

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CRISTIAN BEAZI DE ANDRADE

O ESTUDO DA ENGENHARIA CLÍNICA

LAGES

2018

CRISTIAN BEAZI DE ANDRADE

O ESTUDO DA ENGENHARIA CLÍNICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientadora: Dra. Franciéli Lima de Sá

LAGES

2018

Monografia apresentada ao Centro Universitário Facvest – UNIFACVEST, como requisito necessário para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Cristian Bezzi de Andrade
NOME DO ALUNO

O Estudo da Engenharia Clínica
TÍTULO DO TRABALHO

BANCA EXAMINADORA:

Dra. Francieli Lima de Sá
Titulação e nome do Orientador(a)

Msc. Silvio Moraes de Oliveira
Titulação e nome do Avaliador (a).

Msc. Nathiulle W. Branco
Titulação e nome do Avaliador (a).

Dra. Francieli Lima de Sá
Coordenador (a) Prof. (a). Titulação e nome da Coordenador(a).

Lages, 10 de dezembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me proporcionado saúde, força para continuar nos momentos difíceis e por sempre estar me protegendo e guiando meu caminho.

Agradeço a todos os meus familiares, em especial ao meu pai Max de Andrade, minha mãe Marinez Josane Beazi de Andrade e aos meus irmãos Fernanda e Daniel por sempre me incentivarem a buscar meus objetivos. A minha namorada Larissa que desde o início desta caminhada esteve ao meu lado me estimulando para seguir em frente.

A todos os professores e funcionários do Centro Universitário Unifacvest que durante toda a graduação me deram o suporte para poder me formar um profissional qualificado. A minha orientadora Franciéli Lima de Sá que acreditou no meu projeto e no meu potencial e se dedicou para transforma-lo em realidade.

Agradeço a todos os meus amigos e aos meus colegas pelos anos vividos intensamente. Alguns em especial pelos diversos momentos compartilhados se tornando uma “segunda família” em Lages.

Ao programa CreaJr/SC que durante 2 anos e meio fez parte da minha vida acadêmica agregando conhecimento, amizades e experiência fantásticas.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma ou outra me auxiliaram a chegar neste objetivo tão sonhado e que hoje se torna realidade.

RESUMO

O mundo está em constante evolução tecnológica e na área da saúde não é diferente. O crescimento dos parques tecnológicos nos Estabelecimentos de Assistência à Saúde (EAS) e o uso demasiado dos Equipamentos Médico-Hospitalares (EMH) representam um grande avanço no atendimento ao paciente. Atrelado a essa tecnologia se faz necessário um quadro de profissionais capacitados para realizar a gestão destes equipamentos. A solicitação de compra, mediante demanda, o treinamento adequado aos seus respectivos operários e a manutenções periódicas (preventivas e corretivas), são alguns dos fatores que otimizam o ciclo de vida útil de um equipamento. Dentro deste contexto, a Engenharia Clínica é o setor responsável por realizar estas tarefas dentro de um EAS, aumentando a vida útil dos EMH's já existentes na unidade e com o auxílio do corpo clínico, elaborar o parecer/laudo descritivo técnico para fazer a aquisição de novos aparelhos que supram a necessidade dos pacientes, em busca de aparelhos que se adaptem da melhor forma às necessidades dos usuários. Dessa forma, o estudo tem como objetivo demonstrar a importância do trabalho executado pela Engenharia Clínica dentro de um EAS através de pesquisas bibliográficas e estudo de caso realizado pelo autor.

Palavras-Chave: Engenharia Clínica; Estabelecimento de Assistência a Saúde (EAS); Equipamento Médico-Hospitalar (EMS); parques tecnológicos; gestão.

ABSTRACT

The world is constantly evolving in technology and health is no different. The growth of technology parks in Health Care Facilities (HCF) and the overuse of Medical-Hospital Equipment (MHE) represent a major advance in patient care. Linked to this technology it is necessary a cadre of professionals trained to carry out the management of these equipments. The purchase request, on demand, adequate training to their respective workers and periodic maintenance (preventive and corrective), are some of the factors that optimize the life cycle of an equipment. Within this context, Clinical Engineering is the sector responsible for performing these tasks within an HCF, increasing the useful life of the existing MHF in the unit and with the assistance of the clinical staff, to elaborate the technical descriptive opinion / report to make the acquisition of new devices that meet the need of patients, in search of devices that best suit the needs of users. Thus, the study aims to demonstrate the importance of the work performed by Clinical Engineering within an HCF through bibliographic research and case study conducted by the author.

Key words: Clinical Engineering; Health Care Establishment (HCE); Medical-Hospital Equipment (MHE); technological; management parks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo De Programa	19
Figura 2: Modelo De Gerenciamento	20
Figura 3: Modelo De Gestão De Tecnologia.....	23
Figura 4: Fluxograma Manutenção Corretiva	26
Figura 5: Fluxograma Ramificação A.....	28
Figura 6: Fluxograma Ramificação B	30
Figura 7: Fluxograma Ramificação D	31
Figura 8: Ventilador Pulmonar	38
Figura 9: Modelo Ordem de Serviço	40
Figura 10: Bomba de Infusão	41
Figura 11: Sensor de Gotas.....	42
Figura 12: Menu para Modificar as Configurações de Sensor de Gotas.	43
Figura 13: Função para Habilitar e Desabilitar o Sensor de Gotas	43
Figura 14: Imagem dos Engates Rápido do Teclado.....	44
Figura 15: Imagem da Página Inicial da Plataforma de Chamados.....	45
Figura 16: Página da Plataforma com Descrição do Serviço Prestado.....	46
Figura 17: Plataforma com Profissional Responsável e Horas Trabalhadas	46
Figura 18: Gerador de Relatório	47
Figura 19: Relatório de Atividades.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Número de hospitais com falta de Engenheiro Clínico em 2014	15
Quadro 2: Modalidades dentro da Engenharia	17
Quadro 3: Subgrupos e atribuições do Engenheiro Clínico	21
Quadro 4: Vantagens e desvantagens manutenção preventiva e corretiva	33
Quadro 5: Equipamentos com contrato de manutenção	37
Quadro 6: Instituições de ensino de graduação, especialização, mestrado e doutorado	50

LISTA DE ABREVEATURAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

EMH: Equipamento Médico-Hospitalar

EAS: Estabelecimento de Assistência a Saúde

CONFEA: Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

CREA: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
1.2. JUSTIFICATIVA	14
1.3 PROBLEMA	15
1.4 METODOLOGIA	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 DEFINIÇÃO ENGENHARIA	17
2.1.1 Modalidades Dentro Das Engenharias.....	17
2.2 ENGENHARIA CLÍNICA E O ENGENHEIRO CLÍNICO.....	18
2.3 FUNÇÃO DO ENGENHEIRO CLÍNICO	21
2.3.1 Aquisição de equipamentos	22
2.3.2 Gestão De Manutenção	23
2.3.3 Tipos De Manutenção	24
2.3.3.1 Manutenção Corretiva	24
2.3.3.2 Manutenção Preventiva	32
3. DESENVOLVIMENTO.....	34
3.1 GESTÃO DO PARQUE TECNOLÓGICO	34
3.1.1 Processo de Aquisição de Equipamento.....	35
3.2 MANUTENÇÃO.....	36
3.2.1 Exemplo de Manutenção Preventiva Realizada por Terceiros com Contrato .	37
3.2.2 Exemplo de Manutenção Corretiva Executada pela Engenharia Clínica	41
3.3 TREINAMENTO PARA USUÁRIOS E MANUSEIO DE EQUIPAMENTOS.....	48
3.4 MELHORIAS PARA O SETOR.....	49

4 GRADUAÇÃO E ESPECIALIZAÇÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA.....	50
5. CONCLUSÃO.....	52
6. BIBLIOGRAFIA	54

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o homem busca inovações que facilitem a vida humana de forma significativa. A descoberta da eletricidade e invenções de componentes eletrônicos, principalmente após o fim da segunda guerra mundial, possibilitou a evolução de aparelhos e equipamentos elétricos. Na saúde, a aplicação de novas técnicas de diagnóstico de doenças e equipamentos que contribuem de forma relevante na melhoria e manutenção da saúde, vem demonstrando estar em constante evolução.

A crescente inserção da tecnologia na área da saúde, evidencia a importância e um crescimento exponencial de equipamentos médico-hospitalares no auxílio de diagnóstico e tratamento de doenças. Entretanto, estas incorporações tecnológicas necessitam de um gerenciamento especial, a começar pelo seu descritivo técnico, passando pela sua aquisição, manuseio, manutenção preventiva e corretiva, tal como, a substituição do equipamento pelo final da sua vida útil.

O profissional responsável por esta gestão de equipamentos médico-hospitalar é denominado Engenheiro Clínico. Este profissional, juntamente com uma equipe de apoio, tem a responsabilidade de manter o parque tecnológico em perfeito funcionamento, planejar/agendar manutenções, auxiliar na aquisição do equipamento que melhor se adequa às necessidades do EAS, qualificar usuários, entre outras funções (Saide, 2002). A formação deste profissional no Brasil ainda é limitada pela baixa demanda pelo serviço e da falta oferta de instituições de ensino que ofereçam o curso de Engenharia Clínica.

O surgimento destas novas tecnologias faz com que os profissionais (enfermeiros, médicos, fisioterapeutas) que manuseiam diariamente estes equipamentos, percebam a necessidade de treinamentos contínuos, para compreender o funcionamento e poder desfrutar do máximo que o equipamento pode oferecer para melhor atendimento ao paciente. A inovação tecnológica deve se fazer presente em todos os EAS, é preciso ter profissionais que conheçam e tenham capacidade para introduzir estas novas tecnologias conforme a demanda de cada unidade.

É muito comum haver a confusão entre Engenheiro Clínico e Engenheiro Biomédico. Os dois profissionais têm atuação em diferentes setores, o Engenheiro Biomédico tem uma atuação mais voltada a inovação e criação de equipamentos médico-hospitalar, trabalha na indústria sem compreender muito bem o funcionamento de um EAS e suas necessidades, executando atividades fora do ambiente hospitalar. O Engenheiro Clínico tem seu campo voltado a gestão/manutenção dentro de um EAS, tem uma convivência com o corpo clínico e

compreende as carências do parque tecnológico para que possa fazer a gestão destes equipamentos da melhor forma possível.

Segundo (Saide, 2002) é imprescindível que o administrativo esteja em sintonia com o grupo de Engenharia Clínica, para trabalharem juntos na aquisição de novos equipamentos, que supra as necessidades do corpo clínico e não ultrapasse o orçamento estipulado pela EAS, tal como no recebimento, testes e treinamento do novo equipamento.

Pensando nesta necessidade, este trabalho apresenta um estudo que demonstra o dia a dia de um Engenheiro Clínico dentro de um Hospital. Será possível analisar detalhadamente as dificuldades encontradas pelos profissionais que atuam na área, como são conduzidas as tarefas diárias e descrever as suas principais funções.

O trabalho está dividido em seis capítulos para ter uma melhor compreensão do assunto. No primeiro capítulo, serão descritas as informações básicas da pesquisa, apresentada como será a estrutura do trabalho, métodos utilizados, assunto tratado e problemas a serem discutidos. O segundo capítulo é voltado para a pesquisa bibliográfica, com foco total em livros, teses e materiais encontrados na internet. No terceiro capítulo, será apresentado o estudo de caso realizado em um hospital geral e maternidade localizado em Lages/SC, para que se tenha um entendimento prático de como funciona uma engenharia clínica. No quarto capítulo, será feito um levantamento de instituições de ensino que oferecem cursos de Engenharia Clínica no estado de Santa Catarina. No quinto capítulo, veremos a conclusão e as considerações das pesquisas realizadas pelo autor. O último capítulo traz o referencial teórico com suas respectivas fontes de pesquisas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Descrever as funções executadas pela Engenharia Clínica dentro de um EAS, demonstrando suas limitações, desafios diários, o campo de atuação para os profissionais e o crescimento no Brasil.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma pesquisa bibliográfica acerca da Engenharia Clínica;
- Determinar as principais funções executadas pelos Engenheiros Clínicos nas EAS;
- Realizar um estudo de caso para mostrar a realidade do setor;
- Estabelecer o número e qualidade de instituições que ofertam curso de graduação/especialização na área de engenharia Clínica no estado de Santa Catarina.

