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

Trabalho de Conclusão de Curso

Análise dos Indicadores Referentes aos Equipamentos Médico-Hospitalares do Centro Cirúrgico de um Hospital Privado da Cidade de Natal

Daniela Cunha Lima Domingos

Natal/RN
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

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

Graduando: Daniela Cunha Lima Domingos.

Orientador: Professora Dra. Beatriz Stransky Ferreira.

Natal/RN

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Análise dos Indicadores Referente aos Equipamentos Médico-Hospitalares do Centro Cirúrgico de um Hospital Privado da Cidade de Natal

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso:

Prof. Dra. Beatriz Stransky Ferreira _____

UFRN – Orientadora

Engenheiro Biomédico Rafael Cavalcanti Contreras _____

HUOL – Avaliador Externo

Engenheiro Eletricista Davidson Rogério de Medeiros Florentino _____

HUOL – Avaliador Externo

Natal/RN

2017

DEDICATÓRIA

Á minha mãe, por todo o apoio e companhia durante a realização desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, pelo dom da vida e da perseverança. Pelas conquistas e por ter tornado todos os meus erros, aprendizados.

À minha mãe por toda a educação, sacrifícios e horas disponíveis para escutar todos os meus lamentos. Obrigada por comemorar comigo cada vitória e me sustentar durante as derrotas, por me deixar fazer as minhas escolhas e apoiar cada uma delas como se fossem suas.

Aos familiares por todos os conselhos nas reuniões de família, pela compreensão nas ausências quando foram necessárias e por celebrarem comigo cada conquista. Em especial a minha irmã, tios e tias e avôs e avós.

À minha orientadora, Prof. Dra. Beatriz Stransky agradeço por ter abraçado meu projeto, pela paciência e por toda a orientação durante a execução do projeto. Assim como também, agradeço as professoras Heliana Bezerra Soares e Caroline Vilar por todos os ensinamentos e conselhos durante a minha graduação.

As minhas melhores amizades, que se fazem presente desde da época de escola, que viveram comigo cada conquista e que me ajudaram a me tornar quem sou. Agradeço imensamente todas as saídas para descontrair, todas as mensagens transmitindo positividade e compreensão pelas ausências nas saídas durante esse ano.

Ana Beatriz, Ana Caroline Costa, Caroline Costa, Ellen Raíssa e Natália Oliveira, ao meu melhor sexteto, agradeço por dividir e compartilhar tantos momentos durante os nossos 10 anos de amizade. Por se fazerem presente em todo e qualquer momento, por todos os conselhos e palavras ditas, principalmente durante os meus 5 anos de graduação.

Aos amigos que estiveram comigo durante minha jornada acadêmica, estudando e compartilhando momentos durante os três anos do curso de Ciências e Tecnologia. Em especial a melhor amiga que a UFRN me trouxe, Thaise de Paula.

À melhor *startup* que UFRN já conheceu, A BloodHero, e aos meus queridos que compraram a ideia junto comigo e me proporcionou umas das melhores conquistas dentro da universidade com um simples projeto de pesquisa, Luis Felipe, Vinícius Feijó e Thiago Messias. Agradeço também por todos os momentos vividos, tanto os altos quanto os baixos do curso de Engenharia Biomédica.

Aos meus chefes do HUOL, Ícaro Fernando e Rafael Contreras, por terem me ensinado a beleza da profissão e por todo o ensinamento, dedicação e paciência durante o meu período de estágio.

Ao CAEB, por toda a confiança depositada, apoio, compreensão e trabalho em equipe que realizamos durante o nosso ano. Matheus Azevedo, Yasmynni Lyssa e Micael Delgado, só gratidão.

EPÍGRAFE

~~“Pare de sair e vá estudar! Cadê o TCC, tá pronto?” Minha Mãe~~

“*The future belongs to those who believe in the beauty of their dreams*.” – Eleanor Roosevelt

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de vida do equipamento – (ANTUNES *et al*., 2002)..... 19
Figura 2 – Fluxograma do desenvolvimento do trabalho..... 28
Figura 3 – Fluxograma da análise dos EMHs..... 30
Figura 4 – Fluxograma da análise por classificação dos EMHs..... 31
Figura 5 – Custo das Manutenções por Custo de Aquisições..... 43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critério de função do equipamento (DE MEDEIROS, 2015) 22
Tabela 2 – Critério de risco associado ao uso (DE MEDEIROS, 2015) 22
Tabela 3 – Critério de necessidade de manutenção (DE MEDEIROS, 2015)) 22
Tabela 4 – Característica dos Indicadores (FERREIRA; DE ROCCO; GARCIA, 2000). 23
Tabela 5 – Classificação dos EMHs 29
Tabela 6 – Informações gerais dos EMHs 32
Tabela 7 – Tempo Médio de Manutenção Corretiva (em dias) 33
Tabela 8 – Tempo Médio Entre Falhas (MTBF) 35
Tabela 9 – MPR *versus* MPD 36
Tabela 10 – Número de OSs Abertas *versus* Número de OSs Fechadas 38
Tabela 11 – Tabela de Ordens de Serviço dos EMHs por mês MPR *versus* MPD 39
Tabela 12 – Custo de Manutenção Corretiva por EMH 41
Tabela 13 – Custo de Manutenção Preventiva por EMH 42
Tabela 14 – Custo de Manutenções por Custo de Aquisição 43

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Índice de gerenciamento de equipamentos 21

LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

ACCE - *American College of Clinical Engineering*

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CC – Centro Cirúrgico

EMH – Equipamento Médico-Hospitalar

ISO - Organização Internacional para Padronização

MC – Manutenção Corretiva

MP – Manutenção Preventiva

MS – Ministério da Saúde

MPD – Manutenção Preventiva Desejada

MPR – Manutenção Preventiva Realizada

MTBF – Tempo Médio Entre Falhas

OMS – Organização Mundial da Saúde

OS – Ordem de Serviço

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

SOBECC - Associação Brasileira de Enfermeiros de Centro Cirúrgico, Recuperação Anestésica e Centro de Material de Esterilização.

TMMC - Tempo Médio de Manutenção Corretiva

DOMINGOS, Daniela Cunha Lima. **Análise dos Indicadores Referente aos Equipamentos Médico-Hospitalares do Centro Cirúrgico de um Hospital Privado da Cidade de Natal.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 50p., 2017.

RESUMO

Com os avanços tecnológicos dos últimos anos na área da saúde, aumentou a necessidade de se realizar a gestão dos equipamentos médico-hospitalares. Visando garantir que ela esteja sendo realizada de maneira adequada nos hospitais, foi criado o setor de Engenharia Clínica, responsável por assegurar essa gestão. O presente estudo teve como objetivo analisar a situação dos equipamentos médico-hospitalares do Centro Cirúrgico de um hospital privado da cidade de Natal, no estado do Rio Grande do Norte. O estudo realizado foi observacional de caráter quantitativo e mensurou os indicadores de tempo, qualidade e custo dos seguintes equipamentos: bomba de infusão, aparelho de anestesia, monitor multiparamétrico, arco cirúrgico, foco auxiliar, ventilador pulmonar, analisador de gases, vaporizador, mesa cirúrgica elétrica, cardioversor e bisturi elétrico. Os indicadores utilizados foram: Tempo Médio de Manutenção Corretiva, Tempo Médio Entre Falhas, Manutenção Preventiva Realizada *versus* Manutenção Preventiva Desejada, Número de Ordens de Serviço Fechada em relação ao Número de Ordem de Serviço abertas, Número total de Ordem de Serviço de um equipamento por mês, Custo de Manutenção Corretiva, Custo de Manutenção Preventiva e Custo de Manutenção *versus* Custo de Aquisição. A análise permitiu verificar um bom resultado na gestão dos EMHs pelo hospital. Foi constatado também a importância das escolhas dos indicadores, assim como a necessidade do seu acompanhamento diário a fim de garantir uma boa gestão dos equipamentos médico-hospitalares.

Palavras-chave: Engenharia Clínica. Equipamentos médico-hospitalares. Centro Cirúrgico. Indicadores. Gestão de qualidade.

DOMINGOS, Daniela Cunha. **Title** Indicators Analysis for the Surgical Center Medical Equipment of a Natal's Private Hospital. Conclusion Work Project, Biomedical Engineering Bachelor Degree, Federal University of Rio Grande do Norte, 50p., 2017.

ABSTRACT

With the last few years technologic advances in the health field, it has increased the need to carry out the medical equipment technical management. Aiming to guarantee that it is being performed adequately in hospitals, the Clinical Engineering department was created which is responsible to ensure a suitable management. The objective of this study was to analyze the Surgical Center Medical Equipment of a Natal's Private Hospital in Rio Grande do Norte. This study was observational with a quantitative approach and it measured time, quality and cost indicators of the following medical devices: infusion pump, anesthesia machine, multiparameter monitor, surgical arc, auxiliary surgical focus, lung mechanical ventilator, gas analyzer, vaporizer, electrical surgical table, cardioverter defibrillator and electrical scalpel. The used indicators were: corrective technical maintenance average time, failure average time, performed preventive maintenance versus desired preventive maintenance, number of closed service orders in relation to the number of open service orders, total number of equipment service order by month, corrective technical maintenance cost, preventive technical maintenance cost and technical maintenance cost versus acquisition costs.
The analysis allowed to verify a good result in the management of the EMHs by the hospital. It was also noted the choices of the indicators' importance as well as the need of its daily technical follow-up in order to ensure a good medical equipment technical management.

