, 10 ago. 2014. Disponível em: https://www.periodicos.unifra.br/index.php/disciplinarumNT/article/viewFile/1340/1272. Acesso em: 16 abr. 2019.

THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION - Disponível em: < http://www.apache.org >. Acesso em: 16 mar. 2019.

XENOS, Harilous Georgius d'Philippos. Gerenciando a manutenção produtiva. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.