1.2. JUSTIFICATIVA

O estudo é baseado na análise da Engenharia Clínica dentro dos EAS. Segundo a (ABECLin, 2018), a Engenharia Clínica hoje é uma realidade no Brasil, entretanto ainda existe um caminho a ser percorrido para o reconhecimento pleno e efetivo deste profissional no país.

Segundo (BALLET *et al.*, 2017), houve um crescimento exponencial em termos de tecnologia nos EAS, tornando-os verdadeiros parques tecnológicos, aliando a tecnologia ao diagnóstico de doenças. Estas novas tecnologias devem, idealmente, ser geridas por profissionais qualificados da área de Engenharia Clínica, os quais tem capacidade de controlar todo o processo de gestão de equipamentos, com finalidade de conseguir adquirir os equipamentos médico-hospitalares que melhor se adequem às necessidades do EAS, maximizando a eficiência do equipamento e reduzindo os custos.

Segundo o sistema o (DataSus, 2014), conforme **Quadro 1**, existiam aproximadamente 12.000 unidades hospitalares (hospitais, clínicas, entre outras) com um total de aproximadamente 775.000 leitos no Brasil que necessitavam de profissionais habilitados na área. Em decorrência destes dados, percebe-se que ainda existe um longo trajeto a ser percorridos pelos Engenheiros Clínicos.

Quadro 1: Número de hospitais com falta de Engenheiro Clínico em 2014

Ano	Quantidade
2014	12.000

Fonte: Adaptado de DataSus (2018).

A ausência do reconhecimento do profissional de engenharia clínica tem permitido que profissionais de outras áreas tomassem conta desse mercado. Entretanto, a falta de formação e conhecimento técnico, compromete a compreensão e entendimento dos princípios básicos de funcionamento, manutenção, calibração, e medidas eficazes para zelar pela segurança do equipamento que irá atender diretamente o consumidor final, o paciente. O reconhecimento da profissão e a formação através da especialização iria permitir que um grande leque fosse aberto para todos os engenheiros, podendo agregar conhecimentos básicos aprendidos na graduação aos conceitos necessários para entender e atuar em um sistema complexo como a área da saúde (COSTA *et al.*, 2002).

O fato de não possuir Engenheiro Clínico dentro de um EAS faz com que além da falta de assistência técnica para os equipamentos, os profissionais que utilizam estes equipamentos fiquem desamparados em questão de treinamento e qualificação técnica ou então quando surgem dúvidas sobre o seu funcionamento.

Sendo assim, a presença de um profissional fazendo parte da equipe de engenharia clínica de um EAS torna-se essencial, contribuindo para a manutenção dos equipamentos em condições ideais de uso, adquirindo novas tecnologias e passando segurança para os usuários desse serviço.

1.3 PROBLEMA

O nicho de Engenharia Clínica já tem uma base sólida na Europa e nos Estados Unidos, entretanto, no Brasil ainda caminha a passos lentos para se firmar no mercado como uma categoria de real importância dentro de um EAS. No ano de 1991, Wang & Calil chegaram à conclusão que havia uma falta de aproximadamente 1.400 profissionais de Engenharia Clínica (tendo como base de cálculo um engenheiro para cada 350 leitos, não necessariamente no mesmo hospital).

Com os dados citados é possível perceber que o número de hospitais e leitos no Brasil cresce a cada ano, entretanto o crescimento de profissionais de engenharia clínica não

acompanha o crescimento, formando assim um déficit na anual crescente. Esta carência por profissionais pode acarretar em equipamentos parados por falta de manutenções, compra de equipamentos equivocada, entre outros problemas dentro de um EAS. Qual é a devida importância deste profissional dentro de um EAS? O Brasil oferece o suporte necessário para a qualificação deste profissional? Os profissionais recebem o treinamento necessário para utilizar o equipamento? Qual o risco de um equipamento mal utilizado traz para o paciente?

1.4 METODOLOGIA

A pesquisa configura-se como exploratória, porque pretende proporcionar maiores informações sobre o assunto a ser investigado. A abordagem utilizada baseia-se em metodologia qualitativa, pelo fato de buscar maiores informações através de uma pesquisa bibliográfica em livros, artigos científicos, teses, revistas, e materiais disponibilizados na internet. Para concretizar as pesquisas realizadas, um estudo de caso feito em um Hospital irá auxiliar no entendimento do tema proposto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DEFINIÇÃO ENGENHARIA

Segundo a autora (Augostinho, 2015) “ A engenharia pode ser definida como a arte de fazer engenhos ou, ainda, a arte de resolver problemas. É a habilidade de transformar a natureza a nosso favor, através de ferramentas e técnicas.” A autora ressalta que esta habilidade nos transforma em uma espécie única e que a engenhosidade nos torna diferente das outras espécies do planeta. A origem da palavra engenharia é descrita da seguinte maneira:

Tendo sua origem na palavra latina *ingenium* – que significa *caráter inato, talento, inteligência* – que também deu origem à palavra “engenhosidade”, a engenharia traz em si a ideia de uma propensão natural para a criação, uma habilidade inata para a inovação. Passando pelo francês antigo *engigneor*, chegou ao português como *engenheiro*. No século XVI, a palavra “engenheiro” era usada para designar aquele que construía engenhos militares. Na Inglaterra da Revolução Industrial (século XIX), o termo *engineer* era comumente empregado para fazer referência àqueles homens habilidosos que fabricavam os motores (*engine*, em inglês) movidos a vapor. Atualmente, na língua inglesa, a figura do engenheiro está mais associada ao trabalho prático do que nas línguas latinas. Enquanto em português, espanhol e francês, a palavra “engenheiro” (e também *ingeniero* e *ingénieur*, respectivamente) significa “o profissional que exerce a engenharia”, em inglês, *engineer* é não só aquele que exerce tal profissão como também a pessoa que conserta máquinas em geral. (AUGOSTINHO, 2015, p 8)

2.1.1 Modalidades Dentro Das Engenharias

O sistema (CONFEA/CREA, 2007) definiu em seu entendimento que existem oito modalidades profissionais diluídas entre engenharias, arquitetura e agronomia. São elas:

Quadro 2: Modalidades dentro da Engenharia

Grupo	Modalidade
Engenharias	Civil, Eletricista, Mecânica e Metalúrgica, Geologia e Mineração, Química e Agrimensura
Agronomia	Agronomia

Fonte: Adaptado sistema CONFEA/CREA (2007)

Dentro destas oito modalidades existem ramificações que englobam todos os profissionais credenciados no sistema CONFEA/CREA.

O sistema CONFEA/CREA em uma Sessão Plenária Ordinária 1.045 aprovou que os profissionais de Engenharia Clínica seriam inseridos nas ramificações de engenharia elétrica e engenharia mecânica e metalúrgica.

2.2 ENGENHARIA CLÍNICA E O ENGENHEIRO CLÍNICO

A área responsável pelos procedimentos técnicos de engenharia dentro de uma unidade hospitalar e do gerenciamento do parque tecnológico é denominada Engenharia Clínica. Segundo (ACCE, 2018) a Engenharia Clínica tem base na engenharia clássica, mas englobando cursos e especializações na área da saúde e instrumentação. Os cursos de Engenharia Clínica geralmente são oferecidos em instituições que possuem parceria com hospitais ou tenham um hospital universitário em sua estrutura física, possibilitando ao profissional uma base sólida nas operações hospitalares.

Adentrando os EAS, (BRASIL, 2008) descreve o papel da Engenharia Clínica como essencial dentro das EAS dando suporte para a administração no que se refere a planejamento estratégico na aquisição de novos equipamentos, no estudo de novas tecnologias presentes no mercado. Os processos diários que uma engenharia pratica dentro do ambiente hospitalar podem ser descritos como:

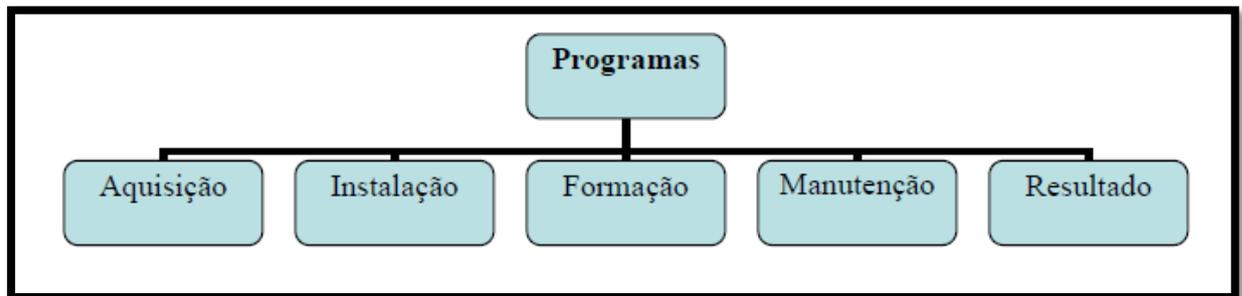
“Avaliar as necessidades para melhorar os cuidados ao paciente e adequar essas melhorias às características do hospital; verificar a conformidade aos requisitos de efetividade e segurança; aplicar, desenvolver ou modificar tecnologias existentes para adequar às demandas correntes, sempre interagindo com outros profissionais, como, por exemplo, a enfermagem, o profissional da limpeza, o médico, o aluno, o paciente e a administração do Estabelecimento de Assistência à Saúde” (ANVISA, 2008, p 251).

A (ANVISA , 2010) descreve que a Engenharia Clínica começou nos EUA por volta da década de 1960, encorajando engenheiros a entrarem no ambiente hospitalar por conta da preocupação com a segurança dos pacientes e o seu conhecimento avançado em equipamentos de uma maneira geral. O começo da Engenharia Clínica era voltado a segurança elétrica, treinamento para usuários e algumas manutenções. O autor destaca que “atualmente, os departamentos de Engenharia Clínica são responsáveis pelas inspeções de desempenho dos equipamentos, treinamento dos usuários, projeto, seleção e o uso da tecnologia”. No Brasil o surgimento da engenharia clínica ocorreu aproximadamente 30 anos mais tarde, pela década de 1990.

Os elementos que compõe o programa de Engenharia Clínica estão representados na Figura 1. Estes programas contribuem para a vida útil do equipamento, uma vez que desde o

momento que entram na unidade todos os processos realizados neles são acompanhados e analisados. (Gomes & Dalcol, 1999).