Palavras-chave: Clinical Engineering. Medical and Hospital Equipment. Surgery Center. Indicators. Quality Management.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 15

2. OBJETIVOS 17

2.1 GERAL 17

2.2 ESPECÍFICO 17

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 18

3.1 Engenharia Clínica 18

3.1.1 Histórico 18

3.1.2 Atribuições 19

3.2 Gestão da Tecnologia Médica Hospitalar e seus Indicadores 20

3.2.1 Indicadores 23

3.3 Centro Cirúrgico 25

4. METODOLOGIA 28

4.1 Mapeamento, definição e classificação dos Equipamentos Médico-Hospitalares do Centro Cirúrgico. 28

4.2 Escolha dos Indicadores dos EMHs 29

4.3 Coleta e Análise dos Dados dos EMHs 30

4.4 Montagem e Análise dos Indicadores po Grupo de Classificação 30

5. **RESULTADOS E DISCUSSÕES** 32

5.1 Indicadores de Tempo 32

5.1.1 Tempo Médio de Manutenção Corretiva - TMMC 32

5.1.2 Tempo Médio Entre Falhas - MTBF 35

5.2 Indicadores de Qualidade 36

5.2.1 Manutenção Preventiva Realizada (MPR) x Manutenção Preventiva Desejada (MPD) 36

5.2.2 Número de Ordens de Serviços Fechadas x Número de Ordens de Serviço Abertas 38

5.2.3 Número de Ordens de Serviço Total de um EMH por mês 38

5.3 Indicadores de Custo..... 40

5.3.1 Custo de Manutenção Corretiva por EMH..... 40

5.3.2 Custo de Manutenção Preventiva por EMH 42

5.3.3 Custo de Manutenção Geral por Custo de Aquisição 42

5.4 Relações Entre os Indicadores 44

6. CONCLUSÕES 47

7. REFERÊNCIAS 48

1. INTRODUÇÃO

A importância da gestão dos equipamentos médico-hospitalares (EMHs) tornou-se um assunto de bastante relevância nos hospitais, devido aos avanços tecnológicos que ocorrem ao longo dos últimos 30 anos (RABAY, 2008). Com a gestão adequada, os hospitais conseguem ter um maior controle dos custos trazidos pelos EMHs, além de conseguir analisar melhor o custo benefício que cada um deles fornece para o hospital (ANTUNES *et al.*, 2002).

Desta forma, surge então a necessidade da implementação do departamento de Engenharia Clínica, que traz consigo o profissional responsável por fazer toda a gestão do parque tecnológico do hospital, o engenheiro clínico. Esse profissional cuida desde a aquisição do equipamento até o seu descarte correto, garantindo também sua plena utilização, através de programas de manutenção corretiva e preventiva, e calibração de cada um dos EMHs (FRANÇA, 2015; ANTUNES *et al.*, 2002).

No Brasil, esse departamento vem sendo implementado aos poucos (FELIPE, 2010). A necessidade desse setor passou a ser vista após a homologação da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n˚02 de 25 de janeiro de 2010. Essa RDC passou a definir critérios básicos para o gerenciamento da tecnologia hospitalar, ajudando os hospitais a iniciarem a implementação dessa atividade.

Por esses motivos, a gestão dos EMH pelos engenheiros clínicos é uma atividade de grande relevância, que deve estar associada a estratégia global do hospital. Sendo assim, o seu impacto deve ser mensurado, e os indicadores são uma das ferramentas (ANTUNES *et al.*, 2002), que devem ser aplicadas de forma a gerar respostas e contribuições para melhorar a qualidade do serviço prestado pelos hospitais aos seus pacientes (FARIA *et al*., 2014; CARDOSO; CALIL, 2000).

Diversos estudos foram realizados para se obter os indicadores mínimos para serem utilizados na engenharia clínica. Ferreira, De Rocco e Garcia (2000) propuseram os seguintes indicadores: custo de um EMH parado, percentagem de conclusão do programa de manutenção, tempo de resposta, custo de manutenção versus valor de equipamento, reparos repetidos, tempo médio de retorno, número de ordens de serviço por setor do hospital e quantidade de horas produtivas por horas disponíveis. Já Cardoso e Calil (2000), separaram os indicadores em três tipos: de tempo, de qualidade e de custo, e selecionou os principais: o tempo de resposta versus o tempo de atendimento, o

tempo de atendimento, o número de ordem de serviço fechada versus as abertas e o custo de manutenção geral por custo de aquisição do equipamento. Pode-se perceber que alguns dos indicadores são semelhantes, e todos eles visam analisar se os benefícios irão compensar os custos trazidos por eles (ANTUNES *et al.*, 2002).

A análise dos indicadores dos EMHs pode ser feita por setores (enfermarias, centros cirúrgicos, etc), por tipo de equipamento ou até mesmo uma comparação geral entre todos eles (CARDOSO; CALIL, 2000). No presente estudo, foi analisado os EMHs do Centro Cirúrgico. Devido à complexidade dos procedimentos realizados neste local, os EMHs devem ser muito bem geridos, com as suas manutenções em dia e muito bem planejadas, uma vez que muitos dos EMHs presentes são responsáveis por dar suporte à vida do paciente (GOMES; DUTRA; PEREIRA, 2014).

O hospital privado localizado em Natal, RN, possui uma rotina intensa no CC, que possuí 04 salas cirúrgicas, contendo os seguintes EMHs: bomba de infusão, aparelho de anestesia, monitor multiparamétrico, arco cirúrgico, foco auxiliar, ventilador pulmonar, analisador de gases, vaporizador, mesa cirúrgica elétrica, cardioversor e bisturi elétrico. A gestão de todos os EMHs deste hospital é realizada por uma empresa terceirizada de Engenharia Clínica, que utiliza o software Dinamus® para realizar o cálculo de alguns indicadores.

Este trabalho visa realizar a análise dos indicadores referente aos EMHs encontrados no Centro Cirúrgico, analisando os que são fornecidos pela plataforma Dinamus® e construindo os que mais forem necessários, a fim de entender a atual situação do parque tecnológico desse setor no hospital.

2. OBJETIVOS

Esse estudo objetiva analisar as metodologias e sistemas de gestão que o departamento de engenharia clínica realiza em um hospital privado da cidade de Natal, a fim de garantir a eficiência dos EMHs e a segurança dos pacientes.

2.1. GERAL

Realizar a análise dos indicadores referente aos Equipamentos Médico-Hospitalares (EMHs) do Centro Cirúrgico (CC) de um hospital privado da cidade de Natal/RN.

2.2. ESPECÍFICO

i. Realizar o levantamento dos EMHs do Centro Cirúrgico do hospital;

ii. Coletar os dados referentes às manutenções corretivas e preventivas dos EMH presentes no CC do hospital;

iii. Analisar os dados referentes aos indicadores de tempo, qualidade e custo dos EMHs presentes no CC do hospital.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Engenharia Clínica

3.1.1 Histórico

A necessidade de realizar a gestão dos equipamentos médico-hospitalares aumentou na década de 1960, devido ao grande avanço tecnológico que ocorreu na área da saúde e teve início nos Estados Unidos (ANTUNES *et al.*, 2002). Mas foi só na década de 70, que surgiu o termo engenheiro clínico, criado por Thomas Hargest e César Cáceres, sendo Thomas o primeiro engenheiro clínico a ser registrado (SOUZA *et al*., 2012).

Esse profissional surgiu inicialmente para ser responsável apenas por aplicar os conhecimentos da engenharia a fim de resolver os problemas dos equipamentos da área da saúde. Ele surgiu em uma situação que não existiam manuais dos equipamentos para ajudar os médicos a manipulá-los ou até mesmo normas para que os gestores dos hospitais conseguissem calcular os custos e gerenciá-los de maneira adequada (RAMIREZ; CALIL, 2000).

Ao chegar na década de 80, a função do engenheiro clínico deixou de ser apenas um técnico dos equipamentos para também participar da área de gestão e avaliação de todo o parque tecnológico do hospital, contribuindo para a sua gestão financeira, cuidado e segurança do paciente e profissionais envolvidos nos procedimentos (GOODMAN *et al*., 1991, RAMIREZ; CALIL, 2000), passando a garantir assim a eficácia de cada um dos equipamentos (RAMÍREZ, 1996).

As associações e escolas de engenharia clínica traz a definição mais clara da real função e definição desse novo profissional. A *American College of Clinical Engineering* (ACCE) diz que "O Engenheiro Clínico é aquele profissional que aplica e desenvolve os conhecimentos de engenharia e práticas gerencias às tecnologias de saúde, para proporcionar uma melhoria nos cuidados dispensados ao paciente." Já a *Association pour la Coopération et Développement des Structures Sanitaires* define sua função como: "São responsabilidades do Engenheiro Biomédico (Clínico), dentro do ambiente hospitalar: compra, recebimento dos equipamentos, instalação, formação dos usuários, manutenção preventiva, controle de performance, manutenção corretiva, gestão do inventário" (SOUZA *et al*., 2012).

A chegada desse profissional no Brasil ocorreu com aproximadamente 30 anos de atraso, se comparado com os Estados Unidos e a Europa (ANTUNES *et al.*, 2002).

Diferente do que ocorreu nos Estados Unidos, a motivação inicial para implementação desse setor nos hospitais do país foi a enorme quantidade de equipamentos parados devido à falta de manutenção e treinamentos para que a equipe médica aprendesse a utilizá-los (GOODMAN *et al*., 1991). Sendo assim, a implementação desse setor nos hospitais está se dando aos poucos, pois somente nos últimos anos os gestores começaram a entender a importância desse profissional e as Leis e Regulamentações para regulamentar suas atribuições passaram a ser criadas (ANTUNES *et al.*, 2002).

3.1.2 Atribuições

Com o passar dos anos o engenheiro clínico passou a ser mais influente e importante nas decisões estratégicas dos hospitais, pois as suas atribuições passaram a ser mais claras e começaram a serem vistas como essenciais (ANTUNES *et al.*, 2002). As atribuições desse profissional estão relacionadas com a gestão de todo parque tecnológico do hospital ou estabelecimentos assistenciais de saúde (AMORIM; JÚNIOR; SHIMIZU, 2015; FARIA *et al*., 2014). Este profissional é responsável por gerir desde da aquisição de cada equipamento, garantindo as suas manutenções e calibrações, treinamentos para os usuários que irão manipulá-los, até a realização do descarte adequado quando ele estiver alienado (ANTUNES *et al.*, 2002).

O engenheiro clínico deve garantir que todo o ciclo de vida do equipamento seja realizado de maneira a diminuir as despesas dos hospitais e garantir a segurança do paciente, assim como melhorar a assistência técnica nos serviços prestados, assegurando um custo benefício adequado para a demanda do hospital (ANTUNES *et al.*, 2002). Esse ciclo de vida pode ser observado na figura 1.