Figura 1: Modelo De Programa



Fonte: (Gomes & Dalcol, 1999)

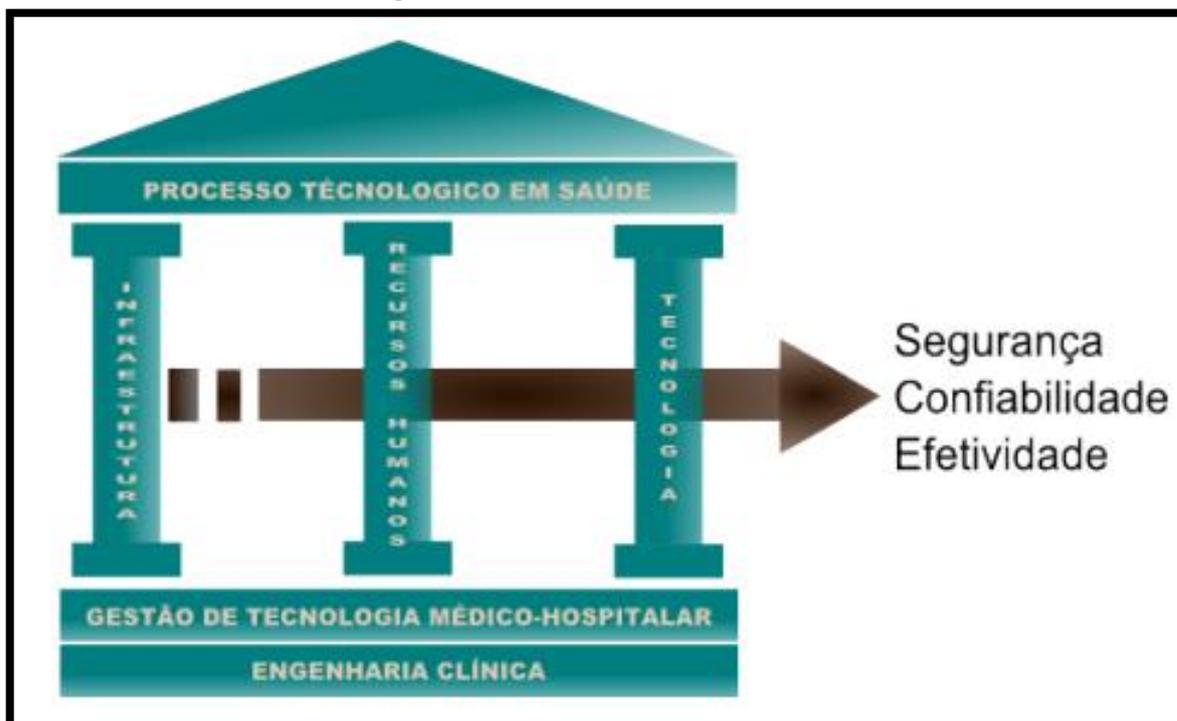
Para (Delgado, 2016) a Engenharia Clínica tem como principal função auxiliar os profissionais da área da saúde aplicando métodos da Engenharia tradicional nos sistemas de saúde. A Engenharia Clínica também faz o gerenciamento, controla a utilização do parque tecnológico disponível para a EAS e tem a responsabilidade de repassar treinamentos de uso para os usuários dos aparelhos médico-hospitalar. A autora explica que estão ocorrendo diversas mudanças no sistema de saúde, e umas das principais é a inclusão da tecnologia nas EAS. A autora ressalta que:

“A EC tem tradicionalmente se focado no gerenciamento de equipamentos, porém o futuro prevê uma abordagem para sistemas e processos. Desse modo, surge o modelo do processo tecnológico em saúde (PTS), que analisa os sistemas de saúde como processos sustentados por três pilares: infraestrutura, tecnologia e recursos humanos; a sinergia destes elementos garantem a segurança, efetividade e confiabilidade.” (DELGADO, 2016, p 31)

A autora (Delgado, 2016) explica que os pilares de infraestrutura, recursos humanos e tecnologia estão sobre a gestão de tecnologia médico-hospitalar e Engenharia Clínica e abaixo do processo tecnológico em saúde, este modelo de gestão faz com que seja utilizado da melhor forma os recursos disponíveis.

Podemos observar o modelo citado na Figura 2.

Figura 2: Modelo De Gerenciamento



Fonte: (Delgado, 2016)

É importante entendermos que para realizar um serviço de qualidade dentro de uma Engenharia Clínica é necessário ter profissionais qualificados, que consigam gerenciar os equipamentos, que tenham conhecimento técnico para manusear e realizar manutenções. Este perfil se assemelha com os Engenheiros, que ao longo dos anos te dominando este mercado.

Para (Oliveira, 2009) o profissional capacitado para gerenciar o parque tecnológico dentro dos EAS é o Engenheiro Clínico, pelo fato de ser um profissional que possui o conhecimento técnico e teórico da engenharia somado ao conhecimento na área hospitalar.

Engenheiro Clínico pode ser definido como

“O profissional de Engenharia Clínica é aquele que aplica as técnicas da engenharia no gerenciamento dos equipamentos de saúde com o objetivo de garantir a rastreabilidade, usabilidade, qualidade, eficácia, efetividade, segurança e desempenho destes equipamentos, no intuito de promover a segurança dos pacientes”. (ABEClin, 2018)

A (AAMD, 2018) define o engenheiro clínico como o profissional responsável por gerenciar os equipamento médico-hospitalar de maneira responsável, eficiente e com segurança. O Engenheiro Clínico é o responsável por passar o treinamento necessário para os usuários, de maneira que seu uso seja consciente e eficaz.

De maneira geral, o papel de um Engenheiro Clínico nos setores de saúde é o de aplicar a tecnologia e métodos aprendidos na engenharia para melhor suprir a necessidade e

solucionar problemas da unidade de saúde. Isto quer dizer que o Engenheiro Clínico é o responsável técnico de todos os equipamentos médico-hospitalar, ele deve se responsabilizar desde a aquisição do equipamento até a forma correta de descarte do mesmo (Saide, 1990).

É importante dizer que uma Engenharia Clínica não é composta apenas por Engenheiros Clínicos, é necessário que haja uma equipe de apoio para suporte técnico, esta equipe é formada por técnicos eletrônicos especializados no serviço de equipamentos médico-hospitalar.

Independente do tamanho ou característica do hospital, é necessário haver uma estratégica, monitoramento e gerenciamento eficiente de seu parque tecnológico para garantir um equilíbrio dos recursos tecnológicos e as necessidades (Oliveira, 2009). Através deste monitoramento é possível prever manutenções futuras, compras necessárias e descartes a serem feitos.

2.3 FUNÇÃO DO ENGENHEIRO CLÍNICO

Fazendo uma análise sobre as principais funções desempenhadas pela equipe de Engenharia Clínica do hospital, pode-se observar que o trabalho do engenheiro pode ser subdividido em três grupos de atribuições, demonstrados no **Quadro 3**.

Quadro 3: Subgrupos e atribuições do Engenheiro Clínico

Subgrupo	Atribuições
Gerenciais	<p>Planejar: determinar objetivos, metas, políticas, recursos e estabelecer os procedimentos;</p> <p>Organizar: delinear as relações, descrever postos e perfis e gerar manuais de organização e procedimentos;</p> <p>Integrar: selecionar, orientar, capacitar e desenvolver áreas de desempenho;</p> <p>Dirigir: delegar responsabilidades, motivar, coordenar, prever e promover mudanças;</p> <p>Avaliar: estabelecer o sistema de informação, determinar os padrões de eficiência, medir e realimentar os outros resultados;</p>
Pesquisa e Desenvolvimento	<p>Colaborar na implantação de novas técnicas e procedimentos médicos que envolvam aspectos de engenharia;</p> <p>Colaborar em pesquisas médicas ou clínicas vinculadas à engenharia;</p> <p>Desenhar e supervisionar a construção e os testes dos equipamentos de propósito especiais;</p> <p>Realizar estudo contínuo, pesquisa, desenvolvimento e desenho de métodos usados na atenção à saúde.</p> <p>Desenvolver métodos de calibração, ajuste e teste de instrumentos.</p> <p>Desenvolver pesquisa aplicada.</p>
Serviços	<p>Manter instrumental biomédico em estado de funcionamento ótimo, garantindo a segurança tanto do paciente como do operador;</p> <p>Planejar a aquisição de equipamentos médico-hospitalares, visando a incorporação de tecnologia;</p> <p>Coordenar o processo de aquisição;</p> <p>Gerenciar a manutenção de equipamentos médico-hospitalares desde a aquisição até o descarte;</p>

	Planejar e acompanhar as modificações na estrutura física do EAS; Interagir com o pessoal médico e paramédico para identificar problemas e gerar soluções; Atuar como parte técnica em comitês; Colaborar na melhoria e na manutenção do controle de qualidade de métodos e instrumentos. Representar a instituição extramuros em aspectos relacionados à engenharia; Colaborar na investigação de acidentes envolvendo equipamentos na unidade hospitalar; Instruir o quadro técnico para o máximo de aproveitamento de recursos.
--	--

Fonte: Adaptado (Porto & Marques, 2016)

2.3.1 Aquisição de equipamentos

A aquisição de equipamentos médico-hospitalares requer muita atenção aos detalhes, os avanços tecnológicos abriram um leque de configurações para cada equipamento, o Engenheiro Clínico tem a responsabilidade de selecionar o que melhor atende a sua necessidade, não apenas na questão tecnológica, mas em questões relacionadas com manuseio, manutenção, segurança elétrica, adaptação dos usuários, entre outros aspectos (Saide, 1990).

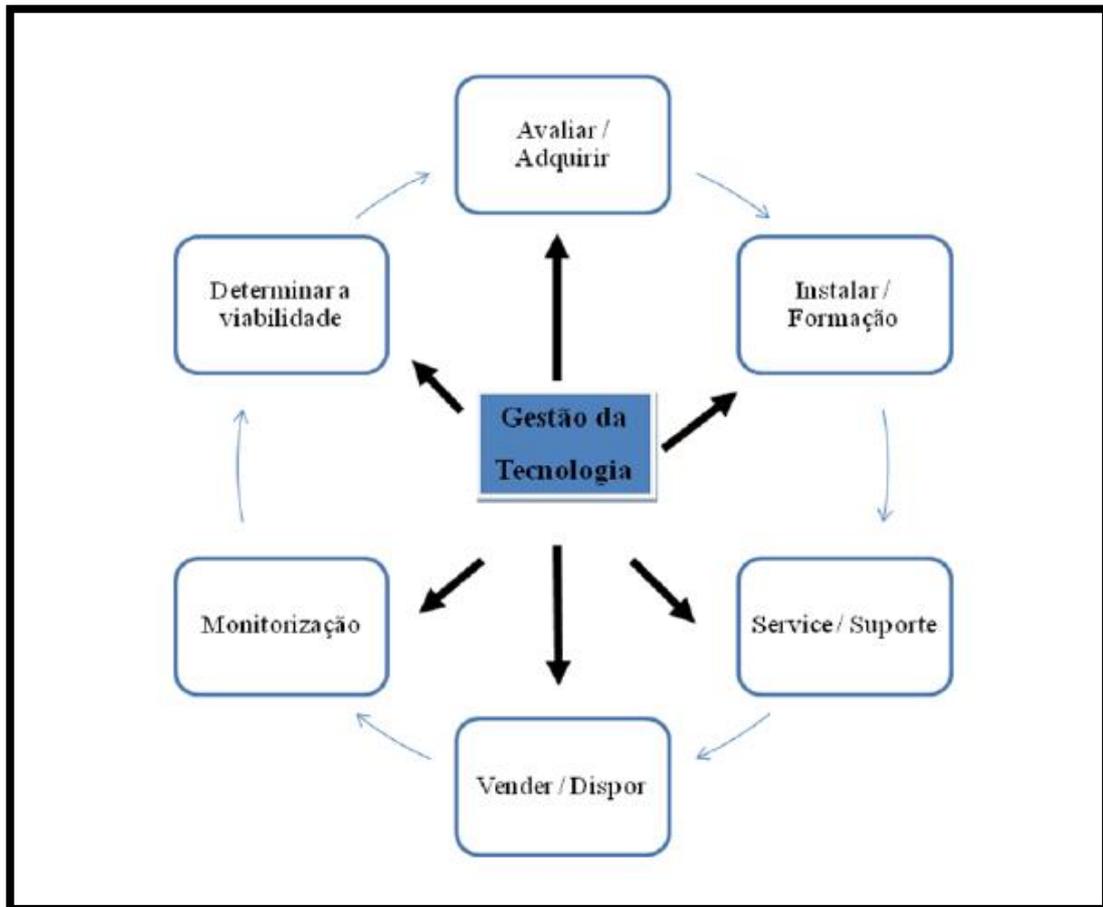
O trabalho de aquisição é um conjunto entre a Engenharia Clínica e o corpo clínico.

“Assim, o Engenheiro Hospitalar deve servir como ligação técnica entre o grupo de Saúde e o pessoal de vendas para assegurar que o equipamento a ser adquirido atenda às exigências do primeiro. É sua função também garantir a segurança de funcionamento do equipamento adquirido, assim como auxiliar no treinamento de operação do mesmo.”. (Saide, 1990, p4)

O diálogo com fornecedores é importante neste processo, através desta troca de informações é possível inteirar-se sobre novas tecnologias que a empresa oferece, diferenciais, preço, entender como está o mercado hospitalar e as tendências futuras.

A aquisição de equipamentos passa por um processo de avaliação minucioso, é necessário fazer uma avaliação detalhada do equipamento a ser adquirido. (Silva, 2010), chama este processo de Gestão de Tecnologia, o processo é demonstrado na Figura 3.