Figura 1 – Ciclo de vida do equipamento - (ANTUNES *et al.*, 2002)

A primeira etapa do ciclo, referentes às atividades de especificação, aquisição, instalação e treinamento, pode ser entendida como o processo no qual o engenheiro clínico busca definir o melhor equipamento para ser adquirido pelo hospital, se envolvendo no processo de licitação no caso dos setores públicos (FERNANDES, 2016), ou realizando pesquisas para definir os equipamentos que contenham os requisitos que atendam a necessidade específica do hospital, auxiliando assim o setor de compras. Após a chegada do equipamento, cabe ao engenheiro verificar se ele atende as especificações da compra para poder realizar a instalação e garantir, através dos treinamentos, que toda a equipe que irá manuseá-lo saiba fazer isso de maneira adequada (DE MEDEIROS, 2015).

Na etapa de utilização do equipamento, cabe ao engenheiro clínico montar o calendário de manutenções preventivas (MP), se responsabilizar por atender aos chamados de manutenções corretivas (MC), realizar as calibrações atendendo as normas do fabricante e controlar as informações presentes em contrato de cada equipamento (ANTUNES *et al.*, 2002).

A renovação e alienação dos equipamentos é a última etapa, que pode ocorrer por três razões: pelo tempo de uso do equipamento, por algum problema técnico que não foi possível ser consertado ou por desuso da tecnologia (DE MEDEIROS, 2015). A engenharia clínica deve realizar o procedimento necessário para garantir que a alienação e descarte do equipamento ocorra de maneira adequada (ANTUNES *et al.*, 2002).

É importante ressaltar que todos esses procedimentos devem ser registrados e acompanhados pelo engenheiro clínico com um sistema de gestão adequado, que gere dados e informações para o hospital, contribuindo assim para uma diminuição do custo e aumento da qualidade de cada equipamento, melhorando a qualidade do atendimento oferecido aos seus pacientes (ANTUNES *et al.*, 2002).

3.2 Gestão da Tecnologia Médica Hospitalar e seus Indicadores

A gestão da tecnologia médica hospitalar, segundo De Moraes (2007) é definida como “A aplicação dos conhecimentos da engenharia e administração para a melhoria de processos tecnológicos em saúde”, ou seja, é necessário que o engenheiro clínico não só entenda dos equipamentos médico-hospitalares, mas que utilize ferramentas de gestão para que ele consiga analisar o que está acontecendo com cada um deles e com essas informações, consiga tomar uma decisão.

A fim de orientar o sistema de gerenciamento da tecnologia hospitalar, algumas iniciativas foram criadas. A ISO 13485 de 2016, tem como objetivo gerar um padrão para garantir a qualidade e segurança dos dispositivos médicos. A Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) também dispõe da RDC n˚2, de 25 de janeiro de 2010, que estabelece critérios mínimos para o gerenciamento das tecnologias dentro dos estabelecimentos de saúde. Já a Organização Mundial da Saúde (OMS) criou uma série de manuais que também visa guiar os gestores a organizar, classificar e gerenciar o ciclo de vida dos EMHs (WHO, 2011a).

A garantia de uma gestão bem feita se inicia com a criação do inventário dos equipamentos presente nos estabelecimentos de saúde. Esse inventário, que apresenta a listagem dos EMH presentes e o local onde cada um se encontra, faz com que o gestor consiga organizar o calendário de manutenções preventivas, além de conseguir identificar o estado atual de cada um dos equipamentos (WHO, 2011b). Para isso, é necessário que o inventário possua pelo menos as seguintes informações: número de identificação, tipo de equipamento, breve descrição, fabricante, modelo, número de série, localização dentro do estabelecimento de saúde, condições de funcionamento, informações como voltagem e potência, se ele possui alguma especificidade, a última data de atualização do inventário e se ele possui acessórios (WHO, 2011b).

Classificar os equipamentos conforme a sua função, risco e quantidade das manutenções necessárias, também é algo importante e recomendado pela OMS em seus manuais. A equação 1 foi definida para identificar os equipamentos que precisam estar no inventário para serem gerenciados (DE MEDEIROS, 2015).

Equação 1 – Índice de gerenciamento de equipamentos

$$GE = Função + Risco + Necessidade\ de\ Manutenção$$

A pontuação mínima necessária para gerenciamento é de 12 pontos e é definida conforme os critérios apresentados nas tabelas 2, 3 e 4 abaixo (DE MEDEIROS, 2015).

a) Classificação por função

Tabela 1 – Critério de função do equipamento (DE MEDEIROS, 2015)

Categoria	Descrição da função	Pontuação
Terapêutico	Suporte à vida	10
	Cirúrgico e cuidados intensivos	9
	Terapia física e tratamento	8
Diagnóstico	Monitoramento cirúrgico ou intensivo	7
	Monitores fisiológicos / diagnóstico por imagem	6
Analítico	Laboratório analítico	5
	Acesso de laboratório	4
	Sistemas computacionais e equipamentos associados	3
Diversos	Outros equipamentos relacionados	2

b) Classificação de risco

Tabela 2 – Critério de risco associado ao uso (DE MEDEIROS, 2015)

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

c) Classificação de manutenção

Tabela 3 – Critério de necessidade de manutenção (DE MEDEIROS, 2015)

Descrição do risco de uso	Pontuação
Extensiva: calibração de rotina e substituição de peças	5
Acima da média	4
Média: verificação de desempenho e testes de segurança	3
Abaixo da média	2
Mínimo: inspeção visual	1

A fim de garantir seu registro e a qualidade da gestão dos EMHs o seu gerenciamento pode ser feito através de um software. Este sistema pode ser comercial,

livre ou desenvolvido localmente e o gestor com sua equipe deve definir qual o formato que melhor atende a suas necessidades (DE MEDEIROS, 2015). O sistema deve garantir o registro dos equipamentos e todo o seu histórico de falhas e manutenções, possuindo assim as ferramentas adequadas, que forneçam as informações necessárias para que o engenheiro clínico consiga facilmente acompanhar e gerenciar cada equipamento.

As ferramentas de gestão têm como objetivo garantir e comprovar a eficácia e produtividade do setor de engenharia clínica, devendo ser essa comprovação realizada de forma quantitativa e qualitativa. Esse fim é possível de ser atingido fazendo a utilização de indicadores adequados, que consigam medir o desempenho do setor (FERREIRA; DE ROCCO; GARCIA, 2000).

3.2.1 Indicadores

Os indicadores são utilizados para medir o nível de eficiência do trabalho que está sendo realizado pelo setor de engenharia clínica, identificando os pontos que precisam ser melhorados para garantir um melhor funcionamento dos EMHs, devendo ser assim, constantemente monitorados. As metas para cada um dos indicadores são determinadas pelo gestor, devendo ele avaliar e elaborá-las em conjunto com a direção do hospital a fim de conectá-las aos objetivos estratégicos que o hospital deseja atingir (FERREIRA; DE ROCCO; GARCIA, 2000).

Tabela 4 – Característica dos Indicadores (FERREIRA; DE ROCCO; GARCIA, 2000).

Características	Descrição
Objetivos	Devem ser mensuráveis e permitir a utilização de escalas contínuas para serem medidos (numérica, por exemplo). Também devem ser reais, sem distorção pela opinião ou sentimento pessoal.
Precisos	Não devem permitir duplicidade de interpretações.
Bem definidos	Devem facilitar a coleta de dados, de modo que qualquer pessoa saiba que informações precisam ser coletadas para aquele indicador.
Viáveis	É essencial que existam as informações pelas quais o indicador será usado.
Representativos	Devem refletir a verdadeira realidade do processo.
Permitir rápida visualização do processo	Devem ser resumidos, mas sem perder a abrangência do significado deles.

Ferreira e colaboradores (2000) descreveram as principais características dos indicadores, conforme apresentado na tabela 04. Na engenharia clínica, Cardoso e Calil (2000) dividiram os indicadores em três grupos: temporais, de qualidade e de custo, a fim de facilitar a análise de cada um deles. Alguns destes são descritos a seguir:

- ***Temporais***
  - Tempo de Paralisação do Equipamento: tempo que um equipamento deixou de cumprir a sua função devido a alguma falha, calculado em horas;
  - Horas de Manutenção Corretiva por Ordem de Serviço: tempo que uma Ordem de Serviço levou para ser solucionada, contabilizando desde de sua abertura até o seu conserto, calculado em horas.
- ***Qualidade***
  - Manutenções Preventivas Realizadas / Manutenções Preventivas Desejadas: é calculado por um determinado período de tempo para que o gestor consiga identificar se o plano de manutenções está sendo realizado de maneira adequada.
  - Quantidade de Ordens de Serviço Abertas x Quantidade de Ordens de Serviço Fechadas: é calculado por um determinado período de tempo para que o gestor consiga identificar quais são os problemas que não estão sendo solucionados.
- ***Custo***
  - Custo de Manutenção de um Equipamento por seu Custo de Aquisição: calcula quanto o estabelecimento gasta com as manutenções em relação ao custo para adquirir um novo equipamento do mesmo modelo. Cabe ao gestor definir até quanto ele deseja gastar com manutenções para se obter um EMH novo.

De forma a garantir uma melhor conclusão dos resultados obtidos pelos indicadores, se faz necessário realizar o cruzamento dos dados obtidos, para que as respostas consigam ser mais claras e concretas (FERREIRA; DE ROCCO; GARCIA, 2000). O gestor deve optar por quais indicadores ele irá usar e como a junção dos resultados obtidos por dois ou mais deles, consegue transmitir uma resposta mais fidedigna da situação que o aparelho se encontra. Por exemplo, relacionar a quantidade

de vezes que um equipamento deixou de funcionar com o custo que as manutenções estão trazendo para o hospital.

É importante que haja um padrão na hora de avaliar os indicadores, de forma a garantir que os EMHs estejam sendo analisados da mesma forma (ANTUNES *et al.*, 2002). Cabe ao gestor definir quais serão os indicadores utilizado por eles (CARDOSO; CALIL, 2000), de acordo com os equipamentos presentes no estabelecimento de saúde, assim como quantidade e a importância de cada um, de forma a garantir o atendimento da demanda do local.

3.3 Centro Cirúrgico

O Ministério da Saúde (MS) define o Centro Cirúrgico como "o conjunto de elementos destinados às atividades cirúrgicas, bem como à recuperação pós-anestésica e pós-operatória imediata." Por ser um local que é realizado procedimentos de diversas complexidades, devendo possuir uma estrutura física adequada que vise garantir a segurança do paciente e dos profissionais envolvidos, foi criada a RDC n˚50, de 21 de fevereiro de 2002 da ANVISA, a fim de estabelecer as normas necessárias para garantir essa segurança.

Nessa Resolução, é definido como deve ser o ambiente do Centro Cirúrgico, especificando por exemplo a quantidade de salas, o tamanho de cada uma delas e a capacidade permitida para atendimentos. Dentre as unidades que o CC deve conter, podem ser citadas: área para recepção do paciente, sala de guarda e preparo de anestésicos, área de indução anestésica, área para escovação (degermação cirúrgica dos braços), sala pequena, média e grande, para os diferentes tipos de cirurgias, sala de apoio às cirurgias especializadas, área para prescrição médica, um ponto de enfermagem e serviços e uma área para recuperação pós-anestésica.

Além disso, como esse setor é um dos mais importantes dentro de um hospital, devido aos tipos de procedimentos que nele são realizados, também é necessário garantir que a instalação dos EMHs seja realizada de forma adequada (SILVA, 2012). Dentre esses EMHs, estão: aparelho de anestesia, ventiladores, foco de luz e bisturi elétrico (SILVA, 2012). Eles podem ser classificados de acordo com a função exercida dentro do CC, seguindo as etapas que ocorrem durante um procedimento: Diérese, Hemostasia e Síntese (SILVA, 2012).

A Diérese é a primeira etapa que ocorre durante o procedimento cirúrgico, consiste na realização de manobras realizadas pela equipe cirúrgica para conseguir acessar a região, que irá ocorrer as intervenções, do paciente. Nela ocorre a incisão do local, a secção, a separação dos tecidos, a serragem, se necessário, como também a punção. Após essa etapa, ocorre a Hemostasia, que são os procedimentos realizados visando conter o sangramento do local, seja através de compressão do local, como também realizando o ligamento dos vasos, por exemplo. Após ser realizado os procedimentos necessários, na finalização da cirurgia ocorre a Síntese, na qual consiste em fechar a região que foi trabalhada, visando garantir a cicatrização adequada.

A Associação Brasileira de Enfermeiros de Centro Cirúrgico, Recuperação Anestésica e Centro de Material de Esterilização (SOBECC) definiu algumas das atividades básicas que devem ser realizadas durante os procedimentos cirúrgicos e endoscópios, dentre elas estão: (i) recepcionar e transferir os pacientes; (ii) assegurar a execução de procedimentos pré-anestésicos e anestésicos nos pacientes; (iii) escrever o relatório médico e de enfermagem dos procedimentos realizados no setor e (iv) proporcionar os cuidados pós-anestésicos necessários.

A portaria 2616/98 do Ministério da Saúde tem como objetivo estabelecer as normas necessárias para o controle de infecções hospitalares. Nesse setor, os equipamentos, instrumentos e vestimentas utilizadas pelos pacientes e profissionais, assim como o próprio ambiente cirúrgico, precisam estar livres de todo e qualquer tipo de contaminação, antes, durante e depois das cirurgias. (SILVA, 2012)

A realização de um procedimento operatório pode ser divido em três períodos: pré-operatório, trans-operatório e pós-operatório, como definidos por Silva (2012):

- ***Pré-operatório*:** é definido a partir do momento que o paciente se interna no hospital e vai até o momento de iniciar a cirurgia. Esse período tem como objetivo tranquilizar e assegurar o paciente do procedimento que ele está para ser submetido. Ações como a coleta de material para exame, medição dos sinais vitais e aplicação de algum medicamento, caso seja necessário para a cirurgia, são realizadas nesse período. A sala na qual vai ocorrer o procedimento deverá ser limpa e preparada para receber o paciente.
- ***Trans-operatório*:** é definido a partir do momento que o paciente chega na sala de cirurgia até a sua saída para a sala de recuperação. Durante esse período os EMHs devem ser testados antes de serem utilizados e posicionados no local correto, deve

ser observado se a sala está limpa para o procedimento e o material que será utilizado deverá estar separado e posicionado de forma fácil para uma melhor realização da cirurgia.

- ***Pós-operatório*:** é definido a partir do momento em que é finalizado a cirurgia do paciente, até ele receber alta para sair do hospital. Durante esse período é prestado todo o apoio necessário ao paciente, como locomoção da sala para o quarto, acompanhamento dos sinais vitais, aplicação dos medicamentos necessários, observação das reações do paciente devido ao procedimento e qualquer outro tipo de cuidado e ação que deverá ser tomado de acordo com a cirurgia e condição do paciente.

Sendo assim, em busca de realizar esses três períodos de maneira adequada, o CC possuí um fluxo de trabalho bem definido, executado por todos os profissionais do setor, como médicos, enfermeiros e demais departamentos envolvidos (ARAÚJO, 2016). Desta forma, o setor de engenharia clínica, responsável pelas manutenções dos equipamentos a serem utilizados, tem um papel fundamental para o bom funcionamento do centro cirúrgico do hospital.

4. METODOLOGIA

O estudo observacional descritivo de caráter exploratório, foi realizado através de pesquisas de campo, de caráter quantitativo, que visavam atender diferentes objetivos, como irá ser mostrado. A metodologia foi dividida em três etapas, a fim de melhor atingir os objetivos propostos (Figura 2).

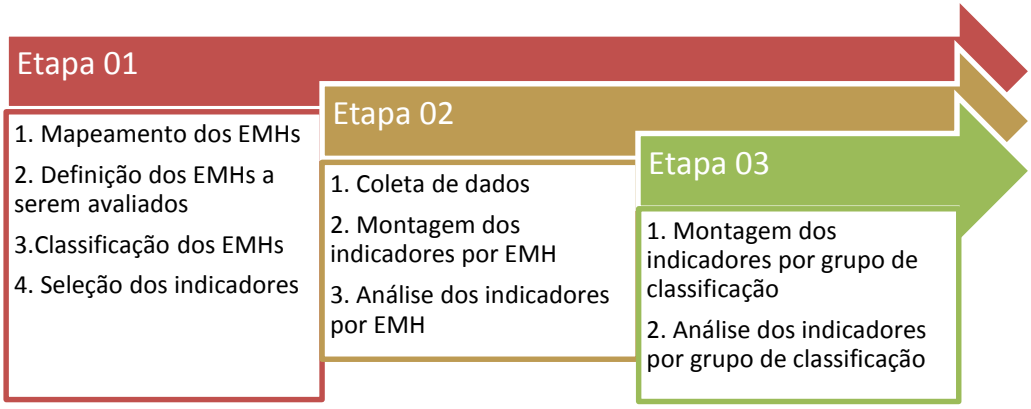

Figura 2 – Fluxograma de desenvolvimento do trabalho.

4.1 Mapeamento, definição e classificação dos Equipamentos Médico-Hospitalares do Centro Cirúrgico.

A primeira etapa do trabalho consistiu em fazer um levantamento dos EMHs do Centro Cirúrgico e definir, juntamente com a equipe de Engenharia Clínica local, quais deles seriam analisados, levando em consideração a importância de cada um para o funcionamento adequado do CC.

Após o mapeamento foi feito uma listagem dos equipamentos presentes no setor: Foco Auxiliar, Aparelho de Anestesia, Vaporizador, Analisador de Gases, Monitor Multiparamétrico, Mesa Cirúrgica, Bisturi Elétrico, Bomba de Circulação Extracorpórea, Arco Cirúrgico, Microscópio Cirúrgico, Monitor de BIS, Ventilador Pulmonar, Cardioversor e Aspirador Cirúrgico. Os seguintes EMHs foram escolhidos para serem analisados: Foco Auxiliar, Aparelho de Anestesia, Vaporizador, Analisador de Gases, Monitor Multiparamétrico, Mesa Cirúrgica Elétrica, Bomba de Infusão, Arco Cirúrgico, Cardioversor, Bisturi Elétrico e Ventilador Pulmonar.

Após a escolha dos EMHs, foi utilizada a classificação estabelecida por Cardoso e Calil (2000), para separá-los em grupos, visando melhorar e condensar os resultados analisados.

Tabela 5 – Classificação dos EMHs

Classificação dos Equipamentos Médico-Hospitalares			
Apoio ao paciente	**Diagnóstico**	**Suporte a vida**	**Terapêutico**
Foco Auxiliar	Monitor Multiparamétrico	Aparelho de Anestesia	Bomba de Infusão
Mesa Cirúrgica Elétrica	Arco Cirúrgico	Analisador de Gases	Cardioversor
		Vaporizador	Bisturi Elétrico

4.2 Escolha dos Indicadores dos EMHs

A seleção dos indicadores para análise da situação dos EMHs do CC é peça fundamental para a sua avaliação. Para tanto, foram utilizados como referência os trabalhos de Cardoso e Calil (2000), e Ferreira, De Rocco e Garcia (2000). Adicionalmente, foram considerados também os dados gerados pelo sistema de gestão local, para identificar quais indicadores referentes aos EMHs poderiam ser utilizados. Após a análise, os seguintes indicadores foram selecionados:

Indicadores de Tempo

- **Tempo Médio de Manutenção Corretiva (TMMC):** analisa o tempo médio utilizado para resolver o problema gerado pela ordem de serviço de manutenção corretiva de um determinado equipamento.
- **Tempo Médio Entre Falhas de Manutenções Corretivas (MTBF):** analisa o tempo médio que um EMH voltou a apresentar alguma outra falha, analisado pelas ordens de serviço correspondente a cada equipamento.

Indicadores de Qualidade

- **Manutenção Preventiva (MP) Realizada x Manutenção Preventiva Desejada**: analisa a quantidade de manutenções que foram realizadas, a partir das planejadas em um determinado período de tempo.
- **Número de Ordens de Serviço Fechadas x Número de Ordens de Serviço Abertas**: analisa se todos os problemas gerados pelos EMHs foram resolvidos.

- **Número de Ordens de Serviço Total de um EMH por Mês**: analisa a quantidade de ordens de serviço abertas de um determinado equipamento por um período de um ano, identificando a média de intervalo para ocorrer cada uma delas.