Figura 3: Modelo De Gestão De Tecnologia



Fonte: (Silva, 2010)

2.3.2 Gestão De Manutenção

Embora a Engenharia Clínica tenha crescido de forma significativa nos últimos anos no Brasil, os laboratórios de pesquisa e manutenção ainda são desprovidos de tecnologia e ferramentas para resolver uma série de defeitos que ocorrem no dia-a-dia dentro de uma unidade, principalmente dentro dos hospitais públicos. Existe a falta de recursos para gerenciamento, aquisição e até mesmo para a resolução de problemas considerados fáceis, ou seja, os hospitais não estão dispostos a fazer um investimento no setor de Engenharia Clínica, em ter um laboratório sofisticado e que atenda às necessidades e em muitos casos sequer possuem uma equipe mínima para dar suporte ao engenheiro (Vilela & Bassani, 2004).

A manutenção contribui com o aumento da vida útil do equipamento e soluciona falhas de forma eficaz. Entretanto, é taxada como um mal necessário dentro das EAS, pois tem um custo com profissionais capacitados, além da questão da parada do equipamento. Tendo em visto isto é necessário haver uma gestão de manutenção.

A manutenção realizada dentro de um ambiente hospitalar segue os mesmos processos de qualquer outra empresa, entretanto é necessário ter cuidados e habilidades diferenciadas, em muitas atividades o profissional se depara com situações em que é preciso ter características peculiares, como exemplo fazer uma manutenção em um equipamento que está sendo utilizado em um paciente, a atenção total fica na saúde do paciente, é preciso ter capacidade de lidar não apenas com o equipamento mas saber tranquilizar o paciente.

O profissional que assume esta responsabilidade precisa ter um conhecimento em todos os equipamentos que a unidade possui. Não necessariamente saber consertar todas as falhas mecânicas, mas saber manusear os equipamentos caso ocorra possíveis problemas de operação. Muitas falhas não são mecânicas, são falhas de operação, configuração ou programação.

2.3.3 Tipos De Manutenção

Existem diversos tipos de manutenções que podem ser executadas para melhorar a vida útil de um equipamento ou corrigir algum problema. No ambiente hospitalar é utilizado com mais frequência a manutenção corretiva e manutenção preventiva. A manutenção preditiva, embora seja utilizada na indústria, no ramo hospitalar este tipo de manutenção ainda não entrou no mercado.

2.3.3.1 Manutenção Corretiva

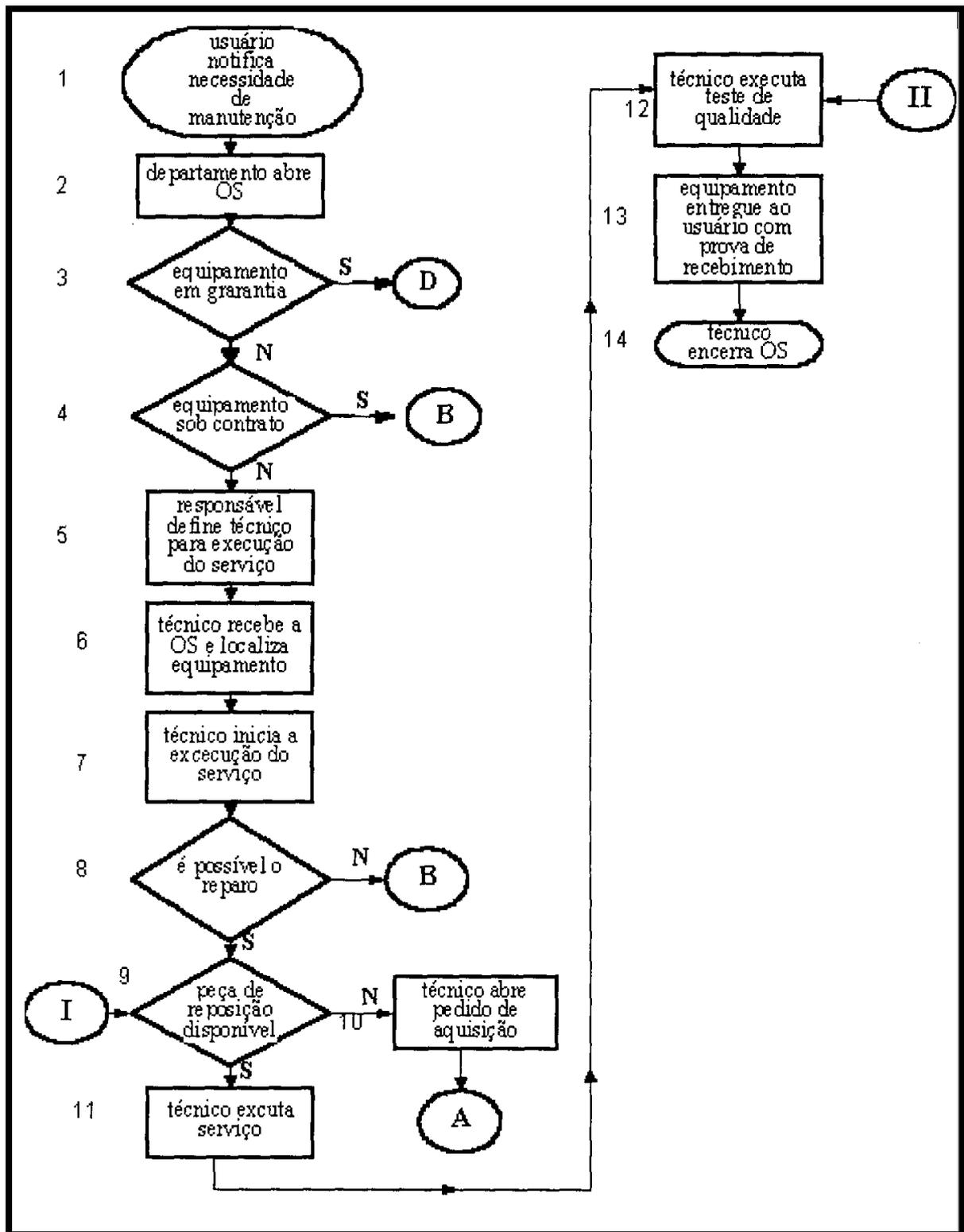
A manutenção corretiva, também conhecida como reparo ou conserto, é realizada em equipamentos que apresentam falha mecânica ou elétrica. Ela envolve procedimentos para encontrar a falha e recolocar o equipamento em funcionamento o mais rápido possível. Uma manutenção corretiva envolve substituição de componentes ou ajustes com segurança, desempenho e confiabilidade (Bronzino, 1992).

De uma maneira geral “a manutenção correctiva define-se como o procedimento efectuado após uma falha e que visa estabelecer a normal operacionalidade do equipamento” (Manso, 2012).

O trabalho de gestão de manutenção corretiva realizado pela Engenharia Clínica consiste em fazer uma primeira análise da falha, procurar diagnósticos e corrigir o problema apresentado pelo equipamento. Caso não tenha ferramentas ou peças suficientes para executar

a manutenção, então se faz necessário chamar uma empresa terceira para realizar uma manutenção corretiva. Existem diversos fluxogramas que devem ser seguidos pela equipe de Engenharia para que exista uma melhor eficiência e eficácia no serviço realizado. Os fluxogramas apresentados na Figura 4 para demonstram todo o processo que o equipamento deve passar em uma manutenção corretiva (Saide,2002). Na sequência serão apresentadas as ramificações e suas devidas explicações sobre cada uma delas.

Figura 4: Fluxograma Manutenção Corretiva



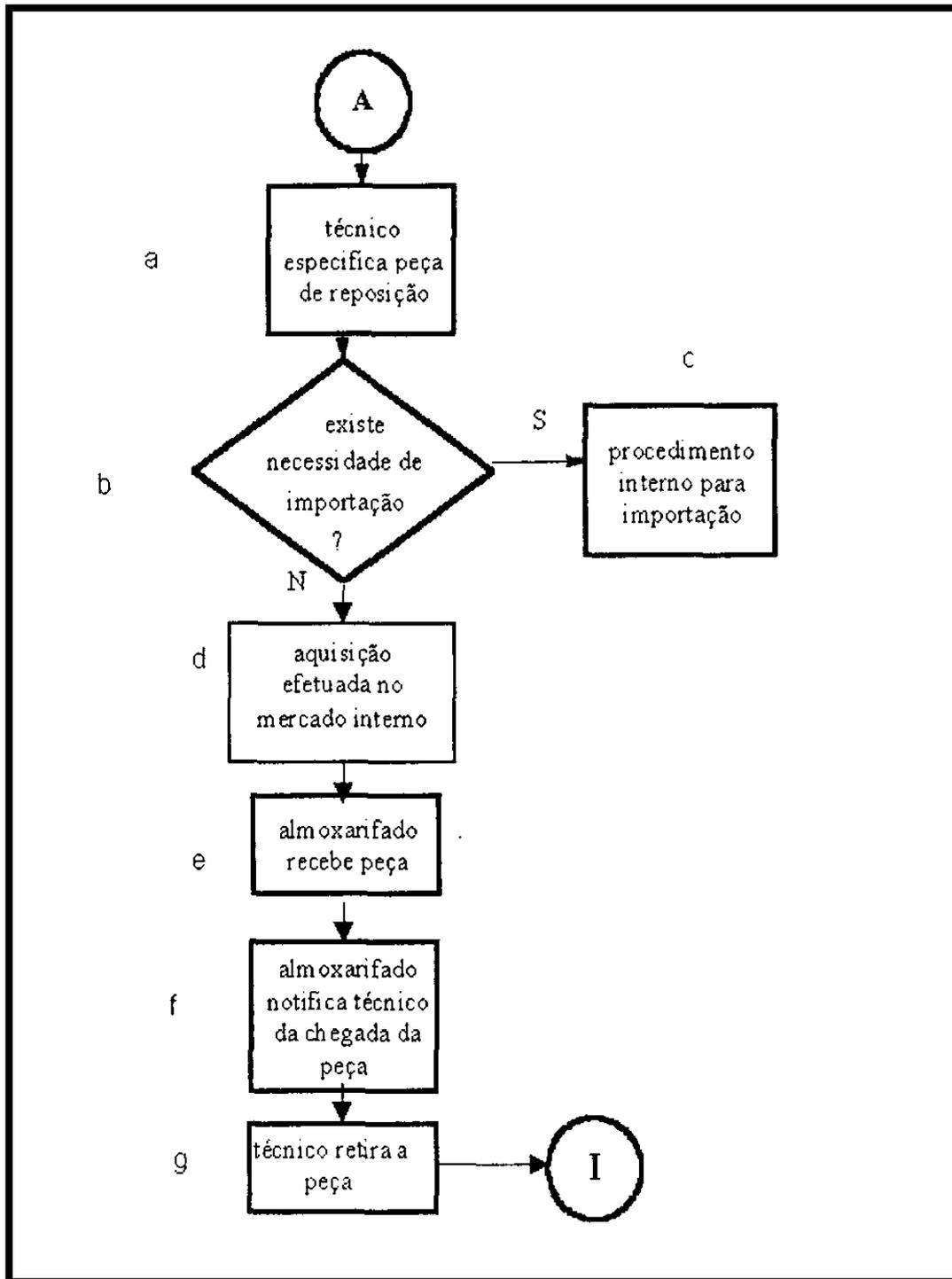
Fonte: (Saide, 2002)

Segue abaixo uma pequena descrição de cada processo executado deste primeiro fluxograma:

- 1- O usuário do equipamento observa que alguma falha está ocorrendo no funcionamento e notifica o setor de Engenharia a necessidade de manutenção corretiva;
- 2- O setor em que o equipamento está instalado abre um Ordem de Serviço (O.S) para o setor de Engenharia;
- 3- Um profissional se encarrega de ir até o setor em que o equipamento está operando e pegar as informações necessárias (número de série, marca, modelo) para realizar uma pesquisa no sistema para saber se o mesmo está em garantia;
- 4- Caso não o equipamento não esteja em garantia, é observado se o mesmo possui contrato de manutenção corretiva;
- 5- Se o equipamento não possui contrato de manutenção corretiva, o Engenheiro define um profissional que tenha melhor aptidão com o tipo de equipamento em questão para realizar o serviço;
- 6- O profissional responsável pela execução do serviço recebe a O.S e busca o equipamento para realizar a manutenção;
- 7- Início da execução do serviço;
- 8- Encontrado o problema, o profissional observa se é possível escutar o reparo na unidade ou se é preciso chamar uma empresa terceira;
- 9- Caso seja possível executar o serviço na unidade, é preciso ver se existe peça de reposição disponível na unidade caso seja preciso trocar algum componente;
- 10- Se for preciso a troca de componente e não tenha na unidade, o profissional deve abrir um pedido de aquisição;
- 11- Se haver peça para a substituição o profissional executa o serviço;
- 12- O serviço realizado é necessário realizar testes de qualidade no equipamento, para se ter certeza que a falha tenha sido solucionada;
- 13- Equipamento é devolvido ao setor para voltar a funcionar normalmente, sempre com uma assinatura de recebido pelo usuário;
- 14- Profissional encerra a O.S dando fim ao serviço de manutenção corretiva daquele equipamento.