Indicadores de Custo

- **Custo de Manutenção *versus* Custo de Aquisição**: define o percentual que foi gasto com manutenção do EMH comparado com o valor para adquirir um novo. O gestor pode definir um valor máximo a ser gasto com manutenção, antes de trocá-lo por um novo com as mesmas especificações (FERREIRA, 2000).
- **Custo de Manutenção Corretiva**: analisa quanto está sendo gasto com a manutenção corretiva de cada equipamento.
- **Custo de Manutenção Preventiva**: analisa quanto está sendo gasto com a manutenção preventiva de cada equipamento. Diferente da MC, a MP já é predefinida pelo gestor.

4.3 Coleta e Análise dos Dados dos EMHs

Nessa etapa foi realizada a análise dos EMHs de forma individual. Todos os dados foram coletados do sistema de gerenciamento utilizado pelo hospital, o Dinamos®, que é alimentado pela equipe de Engenharia Clínica, tanto para a abertura de chamados, quanto para os fechamentos e demais dados necessários que assegurem a gestão dos EMHs. Em seguida, ocorreu a montagem dos indicadores e a análise das Ordens de Serviço (OS) de cada um deles para compreender melhor o histórico e justificar algumas informações encontradas pelos indicadores, conforme fluxograma apresentado abaixo (Figura 3).

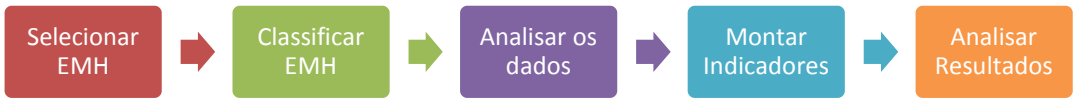

Figura 3 – Fluxograma da análise dos EMHs

4.4 Montagem e Análise dos Indicadores por Grupo de Classificação

Após análise individual dos equipamentos, foi realizado a análise por classificação, de acordo com fluxograma apresentado na Figura 4.

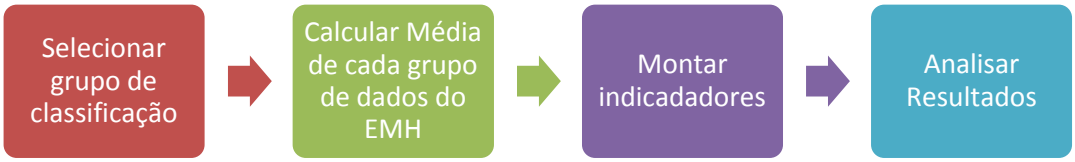

Figura 4 – Fluxograma da análise por classificação dos EMHs

Em seguida, foi realizado todas as relações entre os indicadores de cada EMH e grupo de classificação para entender o contexto geral da situação dos EMHs do centro cirúrgico do hospital.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os EMHs foram analisados conforme os indicadores e a classificação (Tabela 5) apresentados na metodologia. O período de análise foi referente aos últimos dois anos (julho de 2015 a julho de 2017) e em alguns casos, os EMHs possuíam mais de um modelo do mesmo fabricante (Tabela 6).

Tabela 6 – Informações gerais dos EMHs

Classificação	Equipamento	Fabricante	Modelo	Quantidade
APOIO AO PACIENTE	Mesa Cirúrgica Elétrica	Mercedes - IMEC	MI3500E, MI35001E, MI3112	4
	Foco Auxiliar	Siemens	Foco de teto hanalux blue 30/80	4
DIAGNÓSTICO	Monitor Multiparamétrico	Drager	Infinity Vista e Infinity Vista XL	4
	Arco Cirúrgico	Siemens	Compact L	2
SUPORTE A VIDA	Aparelho de Anestesia	Drager	Fabius Plus	4
	Analisador de Gases	Drager	VAMOS	4
	Vaporizador	Drager	Vapor 2000	7
TERAPÊUTICO	Bomba de Infusão	Fresenius	Injectomat tiva agilia	4
	Cardioversor	Philips	Heartstart XL	1
	Bisturi Elétrico	WEM	SS-501SX, SS501, SS501S, COMED	4

5.1 Indicadores de Tempo

Os indicadores de tempo irão identificar o tempo médio que o EMH ficou parado devido a algum problema ou que levou para ser realizada alguma manutenção, identificando assim a agilidade do setor para resolver e prevenir as falhas dos equipamentos.

5.1.1 Tempo Médio de Manutenção Corretiva - TMMC

No geral os TMMCs dos EMHs do hospital foram relativamente baixos, mostrando a eficiência do setor de engenharia clínica em solucionar os problemas e realizar de maneira rápida as manutenções corretivas (Tabela 07). Os casos particulares são

justificados através de alguns problemas descritos nas ordens de serviço, conforme demonstrado a seguir pela análise dos grupos que se fizeram necessários.

Tabela 7 – Tempo Médio de Manutenção Corretiva (em dias)

Classificação	Equipamento	Total OS Corretiva	TMMC
APOIO AO PACIENTE	Mesa Cirúrgica Elétrica	10	1,7
	Foco Auxiliar	24	0,3
DIAGNÓSTICO	Monitor Multiparamétrico	7	56,2
	Arco Cirúrgico	9	9,6
SUPORTE A VIDA	Aparelho de Anestesia	9	2,1
	Analisador de Gases	0	0,0
	Vaporizador	0	0,0
TERAPÊUTICO	Bomba de Infusão	5	12,2
	Cardioversor	2	11,5
	Bisturi Elétrico	26	1,4

Apoio ao paciente

Nesse grupo o TMMC ficou bem baixo em relação aos demais. Apesar da grande quantidade de ordens de serviço, principalmente relacionado ao foco auxiliar, os chamados foram solucionados de maneira bastante rápida. A grande maioria dos chamados foram relacionados a problema com a lâmpada, que rapidamente foram substituídas. Apenas dois problemas foram mais sérios, um devido a defeito na placa e um na cúpula maior do equipamento, mas ambos levaram uma média de 3 dias para serem solucionados.

Entretanto, a manutenção em uma das mesas cirúrgicas foi responsável por elevar o TMMC geral, pois precisou ir para a assistência técnica devido a um problema com os comandos. As demais manutenções corretivas foram resolvidas de maneira bastante rápida, em torno de 1 ou 2 horas.

Diagnóstico

Dentro dessa categoria, o monitor multiparamétrico foi o que apresentou um maior tempo para a realização de manutenção corretiva, com 56 dias, mas quando analisado as ordens de serviço, percebe-se que apenas um obteve o TMMC de um pouco mais e 208,33 dias, o que fez com a média do TMMC geral do monitor elevasse, nos demais o TMMC foi menos que 1,5. Segundo a OS, a falha que o monitor apresentou, com causa não

identificada, precisou de substituição de peça que levou cerca de 7 meses para ser realizada.

Já o arco cirúrgico, apresentou TMMC de 9,63 dias. Observa-se que foram realizadas 9 manutenções corretivas nos EMHs, que segundo a tabela 6, só possuem 2 unidades. Esta é uma quantidade relativamente alta, se comparado aos EMHs de outras categorias. Quando analisada as ordens de serviço individuais de cada arco cirúrgico, observa-se que em um deles, três das manutenções corretivas realizadas demandaram um tempo de aproximadamente 20 dias. Em uma delas, foi devido a espera pela assistência do fabricante, SIEMENS, porém como o EMH não possuía mais contrato houve a necessidade de procurar outra empresa para realizar a manutenção. O mesmo ocorreu em outras duas ordens de serviço, uma de cada arco cirúrgico, de troca de peça, levando cerca de 27 e 15 dias, respectivamente, para realizar a compra que era necessária.

Suporte a vida

No grupo suporte a vida, apenas o aparelho de anestesia recebeu chamados para manutenções corretivas, totalizando 9 nos quatro equipamentos desse tipo. Porém, quando as ordens de serviço são analisadas de maneira individual, percebe-se que esse tempo é alto devido a um problema que ocorreu em um dos aparelhos, relacionado a um vazamento no rotâmetro, e que levou cerca de 20 dias para ser solucionado.

Terapêutico

Esse grupo foi o segundo a apresentar um maior TMMC. A bomba de infusão, assim como o cardioversor, obtiveram um TMMC bastante próximos, porém como a quantidade de cardioversor é de apenas uma, a sua análise necessita de maior atenção. As OSs desse equipamento mostram que seu tempo foi elevado devido a uma delas, referente a uma troca de bateria que demorou cerca de 20 dias.

Já a bomba de infusão apresentou um TMMC de aproximadamente 12,17 dias, um tempo que poderia ser menor se a equipe técnica externa, responsável por consertar alguns tipos de defeitos, tivesse realizado as trocas de bateria, como foi no caso apresentado por duas OSs, de maneira mais rápida. Um ponto importante a ser ressaltado desse EMH, é que entre as 4 bombas de infusão, uma não apresentou nenhuma MC.

O bisturi elétrico apresentou um TMMC bem baixo em comparação aos demais equipamentos do grupo, apesar de ter apresentado uma grande quantidade de OS. Os

problemas estão relacionados com mal contato do cabo, ou algum problema de fiação e em algumas ordens de serviço, foi identificado falsa falha.

5.1.2 Tempo Médio Entre Falhas – MTBF

O tempo médio entre falhas representa o quanto demorou para que outra manutenção corretiva fosse realizada no equipamento, pode-se concluir então que quanto maior o MTBF, melhor o estado do EMH. Esse indicador não leva em consideração se a falha foi a mesma, pois os dados fornecidos no sistema não permitem esse tipo de análise.

Esse indicador apresentou resultados bastantes diferentes entre os EMHs, sendo a mesa cirúrgica, o bisturi elétrico e o arco cirúrgico os que obtiveram o MTBF mais baixo, ou seja, necessitaram de manutenções entre um intervalo menor de tempo e devem ter uma atenção especial, procurando o engenheiro trabalhar para elevar os índices desse indicador. Os demais EMHs tiveram seu MTBF inversamente proporcional com a quantidade de MCs realizadas, conforme o esperado. As exceções foram descritas nas análises a seguir.