Como podemos observar na Figura 4 o fluxograma apresenta algumas ramificações (A, B e D) que corresponde a determinadas situações. A Figura 5 irá demonstrar o fluxograma referente a sub-rotina de aquisição de componentes (ramificação A).

Figura 5: Fluxograma Ramificação A



Fonte: (Saide, 2002)

O fluxograma de aquisição de componentes representado pela Figura 5 demonstra todos os processos a serem tomados nesta situação. Especificando um pouco mais este processo, será descrito um pouco de cada fase dele.

a- O profissional responsável faz uma especificação do componente a ser substituído;

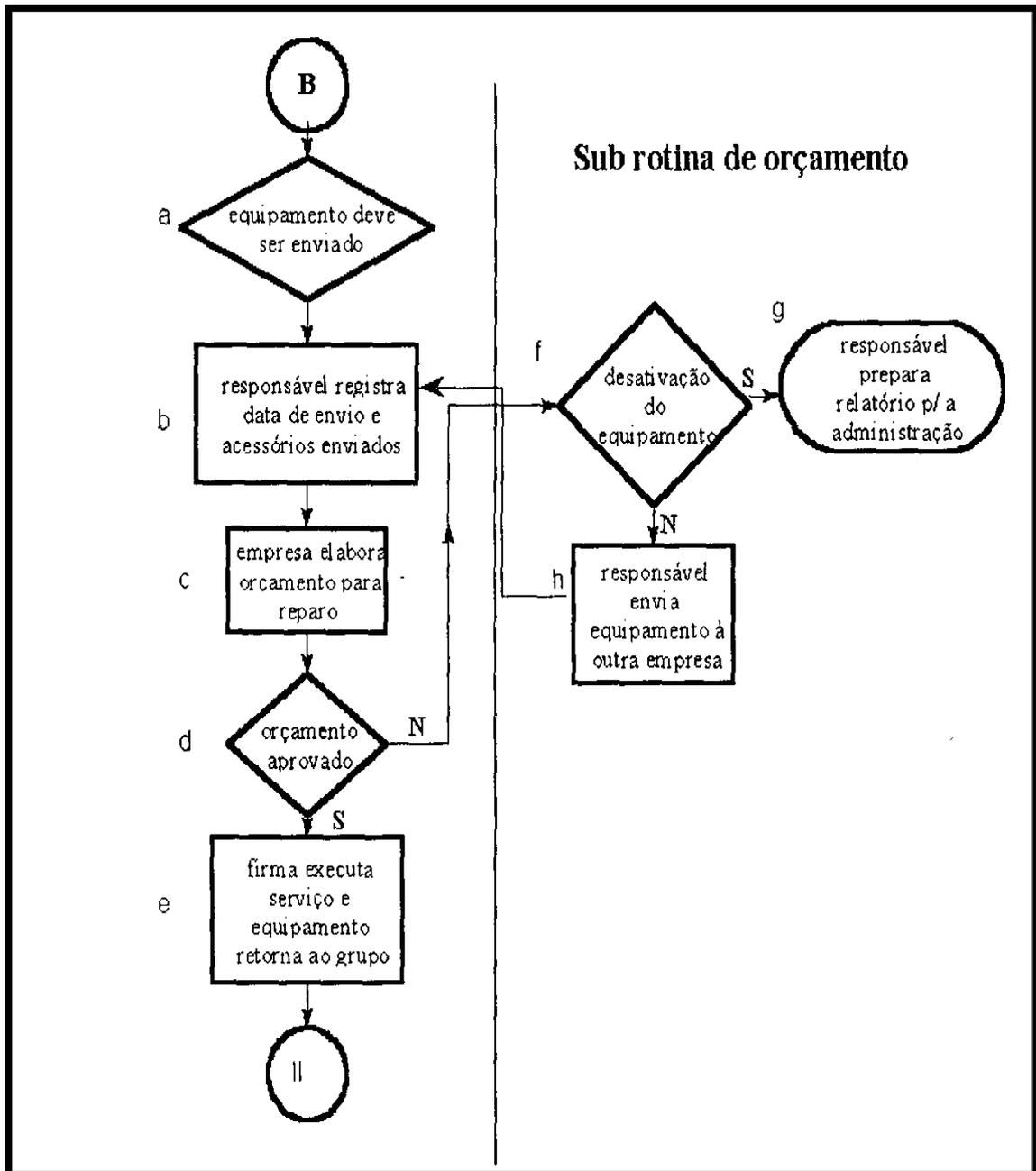
- b- É preciso averiguar se o componente existe no mercado nacional ou apenas via importação;
- c- Caso o componente precise de importação, é necessário abrir um processo, cada unidade trabalha de uma forma neste quesito;
- d- Se tiver disponível no mercado interno é feita uma compra do mesmo;
- e- Almoxarifado da unidade recebe o componente;
- f- O profissional é notificado que o componente está disponível;
- g- É feita a retirada do componente, fluxograma retorna ao ponto I.

Prosseguindo com a sequência de fluxogramas de sub-rotinas de manutenção, teremos demonstrado na Figura 6 o fluxograma de sub-rotinas de serviço de terceiros (B).

A seguir será demonstrado mais específico cada processo do fluxograma (B).

- a- O equipamento deve ser encaminhado para a empresa realizar orçamento;
- b- Profissional responsável deve registrar a retirada do equipamento, com o modelo do equipamento, número de série, acessórios que acompanham e data do envio;
- c- Empresa faz os testes necessários e encaminha o orçamento para a Engenharia;
- d- É feita uma análise do orçamento;
- e- Se for aprovado, a empresa responsável executa o serviço e encaminha o equipamento de volta para a unidade. Fluxograma retorna ao ponto II da Figura 4;
- f- Se não for aprovado o orçamento é feita uma análise sobre a desativação do equipamento (é visto o tempo de uso, estimativa de vida útil, valor de um novo equipamento);
- g- Caso o setor de Engenharia considerar que a manutenção corretiva do equipamento não seja rentável e o descarte seja a melhor opção, é repassado os dados para a administração para dar continuidade no processo;
- h- Se o estudo apontar que o equipamento tem condições de ser utilizado por um longo tempo e a manutenção irá se pagar, é enviado para outra empresa fazer um novo orçamento. Retorna ao ponto b.

Figura 6: Fluxograma Ramificação B



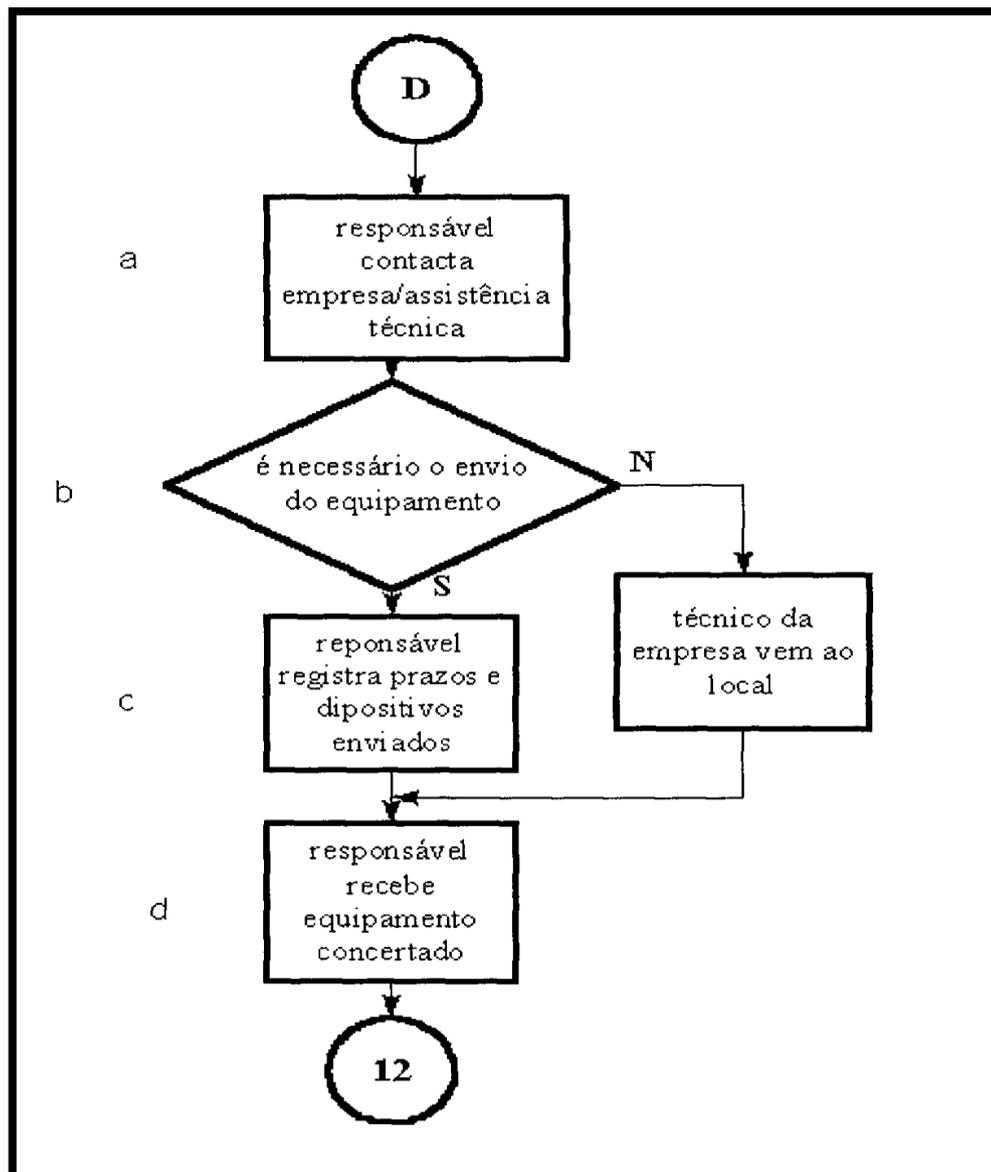
FONTE: (Saide, 2002)

O fluxograma apresentado na Figura 7 demonstra os procedimentos a serem seguidos quando equipamentos apresentam falhas e ainda estão dentro do seu prazo de garantia. Abaixo o fluxograma (D) será observado mais detalhado.

- a- O profissional responsável entra em contato com a empresa que o equipamento foi adquirido;

- b- Dependendo da falha apresentada, do tamanho do equipamento é feita uma análise se é possível realizar a manutenção na unidade ou se é necessário enviar o equipamento para a empresa;
- c- Se o equipamento for enviado o responsável precisa registrar no sistema a saída do equipamento com todos os detalhes do mesmo;
- d- Após o concerto o equipamento retorna para a unidade. Retorna do ponto 12 da Figura 4.

Figura 7: Fluxograma Ramificação D



FONTE: (Saide, 2002)

Os fluxogramas mostrados nas Figuras 4, 5, 6, 7 são detalhados separadamente nos faz entender o processo de manutenção corretiva. Existem inúmeras etapas a serem executadas,

cada uma delas com uma situação específica. Nem todas as Engenharias Clínicas adotam estes modelos de fluxogramas, algumas criam seus próprios protocolos ou utilizam outros autores como referência. Entretanto é importante que todos tenham um protocolo a ser seguido e que seja respeitado todas as etapas dele.

2.3.3.2 Manutenção Preventiva

Manutenção preventiva é definida como a “Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item” (NBR5462, 1994). Ou seja, é uma manutenção realizada para verificar os perigos potenciais que o equipamento tem de apresentar falhas em um futuro curto.

As revisões feitas neste tipo de manutenção que visam prolongar a vida útil do equipamento, geralmente consistem em:

- Inspeção geral;
- Troca de peças e acessórios cujo ciclo de vida já tenha terminado;
- Lubrificação geral;
- Aferição e posterior calibração do equipamento;
- Testes funcionais.

Esta manutenção precisa ser executada em períodos pré-definidos, cada equipamento tem seu período específico para receber esta manutenção. Então

De uma maneira geral, a manutenção preventiva pode ser definida como o conjunto de acções, efectuadas em intervalos pré-estabelecidos, que visam reduzir a probabilidade de falha ou de degradação operacional de um componente. De uma forma simplista a manutenção preventiva pode ser comparada a uma revisão periódica segundo alguns critérios. (Manso, 2012, p26).

Este tipo de manutenção é muito importante para o equipamento, aumenta sua produtividade, pois o mesmo está sempre condições ideal de trabalho e diminui o tempo que o equipamento fica parado para realizar a manutenção (Manso,2012).

De uma maneira geral estes dois tipos de manutenção que podem ser executadas em equipamentos médico-hospitalar. A manutenção preventiva tem como objetivo prevenir ou impedir que ocorra uma falha no sistema, ou seja, ela evita que a falha acontece, um exemplo desta manutenção seria a substituição de um componente desgastado. As manutenções corretivas ocorrem sempre quando existe uma falha no sistema. Segundo a NBR 5462 de 1993 (NBR5462, 1994) a manutenção corretiva pode ser descrita como “a manutenção efetuada após a ocorrência de uma falha funcional, destinada a recolocar um item em

condições de executar uma função requerida” (Nascimento & Tanaka, 2014). O Quadro 4 apresenta as principais vantagens e desvantagens dessas manutenções.

Quadro 4: Vantagens e desvantagens manutenção preventiva e corretiva

Tipo de Manutenção	Vantagens	Desvantagens
Preventiva	Aumenta a confiabilidade do equipamento; Proporciona maior rendimento e durabilidade; Pode ser programada; Prolonga a vida útil do equipamento.	Substituição de peças antes do fim da vida útil; Maior nº de interferências; Devido ao grande nº de interferências podem ocorrer avarias.
Corretiva	Não exige acompanhamento e inspeções periódicas nos equipamentos; Substituição das peças apenas no fim do seu ciclo de vida.	Diminui a confiabilidade do equipamento; Redução da vida útil; Aumento do risco de incidentes; Proporciona ociosidade de mão-de-obra devido à paralisação do equipamento; Não é programada; Paragens inconvenientes e demoradas.

Adaptado (Azevedo, 2011)

3. DESENVOLVIMENTO

Realizou-se um estudo de caso em um dos maiores hospitais localizados na mesorregião serrana do Estado de Santa Catarina, mais especificamente na cidade de Lages. A última pesquisa realizada demonstrou que a população de Lages se aproxima dos 160.000 habitantes e na mesorregião serrana chega quase aos 410.000 habitantes (IBGE, 2018).

O hospital onde foi realizado o estudo atualmente conta com um quadro de aproximadamente 850 funcionários, entre enfermeiras, médicos, engenheiros e terceiros. O hospital conta com os serviços de:

- Centro Cirúrgico
- UTI Adulta e Neonatal
- Unidade de Tratamento de Queimaduras
- Oncologia
- Diagnóstico por Imagem
- Centro Obstétrico
- Unidades de Internação
- Setores Administrativos

São realizadas aproximadamente 200 cirurgias por mês, 3.300 atendimentos ambulatoriais e 1.000 atendimentos a emergências externas.

O hospital tem um serviço de Engenharia especializada dentro da unidade, atualmente realizado por um Engenheiro Clínico e três estagiários, quais são responsáveis por todo o parque tecnológico do hospital.

3.1 GESTÃO DO PARQUE TECNOLÓGICO

O trabalho de gestão dos equipamentos médico-hospitalar realizado pela Engenharia Clínica é bastante complexo. O setor é responsável pelo equipamento desde a sua aquisição até o seu descarte. Atualmente o parque tecnológico conta com aproximadamente 450 equipamentos que necessitam de acompanhamento diário, seja para realizar manutenção, acompanhar empresas terceiras em manutenção, analisar vida útil do equipamento, entre outros.

Além do parque tecnológico já instalado, o Hospital está passando por uma ampliação completa e a Engenharia Clínica é a responsável por especificar os equipamentos e realizar os pregões para aquisição.

3.1.1 Processo de Aquisição de Equipamento

Durante o estudo de caso realizado no Hospital Público teve-se a oportunidade de acompanhar alguns processos de aquisição de equipamentos decorrente em uma ampliação que estava sendo realizada no Hospital, através destas observações, foi desenvolvido um passo a passo da aquisição de equipamentos dentro do setor. Segue abaixo:

- Primeiramente é feita uma reunião entre a direção da unidade e o corpo clínico, o engenheiro clínico precisa entender quais serão os serviços oferecidos pela ampliação do Hospital, quais serão as necessidades de equipamentos e os recursos financeiros previstos;
- É necessário seguir uma norma para a aquisição de equipamentos. A RDC 50 é a norma a ser seguida, nesta norma está descrita a quantidade de equipamentos mínimos previstos para cada setor da unidade, tendo em vista sempre o melhor atendimento ao paciente (ANVISA, RDC 50, 2002);
- Após fazer a leitura da norma, conhecer os serviços disponibilizados na ampliação e saber os recursos financeiros disponíveis para realizar as aquisições, o Engenheiro Clínico começa a desenvolver os descritivos técnicos dos equipamentos.
- O descritivo pronto passa pela revisão do corpo clínico;
- Com o descritivo técnico aprovado pelo corpo clínico, próxima etapa é a procura de empresa que atendam ao descritivo técnico proposto pela unidade e o valor financeiro disponível para cada equipamento;
- É necessário que no mínimo duas empresas atendam a parte técnica do equipamento, tendo assim uma concorrência;
- Começa a parte de buscar orçamentos para os equipamentos;
- Com os descritivos técnicos prontos, equipamentos orçados, é aberto o edital para a compra de equipamentos;
- O Engenheiro Clínico é o responsável pelo pregão realizado, faz a análise técnica de todos os equipamentos licitados, aprovando os que atendem ao descritivo e reprovando os que não atendem;

- Os equipamentos aprovados concorrem entre si em lances, e o valor mais baixo é o vencedor;
- Após passar pela fase de lances, é necessária uma amostra do equipamento. O equipamento fica na unidade por cerca de 10 dias para a avaliação pelo corpo clínico;
- Sendo aprovado pelo corpo clínico, o equipamento está apto para ser adquirido pela unidade.

A aquisição de equipamento médico-hospitalar exige tempo (este tempo pode variar de acordo com o processo, dependendo a quantidade de equipamentos licitados, as configurações descritas e o número de empresas participantes) e atenção do Engenheiro Clínico. É necessário conhecer mais de uma marca de cada equipamento, saber das suas funções, tecnologias implantadas nos acessórios e suporte de manutenção. É preciso saber exatamente a necessidade que o Hospital está tendo no momento, para comprar o equipamento que melhor se adequa as funções que serão exigidas dele, atrelando tecnologia, usabilidade, fácil manutenção e acessibilidade de contato com a empresa. Todos estes pontos são analisados pelo Engenheiro Clínico e cada equipamento tem detalhes diferente dos outros, se algo passar despercebido pode comprometer o planejamento inteiro do Hospital.

3.2 MANUTENÇÃO

No Hospital em questão, todas as manutenções que acontecem em equipamentos precisam necessariamente passar pelo setor de engenharia clínica. Apesar de ter uma estrutura limitada, é possível realizar algumas manutenções corretivas e preventivas dentro da unidade.

Existem equipamentos chamados de “equipamentos de suporte a vida”, como exemplo um ventilador pulmonar, bisturi elétrico, entre outros. Neste tipo de equipamentos apenas profissionais especializados são autorizados a fazer a manutenção. É obrigatório por lei a ter contrato de manutenção preventiva e corretiva, pelo fato de estarem conectados diretamente com a saúde do paciente.

Equipamentos de imagem, como ressonância magnética, tomografia, endoscopia, entre outros, existe um contrato de manutenção preventiva. Estes equipamentos são muito complexos e exigem uma atenção especial, além de serem equipamentos extremamente caros em que a falta de manutenção preventiva pode ocasionar em um problema ainda maior necessitando de uma manutenção corretiva.

A equipe de Engenharia Clínica é a responsável por fazer a gestão destes contratos. Acompanhar as manutenções, comunicar quando um equipamento para de funcionar por falha, diagnosticar os problemas que houve durante uma manutenção e outra, gerar relatórios para controle interno e avaliar a produtividade da empresa que faz o atendimento.

Segue o **Quadro 5** com todos os equipamentos que possuem contratos de manutenção preventiva e corretiva da unidade.

Quadro 5: Equipamentos com contrato de manutenção

Tipo de Contrato	Equipamento
Manutenção Preventiva	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilador Pulmonar • Capela de Fluxo Laminar • Hemodiálise • Osmose Reversa • Aparelho de Anestesia • Aspirador Cirúrgico • Autoclave • Incubadora • Berço Aquecido • Aparelho de Fototerapia • Aparelho de Raio-X • Mesa Cirúrgica
Manutenção Corretiva	Tomógrafo

Fonte: Autor (2018)

3.2.1 Exemplo de Manutenção Preventiva Realizada por Terceiros com Contrato

Neste subcapítulo será demonstrado um exemplo de um equipamento que está em contrato de manutenção preventiva do referente Hospital. Serão descritos os procedimentos que a equipe de Engenharia precisa tomar e explicado sobre o seu funcionamento.

O equipamento em questão é um Ventilador Pulmonar ou Respirador Pulmonar, considerado um equipamento de “suporte a vida”. Todos os setores do Hospital possuem Ventilador Pulmonar, ele é utilizado em pacientes com insuficiência respiratória para auxiliar, através de uma ventilação mecânica, na respiração. O equipamento deve sempre estar conectado a rede de energia (caso haja falta de energia, suas baterias estarem carregadas para suprir a necessidade), e as válvulas conectadas a rede de gases (Oxigênio e Ar Comprimido).

O Ventilador Pulmonar na maioria das vezes é programado pela equipe de enfermagem do setor, os parâmetros para ventilação são passados pelo médico responsável. Em cada situação é utilizado um parâmetro diferente, portanto é importante que todos do setor

saibam configurar o aparelho. A tela do aparelho é de fácil compreensão e autoexplicativa, entretanto, caso haja alguma dúvida sobre como configurar o aparelho, a equipe de Engenharia deve ser acionada para dar suporte. Portanto é imprescindível que o Engenheiro responsável saiba manusear o equipamento com clareza e facilidade. Podemos observar na Figura 8 um Ventilador Pulmonar

Figura 8: Ventilador Pulmonar



Fonte: Site Maquet Brasil (2018)

O contrato de manutenção diz que a empresa é responsável por realizar manutenções preventivas periódicas nos aparelhos, e caso haja a necessidade de fazer a manutenção corretiva, a empresa precisa dar uma resposta ao pedido em até 48 horas. Como o contrato é com mão-de-obra e troca de peças, fica sob responsabilidade da empresa qualquer peça que for necessário.

As manutenções preventivas, geralmente giram em torno de realizar a limpeza do equipamento, testar o funcionamento, e fazer a troca do “Kit 5000 horas”. O “Kit 5000 horas” é considerado a parte mais importante deste processo, neste processo são substituídos os filtros e os solenoides do equipamento, caso não seja realizada esta manutenção o equipamento fica dando mensagem de erro, solicitando que seja acionada a assistência técnica, seu funcionamento continua normal, entretanto a sua segurança não é a mesma, então quando chega próximo ao fim da vida útil do Kit é feita a substituição para evitar esta situação.

O tempo de uso de cada Kit é controlado por cada equipamento dentro do seu sistema, através de uma tela é possível ver a quantidade de horas que ainda restam até a substituição. O

autor teve a oportunidade de acompanhar o processo de substituição de um Kit, segue abaixo um passo a passo do processo.

- Desligar o equipamento da rede de energia elétrica e da rede de gases;
- Retirar a cobertura que dá acesso a parte interior do equipamento;
- Retirar os módulos de Oxigênio e Ar Comprimido;
- Substituir os filtros e solenoides destes módulos;
- Próximo a saída Expiratória, substituir filtro;
- Montar o aparelho;
- Conectar à rede de energia elétrica e a rede de gases;
- Fazer os testes iniciais;
- Alterar nas configurações a troca de Kit.