Tabela 8 – Tempo Médio Entre Falhas (MTBF)

Classificação	Equipamento	Total de OS Corretiva	MTBF
APOIO AO PACIENTE	Mesa Cirúrgica Elétrica	10	66,1
	Foco Auxiliar	24	125,2
DIAGNÓSTICO	Monitor Multiparamétrico	7	354,4
	Arco Cirúrgico	9	155,0
SUPORTE A VIDA	Aparelho de Anestesia	9	301,7
	Analisador de Gases	0	0,0
	Vaporizador	0	0,0
TERAPÊUTICO	Bomba de Infusão	5	461,8
	Cardioversor	2	354,5
	Bisturi Elétrico	26	113,3

Apoio ao paciente

É o grupo que apresenta o menor MTBF. Entre os aparelhos dessa categoria, a mesa cirurgia apresenta o menor tempo. Isso se dá devido a uma das mesas ter sido responsável por 7 manutenções de 10 que esse equipamento obteve, diminuindo assim o MTBF geral.

Diagnóstico

O arco cirúrgico merece uma atenção especial nessa categoria por ter apresentado 9 falhas, sendo apenas dois equipamentos desse modelo no setor. Quando analisados individualmente percebe-se que as MCs ocorreram de forma proporcional, um com 4 e outro com 5.

Terapêutico

Dentro dessa categoria, o bisturi elétrico foi o que apresentou o mais baixo MTBF, sendo o terceiro lugar no geral de todos as categorias. Assim como ocorreu com o foco auxiliar, da categoria de apoio ao paciente, esse equipamento apresentou uma grande quantidade de MCs, totalizando 26 para 4 equipamentos desse tipo. Quando analisados individualmente o equipamento de modelo COMED é o responsável por 12 das 26 MCs. Diminuindo por consequência o MTBF desse EMH.

5.2 Indicadores de Qualidade

Os indicadores de qualidade visam analisar se as manutenções planejadas foram realizadas, assim como também entender quais tipos de manutenções acontecem com mais frequência e saber se todas as OSs abertas foram finalizadas.

5.2.1 Manutenção Preventiva Realizada (MPR) x Manutenção Preventiva Desejada (MPD)

A análise desse indicador não pode ser feita apenas através dos números conforme tabela 09, uma vez que em apenas dois dos casos, do aparelho de anestesia e da bomba de infusão, a quantidade de MPR em um equipamento foi realizada de maneira correta, conforme o planejado. Nos demais casos ou um EMH deixou de receber uma manutenção ou algum outro recebeu uma mais, conforme descrito a seguir na análise dos grupos.

Tabela 9 – MPR *versus* MPD

Classificação	Equipamento	Quantidade	MPR	MPD
APOIO AO PACIENTE	Mesa Cirúrgica Elétrica	4	9	8
	Foco Auxiliar	4	5	8
DIAGNÓSTICO	Monitor Multiparamétrico	4	7	8
	Arco Cirúrgico	2	4	4
SUPORTE A VIDA	Aparelho de Anestesia	4	8	8
	Analisador de Gases	4	4	8
	Vaporizador	7	7	14
TERAPÊUTICO	Bomba de Infusão	4	8	8
	Cardioversor	1	3	2
	Bisturi Elétrico	4	6	8

Apoio ao paciente

Nesse grupo, a mesa cirúrgica elétrica recebeu um número de MPR maior que o de MPD, porém as ordens de serviço mostram que em uma das mesas não foi realizada nenhuma MP, já nas demais, foi realizada uma MP a mais. O mesmo aconteceu com o foco auxiliar, que ao invés de ter recebido 8 MP, sendo uma por ano para cada EMH, recebeu duas MP em apenas um EMH, enquanto os demais só receberam uma.

Diagnóstico

Nessa categoria, a quantidade de MPR foi igual a de MPD do arco cirúrgico, porém quando analisados individualmente, percebe-se que um dos arcos cirúrgicos recebeu uma manutenção preventiva a menos, enquanto outro recebeu uma a mais. Já o monitor multiparamétrico não recebeu a quantidade de manutenções preventivas desejadas, faltando ser realizada em um dos monitores uma MP conforme planejado.

Suporte a vida

Nos EMHs do grupo suporte a vida, apenas o aparelho de anestesia apresentou a quantidade correta de MPR em relação as MPD. Mas apesar do analisador de gases e vaporizador de gases só ter recebido uma em relação as duas que estavam no calendário, esse fato pode ser justificado por esses aparelhos também não terem apresentado nenhuma manutenção corretiva. Segundo entrevista com o engenheiro clínico do hospital, houve uma diminuição na quantidade de MPD para esses EMHs, estando eles então dentro dos parâmetros de conformidade.

Terapêutico

No grupo dos EMHs terapêuticos, apenas a bomba de infusão obteve as MPDs realizadas de maneira correta. No bisturi elétrico, um deles não obteve nenhuma das manutenções previstas para os dois últimos anos, e consequentemente, foi o bisturi que mais apresentou a necessidade de manutenções corretivas. Em contrapartida, o cardioversor apresentou uma manutenção preventiva a mais do que a quantidade planejada, mas que também é justificável uma vez que ele apresentou um grande número de manutenções corretivas.

5.2.2 Número de Ordens de Serviço Fechadas x Número de Ordens de Serviço Abertas

É possível observar que todas as Ordens de Serviço abertas de todos os EMHs em todos os grupos de classificação, no período analisado de dois anos, foram fechadas, concluindo assim que os problemas foram solucionados.

Porém, é importante ressaltar que o período analisado foi bem definido. Sendo assim, para uma maior compreensão desses dados é necessário analisar o período médio que as OSs ficaram abertas, para conseguir chegar em alguma conclusão e analisar melhor a realidade do hospital em relação ao tempo que o setor consegue solucionar o problema, de acordo com cada um deles. Entretanto o sistema de gerenciamento não fornece esses dados por equipamento, só fornece de forma individual por cada OS, devendo o gestor fazer a análise individual, para saber quantas OS, em um determinado mês, por exemplo, foram abertas e quantas foram fechadas. Verificando assim a agilidade do setor de solucionar os problemas.

Tabela 10 – Número de OSs Abertas *versus* Número de OSs Fechadas (2 anos)

Classificação	Equipamento	Total de OS Aberta	Total de OS Fechada	Porcentagem
APOIO AO PACIENTE	Mesa Cirúrgica Elétrica	19	19	100%
	Foco Auxiliar	29	29	100%
DIAGNÓSTICO	Monitor Multiparamétrico	14	14	100%
	Arco Cirúrgico	13	13	100%
SUPORTE A VIDA	Aparelho de Anestesia	17	17	100%
	Analisador de Gases	4	4	100%
	Vaporizador	7	7	100%
TERAPÊUTICO	Bomba de Infusão	9	9	100%
	Cardioversor	5	5	100%
	Bisturi Elétrico	32	32	100%

5.2.3 Número de Ordens de Serviço Total de um EMH por Mês

Esse indicador levou em consideração os dois tipos de manutenções, corretivas e preventivas, realizadas no período de dois anos. Porém o sistema não permite calcular quanto tempo um equipamento ficou parado, e dependendo do problema que ocorreu, o EMH pode estar em uso com restrição. Portanto o gestor deve analisar de forma mais detalhada quanto que um problema relacionado a determinado equipamento prejudicou a realização de procedimentos no hospital.

Tabela 11 – Tabela de Ordens de Serviço dos EMHs por Mês

Classificação	Equipamento	Nº total de OS Aberta	Nº total de OS Fechada	Tempo em meses	Nº total de OS por mês	Período Aproximado
APOIO AO PACIENTE	Mesa Cirúrgica Elétrica	19	19	24	0,8	1 por mês
	Foco Auxiliar	29	29	24	1,2	Mais de 1 por mês
DIAGNÓSTICO	Monitor Multiparamétrico	14	14	24	0,6	1 a cada 1 mês e meio
	Arco Cirúrgico	13	13	24	0,5	1 a cada 2 meses
SUPORTE A VIDA	Aparelho de Anestesia	17	17	24	0,7	1 por mês
	Analisador de Gases	4	4	24	0,2	1 a cada 6 meses
	Vaporizador	7	7	24	0,3	1 a cada 3 meses
TERAPÊUTICO	Bomba de Infusão	9	9	24	0,4	1 a cada 2 meses
	Cardioversor	5	5	24	0,2	1 a cada 6 meses
	Bisturi Elétrico	32	32	24	1,3	Mais de 1 por mês

Na análise e discussão a seguir, foram levados em consideração a quantidade de MC em relação a MP, uma vez que os EMHs devem apresentar mais MP do que MC.

Apoio ao paciente

Os EMHs dessa categoria são os que possuíram mais manutenções, com média de 1 (uma) por mês, tanto na mesa cirúrgica elétrica, quando no foco auxiliar. Porém, quando analisada a quantidade de manutenções preventivas e corretivas separadamente, percebe-se que a mesa cirúrgica apresentou metade das manutenções de cada um dos tipos. Já o foco auxiliar apresentou 24 das manutenções sendo corretivas e apenas 5 preventivas,

sendo assim necessitando de um pouco mais de atenção para o gestor, a fim de diminuir essa diferença.

Diagnóstico

Nessa categoria o arco cirúrgico e o monitor multiparamétrico apresentaram uma quantidade bem próxima do total de manutenções. Quando analisados separadamente, percebemos que em ambos, a quantidade de manutenções corretivas foi maior do que a de manutenções preventivas, 7 e 4 para o monitor e 9 e 2 para o arco, respectivamente.

Suporte a vida

Nessa categoria, apenas o aparelho de anestesia obteve a média de 1 (uma) OS por mês, esse período foi menor, devido a esse equipamento ter sido o único da sua categoria a ter apresentado manutenções corretivas e preventivas. Já o analisador de gases e vaporizador, apresentaram o período de 1 OS a cada 6 meses e 1 a cada 3 meses, respectivamente, um tempo que não exige atenção do gestor, pois ele está relacionado apenas as manutenções preventivas, uma vez que nenhum desses EMHs apresentaram manutenções corretivas.

Terapêutico

O bisturi elétrico foi o que apresentou uma média de uma manutenção maior, sendo de 1 por mês. Como esse equipamento é bastante utilizado durante os procedimentos, seria necessário avaliar quanto tempo ele ficou parado dentro dessas manutenções para saber o quanto que o hospital está perdendo devido aos seus problemas. A bomba de infusão apresentou a quantidade de 1 manutenção a cada dois meses, 5 sendo corretivas e 4 preventivas. Já o cardioversor apresentou 2 corretivas e 3 preventivas.