Como podemos observar a troca do Kit é simples e rápida e simples, entretanto, o setor de Engenharia precisa acompanhar todos os passos desta manutenção, como podemos observar a atualização do sistema de substituição de Kit do Ventilador Pulmonar é feita pelo profissional da empresa, então é preciso estar atento para ter certeza que o mesmo foi trocado.

O setor de Engenharia Clínica da unidade hospitalar tem um modelo de Ordem de Serviço (O.S) para as manutenções realizadas por terceiros nos equipamentos. É através destas O.S que é possível fazer um levantamento das manutenções realizadas. A Figura 9 demonstra o modelo de O.S utilizado atualmente.

Figura 9: Modelo Ordem de Serviço

Ordem de Serviço		Nº OS: XXX/2018	
Data de Entrada: __/__/__		Hora de Entrada: <u>xxxx</u>	Setor: XXXX Ramal: XXXX
<i>Dados do Equipamento</i>		Código da Engenharia: XXXXX	
Equipamento/Atividade: XXXXXXXX		Fabricante: XXXXX	
Modelo: <u>xxx</u>		Patrimônio: <u>xxx</u>	
Acessórios que acompanham o equipamento: <u>xxxxxx</u>			
Atividade Técnica Interna			
Referente à ordem de serviço XXX, no dia XX de XXXX de XXXX, foi realizada a manutenção preventiva, conforme contrato de manutenção. Foi realizado acompanhamento pelo setor de Engenharia Clínica, tendo como base a listagem em anexo utilizada pela empresa que realiza a manutenção.			
Hora:	Data: __/__/__	Responsável da Engenharia:	
ENTREGA	Data: __/__/__	Assinatura do usuário:	

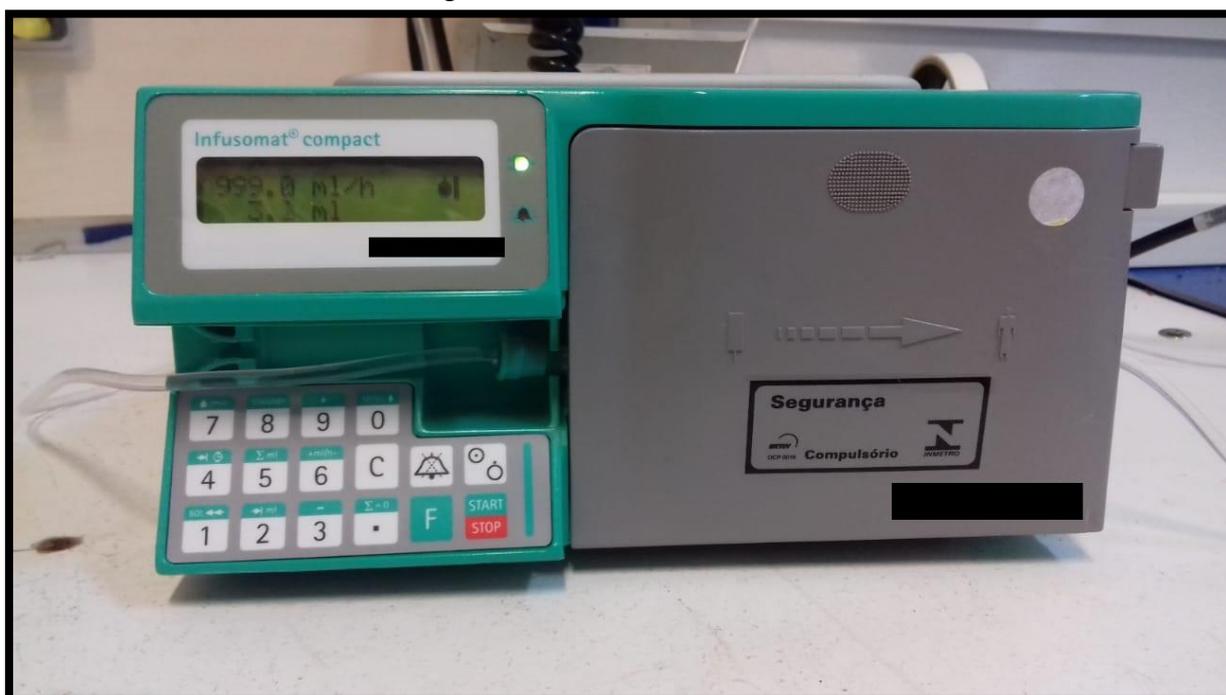
Fonte: Autor (2018)

3.2.2 Exemplo de Manutenção Corretiva Executada pela Engenharia Clínica

Nesta parte do trabalho o autor irá demonstrar o serviço de manutenção corretiva realizada em uma Bomba de Infusão. Este equipamento tem grande rotatividade no Hospital e por consequência exige manutenções corretivas quase diariamente.

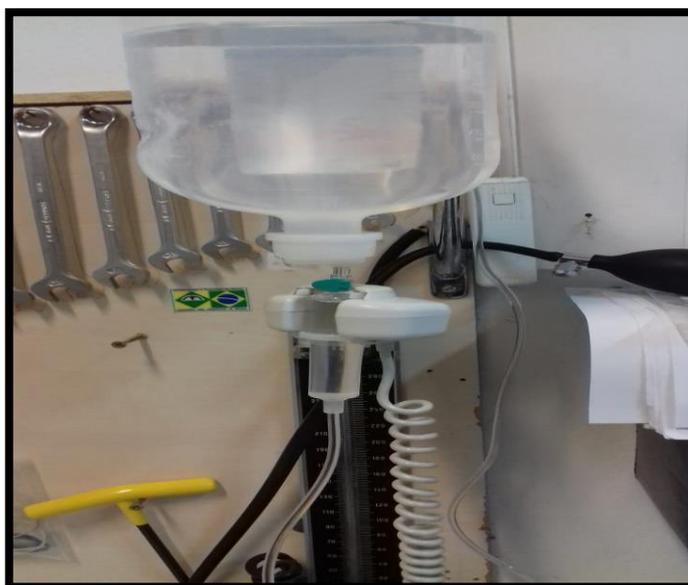
O equipamento Bomba de Infusão é utilizado em todos os setores da Unidade, sua função é controlar a quantidade de droga injetada no paciente. Assim como o Ventilador Pulmonar, a Bomba de Infusão é manuseada geralmente pelas enfermeiras do setor, que após pegar a prescrição do médico configuram a quantidade de droga (ml) e o vazão (ml/s) que o equipamento irá trabalhar. O equipamento também pode atuar com um sensor de gotas, então o profissional precisa apenas indicar a vazão (ml/s) e quando acabar a droga o equipamento automaticamente para de fazer a infusão. Na Figura 10 observamos uma Bomba de Infusão e na Figura 11 vemos um sensor de gotas.

Figura 10: Bomba de Infusão



Fonte: Autor

Figura 11: Sensor de Gotas



Fonte: Autor (2018)

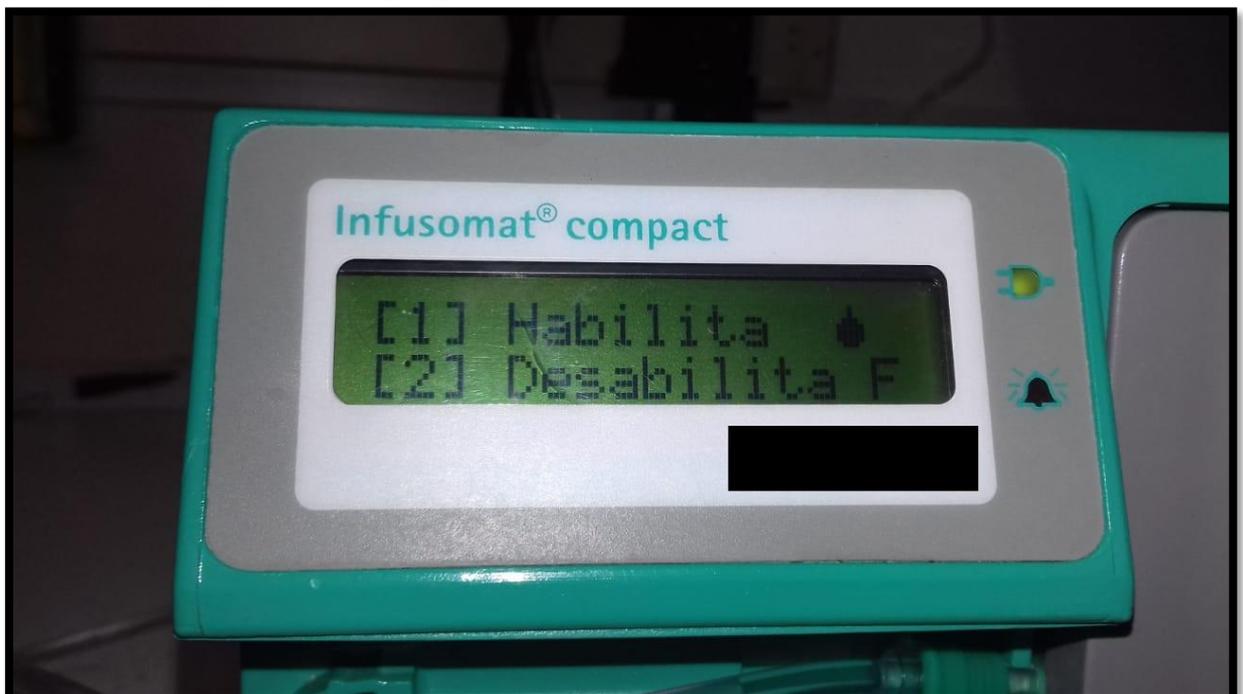
Pode-se destacar duas manutenções corretivas que são as mais executadas nestes equipamentos. A primeira dela não se pode descrever como uma falha do equipamento, mas sim como uma falha operacional, em que o operador não tem conhecimento suficiente para manusear o equipamento. Como explicado anteriormente, a Bomba de Infusão pode trabalhar de duas maneiras, com o sensor de gotas e sem o sensor de gotas, entretanto, o equipamento não possui tamanha capacidade de identificar se está conectado ou não o sensor, é preciso habilitar o sensor de gotas nas configurações quando for utilizar, e desabilitar quando não utilizar. A configuração é simples de ser realizada, todavia, é possível perceber uma certa resistência do corpo clínica em executar esta tarefa, então a equipe de Engenharia fica responsável por realizar o serviço. Na **Figura 12**, e sequencialmente na **Figura 13**, vemos os comandos para habilitar/desabilitar o uso do sensor de gotas.

Figura 12: Menu para Modificar as Configurações de Sensor de Gotas.



Fonte: Autor (2018)

Figura 13: Função para Habilitar e Desabilitar o Sensor de Gotas



Fonte: Autor (2018)

A outra manutenção corretiva frequente que se pode destacar é a troca de teclado, pelo fato destas Bombas de Infusão serem utilizadas diversas vezes em um mesmo dia, o

equipamento passa por várias desinfecções diariamente. Caso haja um excesso de produto na desinfecção, o teclado será o primeiro componente a entrar em curto-circuito e começar a apresentar falhas. Uma vez apresentado falha no teclado, o mesmo deve ser substituído, não existe a possibilidade de recuperação. A troca deste componente é trivial, o equipamento deve ser aberto pela parte de baixo e retirada a sua carcaça. A carcaça retirada é possível visualizar que o teclado é conectado com a placa através de dois engates rápido. Basta retirar o teclado antigo a conectar o novo. Na **Figura 14**, temos a possibilidade de verificar esse processo.

Figura 14: Imagem dos Engates Rápido do Teclado



Fonte: Autor (2018)

Para as manutenções realizadas pelo setor de Engenharia existe uma plataforma online que permite fazer este controle. Todo o setor do Hospital tem acesso a esta plataforma, e os atendimentos são realizados através de chamados aos funcionários.

A **Figura 15** demonstra como os chamados são recebidos pelo setor de Engenharia. É possível visualizar a data que foi solicitado, o setor que solicitou, o profissional responsável, e uma pequena descrição do problema encontrado no equipamento.