5.3 Indicadores de Custo

Os indicadores de custo irão avaliar quanto cada equipamento gerou de despesa para o hospital devido as manutenções que foram realizadas em cada um. É importante ressaltar que esse indicador não leva em consideração os acessórios e peças utilizados que já estavam presentes no almoxarifado do hospital.

5.3.1 Custo de Manutenção Corretiva por EMH

Conforme apresentado na tabela abaixo, apenas 4 EMHs apresentaram custo com manutenção corretiva e a justificativa dos valores é encontrada na discussão a seguir.

Tabela 12 – Custo de Manutenção Corretiva por EMH

Classificação	Equipamento	Total de OS Corretiva	Custo Total das MCs –R$
APOIO AO PACIENTE	Mesa Cirúrgica Elétrica	10	900
	Foco Auxiliar	24	0
DIAGNÓSTICO	Monitor Multiparamétrico	7	0
	Arco Cirúrgico	9	28.336
SUPORTE A VIDA	Aparelho de Anestesia	9	0
	Analisador de Gases	0	0
	Vaporizador	0	0
TERAPÊUTICO	Bomba de Infusão	5	0
	Cardioversor	2	307
	Bisturi Elétrico	26	1.239

Apoio ao paciente

Nessa categoria apenas a mesa cirúrgica apresentou um custo de R$ 900,00 com manutenções corretivas. Quando analisado as ordens de serviço de forma individual, percebe-se que esse valor foi gasto com apenas uma das manutenções, referente a uma mesa que apresentou um problema na caixa de comando do equipamento, que precisou ser trocada.

Diagnóstico

O arco cirúrgico foi o único equipamento que apresentou um custo de manutenção corretiva, sendo bastante elevado, comparado até mesmo aos demais equipamentos das outras categorias. Segundo as análises das ordens de serviço, todos os arcos tiveram custos, sendo ele dividido em três OSs. Segundo elas, eles foram ocasionados devido aos seguintes fatores: causa desconhecida, no qual o equipamento não estava ligando e para resolver o problema foi necessário contratar uma empresa técnica que cobrou o valor de R$ 5.000,00 para realizar o serviço. Outra despesa, foi no valor de R$ 13.638,34 referente a um problema no cabo SG do equipamento, sendo necessário a sua troca, que custou esse valor. A terceira OS foi no valor de R$ 9.987,83, utilizado também para a troca do cabo SG do outro arco cirúrgico.

Terapêutico

O maior custo que o hospital teve com os EMHs dessa categoria foi com o bisturi elétrico, de R$ 1239,00. As OSs mostram que apesar de ter sido alta a quantidade de MC desse equipamento, essa despesa foi referente a apenas duas delas, sendo uma para a compra de um *plug* fêmea que precisou ser substituído e a outra devido a necessidade de substituir alguns componentes eletrônicos. As despesas ocorreram em dois bisturis diferentes. O cardioversor gerou um custo de R$307,00 referente a apenas uma das duas ordens de serviço, que foi justificado devido a substituição da bateria desse EMHs.

5.3.2 Custo de Manutenção Preventiva por EMH

Tabela 13 – Custo de Manutenção Preventiva por EMH

Classificação	Equipamento	Total de OS Preventiva	Custo das MPs – R$
APOIO AO PACIENTE	Mesa Cirúrgica Elétrica	9	0
	Foco Auxiliar	5	0
DIAGNÓSTICO	Monitor Multiparamétrico	7	0
	Arco Cirúrgico	4	0
SUPORTE A VIDA	Aparelho de Anestesia	8	0
	Analisador de Gases	4	0
	Vaporizador	7	0
TERAPÊUTICO	Bomba de Infusão	4	1.510,00
	Cardioversor	3	0
	Bisturi Elétrico	6	0

Apenas um equipamento dentre todos os analisados apresentou um custo de manutenção preventiva, que foi a bomba de infusão da categoria dos EMHs terapêuticos. Quando analisado as ordens de serviço desse EMH, esse custo foi divido entre as quatro bombas de infusão, sendo o valor de R$377,59 para cada, que já era previsto em contrato pelo fabricante para que eles pudessem garantir o bom funcionamento do equipamento.

5.3.3 Custo de Manutenção Geral por Custo de Aquisição

Entre os equipamentos que apresentaram custo com manutenções, apenas dois obtiveram uma despesa de um pouco mais de 10% quando referenciado com o seu valor de aquisição (Figura 5). Até mesmo o arco cirúrgico que apesar de ter tido um custo relativamente alto para o hospital, ultrapassou pouco mais de 10%, mostrando assim que não é necessário o hospital pensar em adquirir um novo equipamento desse modelo.

Tabela 14 – Custo de Manutenções por Custo de Aquisição

Classificação	Equipamento	Quantidade de EMH	Custo Total – R$	Custo de Aquisição – R$
APOIO AO PACIENTE	Mesa Cirúrgica Elétrica	4	225,00	39.429,00
	Foco Auxiliar	4	0	17.649,00
DIAGNÓSTICO	Monitor Multiparamétrico	4	0	12.000,00
	Arco Cirúrgico	2	14.168,00	170.000,00
SUPORTE A VIDA	Aparelho de Anestesia	4	0	39.891,00
	Analisador de Gases	4	0	Não Informado
	Vaporizador	7	0	3.000,00
TERAPÊUTICO	Bomba de Infusão	4	378,00	8.300,00
	Cardioversor	1	307,00	2.300,00
	Bisturi Elétrico	4	310,00	17.878,00

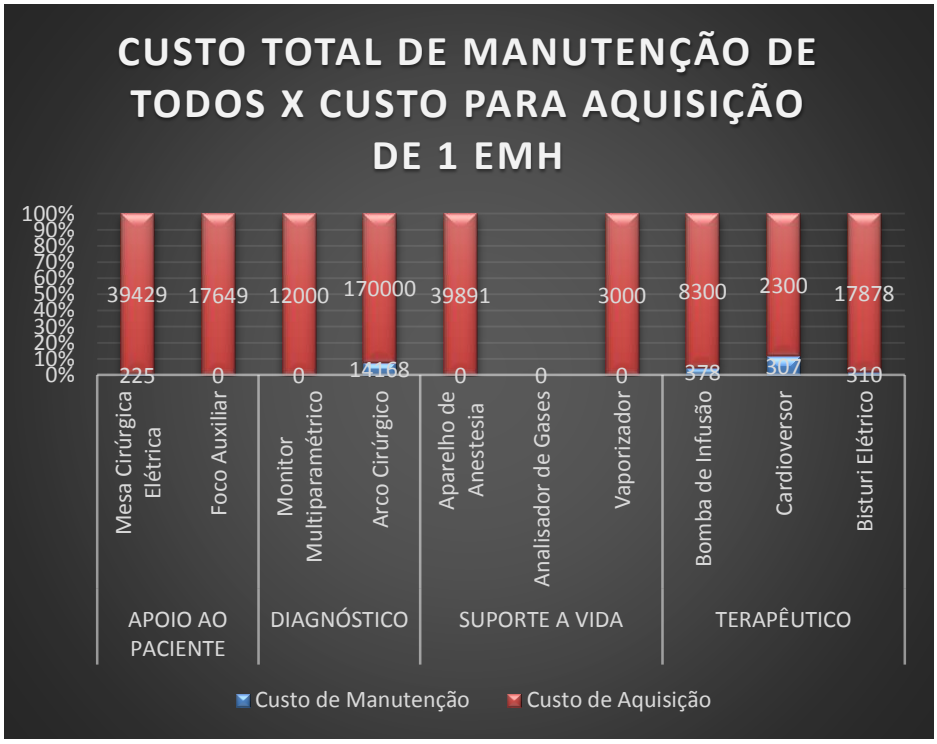

Figura 5 – Custo das Manutenções por Custo de Aquisições

5.3 Relações Entre os Indicadores

A fim de conseguir um maior entendimento sobre a situação de cada EMH, é necessário que se realize a análise da relação entre os indicadores, além da análise individual de cada indicador.

Nesse estudo, pode-se perceber que o total de OS por mês deve ser analisado levando em consideração não só a sua quantidade, mas também o número de OS referentes a manutenção preventiva e a manutenção corretiva. Para a garantia de uma boa gestão, é necessário que o número de manutenções preventivas ultrapasse o número de manutenções corretivas, uma vez que elas se antecedem ao problema e danos que o EMH poderá apresentar. Entretanto, foi observado que isso não acontece em vários dos EMHs: mesa cirúrgica, foco cirúrgico, arco cirúrgico, monitor multiparamétrico, aparelho de anestesia, bomba de infusão e bisturi elétrico.

O caso do bisturi elétrico precisa ser analisado com cuidado, por ser um aparelho de grande necessidade para a realização das atividades do CC. Esse equipamento apresentou uma grande quantidade de manutenções corretivas, 26 em dois anos, apenas 6 manutenções preventivas, com média de duas por semestre, e seu MTBF foi um dos mais baixos, mostrando que o período entre as falhas foi muito curto. Entretanto seu o TMMC foi bem baixo, em torno de 1,5 dia para que a equipe de Engenharia Clínica colocasse o equipamento em funcionamento no setor.

Desta forma, para se avaliar se o número de manutenções corretivas prejudicou o andamento das atividades do setor no hospital, é necessário analisar o indicador de TMMC dos EMHs. Alguns equipamentos, apesar de terem apresentado uma alta quantidade de manutenções corretivas, como foi o caso do foco auxiliar, mesa cirúrgica, aparelho de anestesia e bisturi, apresentaram um TMMC baixo, com uma média de 1 a 2 dias para conserto, mostrando a eficiência e agilidade da equipe de Engenharia Clínica para resolver o problema. Entretanto o monitor multiparamétrico apresentou um tempo de 56,18 dias, mas como analisado através das ordens de serviço, esse tempo foi elevado devido a apenas uma grande manutenção que esse aparelho obteve, elevando assim o índice dos demais. Outro EMH que chamou atenção foi o cardioversor, que apresentou um tempo relativamente alto para as duas manutenções apesar de ser o único equipamento deste tipo presente no setor.

É importante ressaltar que o software utilizado na gestão do EMHs não calcula o tempo mínimo que os EMHs ficaram parados, sem funcionarem. De forma que o TMMC calculado de cada equipamento não é equivalente ao tempo que ele ficou parado, uma vez que em alguns casos, eles podem ter funcionado mas com restrição. Para um cálculo mais assertivo seria necessário ter esse tempo de parada, não só da manutenção corretiva, mas como também das manutenções preventivas e das calibrações.

Um outro parâmetro referente às manutenções corretivas que precisa ser analisado com bastante atenção são os custos. Por exemplo, o arco cirúrgico foi o aparelho que apresentou a maior despesa para o hospital, de R$ 28.336,21 (Tabela 12). Esse custo está distribuído em apenas dois aparelhos, que apresentaram mais manutenções corretivas do que preventivas e o mesmo problema (cabo SG), o que gerou uma despesa de R$13.638,64 em um arco e a outra no valor de R$9.987,83. Nesse caso, é possível observar a necessidade da realização de mais manutenções preventivas, a fim de antecipar problemas e diminuir a despesa do hospital. A média de tempo para finalizar a manutenção nesse equipamento foi de 9 dias. Se houvesse a possibilidade de saber o tempo que ele ficou parado devido a esses acontecimentos, poderia se avaliar com mais precisão o quão prejudicial eles foram para o hospital.

No caso do bisturi, apesar de terem sidos realizadas mais MC do que MP e terem gerado um custo de R$1.238,95 (Tabela 12), este custo foi referente a apenas duas das manutenções, sendo as outras 24 mais simples de serem solucionadas pela própria equipe interna de Engenharia Clínica.

Quando analisado o custo de manutenção de cada equipamento em relação ao seu valor de aquisição, pode-se perceber que apenas o cardioversor ultrapassou um pouco de 10%. Porém, foi um custo relativamente baixo, referente a troca de bateria. Para esse resultado ser ainda mais preciso, seria necessário analisar junto com o custo da manutenção, a despesa gerada com os itens para garantir o funcionamento do EMH, como por exemplo, o das lâmpadas do foco auxiliar, como também analisar se houve despesa para ser realizado a calibração dos EMHs.

Considerando todos os indicadores utilizados neste estudo, pode-se analisar a situação geral de todos os equipamentos, que em sua maioria se comportam de forma bastante regular. Levando em consideração o período de dois anos analisado e o número

de OSs de alguns equipamentos é possível perceber o bom trabalho da equipe de Engenharia Clínica para solucionar os chamados. Entretanto, para uma maior precisão e análise mais detalhada da situação seria necessário analisar outros indicadores, como o motivo de cada manutenção corretiva do EMH, o período desde da abertura do chamado até a sua finalização em períodos mais curto de tempo e o tempo de paralisação de cada um deles.

6. CONCLUSÕES

Nesse estudo foi possível avaliar a importância da análise dos indicadores referentes aos EMHs de um hospital, assim como também do setor de Engenharia Clínica para garantir a sua mensuração e entender as peculiaridades que possam vir a aparecer.

Os indicadores de tempo mostraram um resultado mais preciso, principalmente referente ao tempo de manutenção corretiva e entre as manutenções de cada EMHs. Os de qualidade se mostraram mais dependentes de análises com outros indicadores e do contexto em que o EMH se encontra, para conseguir garantir uma interpretação mais precisa do resultado. O mesmo já não aconteceu com os indicadores de custo, que apesar de não levar em consideração algumas despesas mínimas que os EMHs podem gerar para o hospital, conseguiu mostrar uma realidade mais correta da situação referente a esse assunto.

No geral, foi identificada uma boa gestão do parque tecnológico dos EMHs do centro cirúrgico do hospital. Para um diagnóstico mais preciso deveria ser feita a análise demais indicadores, como também uma análise do mesmo equipamento, porém em diferentes setores para identificar por exemplo se muitos dos defeitos são devido ao fabricante ou mal uso dos próprios funcionários.

Como trabalhos futuros, poderiam ser realizados a comparação entre outros hospitais utilizando os mesmo equipamentos e setor, ou a análise dos equipamentos em diferentes setores. Poderia ser realizado o estudo de novos indicadores e de outros equipamentos para uma melhor compreensão de como dever ser realizada uma gestão cada vez melhor do engenheiro clínico.

Sendo assim, aconselha-se a Engenharia Clínica a manter a utilização dos indicadores e mensurá-los constantemente, assim como também se fazer da utilização de mais indicadores, para conseguir os resultados mais precisos. Além de construir metas de gestão visando melhorar os resultados e entrar em contato com a equipe médica do setor para entender melhor a visão que eles têm sobre cada EMH.

7. REFERÊNCIAS

ACCE, *AMERICAN COLLEGE OF CLINICAL ENGINEERING*. Disponível em < http://accenet.org/about/Pages/ClinicalEngineer.aspx > Acesso em: 21 de outubro de 2017.

AMORIM, Aline Silva; Júnior, Vítor Laerte Pinto; Shimizu, Helena Eri. **O desafio da gestão de equipamentos médico-hospitalares no Sistema único de Saúde**. Saúde Debate, Rio de Janeiro, V. 39, N. 105, P.350-362, abr-jun 2015.

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

ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada – **RDC n˚02, de 25 de janeiro de 2010**. Disponível em: < https://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/index.php/legislacao/item/rdc-2-de-25-de-janeiro-de-2010 > Acesso em: 01 out. 2017.

ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada – **RDC n˚50, de 21 de fevereiro de 2002**. Disponível em: < https://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/index.php/legislacao/item/rdc-50-de-21-de-fevereiro-de-2002 > Acesso em: 30 out. 2017.

ARAÚJO, Edwillian Bezerra de. **Processo e proposta de modelagem de um sistema hospitalar para a regulação cirúrgica.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 57p., 2016.

CARDOSO, Geice Bolognani; CALIL, Saide Jorge. **Estudo do Processo de Análise de Referência Aplicado à Engenharia Clínica e Metodologia de Validação de Indicadores de Referência**. In: XVII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 2000. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica 2000, Florianópolis, SC: p.482-487,2000.

DE MEDEIROS, Camila Beatriz Souza. **A Engenharia Clínica e seus Indicadores no Hospital Universitário Onofre Lopes**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 50p., 2015.

DE MORAES, Luciano. **Metodologia para auxiliar na definição de indicadores de desempenho para a gestão da tecnologia médico-hospitalar**. Tese (Doutorado,

Doutorado em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Santa Cataria, p.253, Florianópolis, 2007.

FARIA, V. N. F *et al*. **Desenvolvimento de software auxiliar à gestão de equipamento médico-hospitalares utilizando indicadores de desempenho**. In: XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, Uberlândia, Brasil, 2014.

FELIPE, Fabiano. **Engenharia Clinica, Engenharia Hospitalar e a Escassez de Engenheiros**. Disponível em: <http://www.cmqv.org/website/artigo.asp?cod=1461&idi=1&moe=212&id=16282>. Acesso em: 15 out. 2017.

FERNANDES, Ana Cecília Sá. **Sistema de Gerenciamento Web para Engenharia Clínica: Implementação no Hospital Universitário Onofre Lopes**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 53p., 2016.

FERREIRA, F. R.; DE ROCCO, E.; GARCIA, R. **Proposta de Implementação de Indicadores para Levantamento de produtividade em Estruturas de Engenharia Clínica**. In: XVII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 2000. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica (17. : Set.2000: Florianópolis, Santa Catarina). Anais. Santa Cataria, 2000. p. 455-459.

FRANÇA, Alex Sandro de Almeida. **A atribuição profissional na gestão de tecnologias em estabelecimentos de saúde no Brasil.** Revista Organização Sistemática. v. 7, n. 4, jan/dez. 2015.

GOMES, Launidei de Carvalo; DUTRA, Karen Estafan; PEREIRA, Ana Lígia de Souza. **O enfermeiro no gerenciamento do centro cirúrgico.** Revista Eletrônica da Faculdade Metodista Granbery, Juíz de Fora, MG, n 16, junho/2014.

GOODMAN, Gerald R *et al*. **Technology Assessment, Transfer, and Management: The Implications to the Professional Development of Clinical Engineering.** Journal of Clinical Engineering – Maço/Abril, 1991.

ISO 13485: 2016. **Dispositivos Médicos – Sistema de Gestão da Qualidade**. Requisitos para propostas regulatórias.

Ministério da Saúde. **Conceito e Definições em Saúde**. Secretaria Nacional de Ações Básicas de Saúde. Coordenação de Assistência Médica e Hospitalar. Brasília, 1977.

Ministério da Saúde. **Portaria 2616 de 12 de maio de 1998**. Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt2616_12_05_1998.html > Acesso em: 20 de out. 2017.

RABAY, Vera Marta Neves Amarante. **Proposta de Gestão em Engenharia Clínica no Hospital de Messajana Dr.Carlos Alberto Studart Gomes**. 2008. Monografia (Especialização em Engenharia Clínica) – Escola de Saúde Pública do Ceará – ESP/CE, Fortaleza, p. 97, 2008.

RAMÍREZ, Ernesto Fernando Ferreyra. **Metodologia de priorização de equipamentos médicos para programas de manutenção preventiva em hospitais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Universidade Estadual de Campinas, SP, p.94, 1996.

RAMIREZ, E. F. F.; CALIL, S. J. **Engenharia clínica: Parte I – Origens (1941-1996)**. Semina: Ci. Exatas/ Tecnol. Londrina, v. 21, n. 4, p. 27-33, dez. 2000.

SOBECC, **Planejamento do Ambiente Físico – Bloco operatório, recuperação anestésica**. Disponível em: < http://www.sobecc.org.br/legislacoes > Acesso em: 01 nov.2017.

SILVA, Moisés. **Enfermagem em Centro Cirúrgico**. Disponível em: < http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA0BUAC/enfermagem-centro-cirurgico >. Acesso em: 20 out. 2017.

SOUZA, A. S *et al*. **Custeio Baseado em Atividades em Hospitais: Modelagem das Atividades do Setor de Engenharia Clínica**. In: XIX Congresso Brasileiro de Custos – Bentro Gonçanves, RS, 12 a 14 de novembro de 2012.

WHO – World Health Organization. **WHO Medical Device Technical** Series, 2011a. Disponível em < http://apps.who.int/medicinedocs/en/ > Acesso em 10 de outubro de 2017.

WHO – World Health Organization. **Introduction to medical equipment inventory management.** WHO Medical Device Technical Series, 2011b.