Figura 15: Imagem da Página Inicial da Plataforma de Chamados

Baixa de Serviços Gerais

Busca

Código Setor Solicitante Setor Prestador de Serviço

Mês Ano

Encaminhamento

Aguardando Atendimento Em Andamento Aguardando Aprovação

Listagem

6 de 6

Código	Data Solicitação	Solicitante	Setor Solicitante	Setor Prestação de Serviços	Descrição do Serviço
1418100317	25/10/2018 09:25				Laringoscópio não está funcionando

Fonte: Plataforma Hospital (2018)

O chamado recebido pela engenharia do Hospital, é feita uma avaliação no equipamento e realizada a manutenção, após a manutenção feita é necessário dar baixa no sistema e colocar no campo de “Observação” os serviços realizados no equipamento. A **Figura 16** mostra esta tela.

Após o serviço realizado e as observações preenchidas uma outra tela aparece, nela será colocado o profissional responsável pelo serviço e o tempo gasto na manutenção. Na Figura 17 é possível ver esta tela.

Figura 16: Página da Plataforma com Descrição do Serviço Prestado

The screenshot displays the 'Baixa de Serviços Gerais' interface. It includes a header with a mandatory field notice. The main form is divided into three sections: 'Dados do Solicitante' with fields for 'Solicitante' and 'Setor'; 'Dados da Solicitação' with fields for 'Código' (1418100317), 'Data da solicitação' (25/10/2018 09:25), and 'Descrição do Serviço' (Laringoscópio não está funcionando); and 'Dados do Encaminhamento' with an 'Em Atendimento' tab, an 'Observação' text area, and a 'Tipo de Serviço' dropdown menu. At the bottom, there are buttons for 'Materiais', 'Imprimir OS', 'Alterar Setor Prestador de Serviço', 'Atender', and 'Cancelar'.

Fonte: Plataforma Hospital (2018)

Figura 17: Plataforma com Profissional Responsável e Horas Trabalhadas

This screenshot shows the same 'Baixa de Serviços Gerais' interface as Figure 16, but with a modal window open for recording professional hours. The modal, titled 'Profissional Carga Horária', contains a table with columns for 'Profissional', 'Data (dd/MM/aaaa)', 'Horas', 'Minutos', and 'Total'. A single row is visible with the date 25/10/2018 and a total of 00:00. The modal also includes 'Adicionar' and 'Excluir' buttons, a 'Usuário logado e dia corrente' label, and 'Salvar' and 'Sair' buttons. In the background, the main form's 'Dados da Solicitação' section shows a different code (1418100236) and date (18/10/2018). The 'Dados do Encaminhamento' section has an 'Observação' field containing 'ok'. Buttons for 'Materiais', 'Profissional Carga Horaria', 'Concluir', and 'Anular' are visible at the bottom of the main form.

Fonte: Plataforma Hospital (2018)

A plataforma armazena todos os dados colocados anteriormente e através deles gera um relatório que pode ser acessado pela plataforma. Na Figura 18 é possível escolher a data inicial e a data final para o relatório, também é possível escolher o setor. Na Figura 19 podemos ver um modelo de relatório gerado com todos os setores. O sistema separa os setores e coloca o tempo gasto em cada um deles.

Figura 18: Gerador de Relatório

Setor Manutenção x Setor Solicitante

Período

*Data Inicial: 01/01/2018

*Data Final: 24/10/2018

(*) Preenchimento obrigatório

Filtros para Impressão

Setor Prestador de Serviço: ENGENHARIA BIOMEDICA

Setor Solicitante:

Imprimir Sair

Fonte: Plataforma Hospital (2018)

Figura 19: Relatório de Atividades

SETOR MANUTENÇÃO X SETOR SOLICITANTE	
Período:	
Setor Prestador de Serviço: ENGENHARIA BIOMEDICA	
Setor Solicitante: Todos os Setores Solicitantes	
Setor Prestador de Serviço: ENGENHARIA BIOMEDICA	
Setor Solicitante	Horas Trabalhadas
5º ANDAR - CLINICA MEDICA	72 horas
ALA APARTAMENTOS - 4º ANDAR	27 horas
ALA CIRURGICA - TERREO	13 horas
ALA FEMININA	7 horas e 30 minutos
ALA MASCULINA	36 horas
ALA PORTINARI	10 horas
ALA PORTINARI	13 horas
ALOJAMENTO CONJUNTO	23 horas
AMBULATORIO DE ONCOLOGIA	4 horas
BANCO DE LEITE	3 horas
CENTRO CIRURGICO	29 horas

Fonte: Plataforma Hospital (2018)

A manutenção preventiva e corretiva é muito importante dentro do Hospital, ela garante que todos os equipamentos estejam funcionando normalmente e conforme suas especificações. Os equipamentos considerados de fácil manutenção têm uma média de um dia parado para ser feitos os reparos necessários, equipamentos de média manutenção algo em torno de três a cinco dias para que a manutenção seja realizada, para equipamentos considerados de grande dificuldade não é possível ter um tempo estimado, tendo em vista que em muitos casos depende de empresas terceiras.

Caso não houvesse um serviço de Engenharia especializado dentro da unidade, este tempo com certeza seria muito maior, ocasionando em equipamentos parados, custos mais elevados com serviços de terceiros e uma falta de padrão, tendo em vista que cada empresa segue o seu padrão.

3.3 TREINAMENTO PARA USUÁRIOS E MANUSEIO DE EQUIPAMENTOS

Durante o tempo em que foi realizado o estudo de caso no Hospital, o autor conseguiu analisar como é feito o treinamento de funcionário para o uso de nova tecnologia. O treinamento é feito pela empresa responsável pela venda do equipamento. É enviado um profissional (*application*) com conhecimento técnico para explicar o funcionamento do equipamento para os usuários, passar orientações de uso e tirar dúvidas do setor de Engenharia de sua configuração.

O *application* fica na unidade por aproximadamente uma semana, passando treinamento em todos os setores em que o equipamento será utilizado. De um modo geral a aceitação de novas tecnologias é grande por parte dos usuários, pode-se perceber que a grande maioria está disposta a se atualizar para melhor atender o paciente.

O maior problema em questão de treinamento de novos equipamentos é pelo fato de haver uma grande rotatividade de funcionário nos setores, seja por conta de contratação ou remanejamento de pessoal, portanto, sempre haverá profissionais que não passaram pelo treinamento adequado para manusear o equipamento com a nova tecnologia. Os profissionais que não receberam o devido treinamento geralmente solicitam ajuda aos funcionários que aprenderam a manusear o equipamento e em caso de dúvidas maiores a equipe de Engenharia é chamada para auxiliar.

Foram observados alguns casos em que o manuseio equivocado e a desinfecção causaram danos. Como exemplo os sensores de oximetria, são acessórios sensíveis, precisam ter um cuidado na hora de colocar no paciente, quando for retirar, no momento da desinfecção. Foram diagnosticados que alguns sensores acabaram estragando por conta de tombos, imprensados, ou na hora da desinfecção, então preciso ter mais cuidado na hora de utilizar este acessório.

3.4 MELHORIAS PARA O SETOR

Fazendo uma análise de todas as pesquisas realizadas durante o estudo de caso, sobre o trabalho da Engenharia Clínica e do corpo clínico, é possível concluir que o Hospital está em um patamar médio, pelo fato de possuir um serviço especializado de Engenharia Clínica e de ter um profissional especialmente para o serviço. É preciso melhorar em alguns aspectos para que o setor se torne mais eficiente e possa contribuir de uma forma melhor no Hospital.

Um fator que faz diferença em qualquer Engenharia Clínica é possuir um software especial para o setor, esta ferramenta possibilita ter um controle maior sobre todos os equipamentos instalados na unidade, manutenções, trocas, gerenciamento de maneira geral. O Hospital em questão não possui esta ferramenta, então a gestão se torna um pouco mais complicada.

A infraestrutura do setor também tem alguns pontos que poderiam melhorar, faltam ferramentas para realizar alguns testes e fazer algumas manutenções. Essas limitações acabam refletindo na produtividade da Engenharia Clínica que muitas vezes não consegue solucionar uma falha por falta de ferramentas adequadas.

4 GRADUAÇÃO E ESPECIALIZAÇÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Realizou-se um levantamento sobre os cursos de graduação e as especializações na área de Engenharia Clínica/Biomédica no estado de Santa Catarina. Embora a área esteja crescendo de maneira significativa no Brasil, ainda é difícil encontrar cursos relacionados a isto, além disso, poucos profissionais de outras Engenharias (como Engenharia Elétrica e Mecânica) que se encaixam no perfil conhecem este ramo de atuação.

O Quadro 6 demonstra os cursos de graduação e especialização.

Quadro 6: Instituições de ensino de graduação, especialização, mestrado e doutorado

Curso	Instituição	Cidade
Graduação	<ul style="list-style-type: none"> Centro Universitário Católica de Santa Catarina 	Joinville/SC
Pós-Graduação/Especialização	<ul style="list-style-type: none"> Estácio (EAD) 	
	<ul style="list-style-type: none"> UFSC (IEB) 	Florianópolis/SC
Mestrado	<ul style="list-style-type: none"> UFSC (IEB) 	Florianópolis/SC
Doutorado	<ul style="list-style-type: none"> UFSC (IEB) 	Florianópolis/SC

Fonte: Adaptado pelo Autor

É possível visualizar uma carência de cursos voltados para a área de Engenharia Clínica, contendo apenas uma graduação, três pós-graduação, um mestrado e um doutorado. O autor acredita que o número seja baixo desta maneira pelo fato dos EAS poderem contratarem profissionais formados em outras engenharias (Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica) para exercer esta função, no momento em que a Engenharia Clínica for obrigada a ser conduzida por um Engenheiro Clínico graduado, o número de instituições que oferecem o curso tende a aumentar.

Este número baixo de instituições que oferecem cursos de Engenharia Clínica demonstra como os profissionais estão desvalorizados no mercado de trabalho. O profissional que decidir atuar como Engenheiro Clínico, deveria começar fazendo cursos e especializações na área, para depois assumir um cargo de responsabilidade. Nos dias atuais é raro isto acontecer, geralmente o profissional assume uma Engenharia Clínica para depois buscar mais conhecimento, em alguns casos o profissional sequer busca se especializar.

O crescimento de cursos e especializações em Engenharia Clínica deveria ser proporcional as tecnologias implementadas em todos os EAS. E a tecnologia está cada dia

mais presente no dia a dia de um EAS, então é preciso olhar com atenção para esta questão, caso contrário os EAS estarão lotados de equipamentos médico-hospitalar com tecnologia de ponta, sem ter mão-de-obra qualificada para gerencia-los e opera-los.

5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) possibilitou analisar que o setor de Engenharia Clínica ainda não se consolidou no Brasil como em países da Europa e EUA. Foi possível observar ao longo da pesquisa que existe um número expressivo de EAS que deveriam possuir um profissional na área, mas não possui pela falta do mesmo inserido no mercado de trabalho, ou até mesmo pela EAS não conhecer a profissão e acreditar não ter relevância. A análise demonstrou que a falta de treinamento pode ocasionar em uma utilização errada dos equipamentos, podendo causar danos ao equipamento e a saúde do paciente.

Analisou-se que o tema discutido possa contribuir de forma significativa para o avanço do setor de Engenharia Clínica. Em muitos EAS o setor ainda é visto como um custo (custo com Engenheiro, ferramentas, infraestrutura, entre outros) e não como um investimento, entretanto, esta visão está equivocada. Como podemos analisar no trabalho apresentado o setor traz benefícios para o EAS. O campo acadêmico também precisa se adaptar as mudanças que estão ocorrendo, é preciso abrir mais cursos, mais especializações, é preciso que os acadêmicos conheçam este campo de atuação que tende a crescer muito nos próximos anos.

O trabalho nos demonstrou que o Brasil ainda tem um caminho extenso pela frente em relação aos países desenvolvidos, mas estamos correndo atrás e buscando melhorar a cada ano. O estudo de caso realizado mostrou que existem serviços de Engenharia Clínica que atuam dentro de EAS e que apesar das suas limitações, fazem o possível para melhor desenvolver o serviço e melhorar o atendimento ao paciente.

É preciso estar atento as novas tecnologias, existem muitos equipamentos médico-hospitalar parecidos, mas uma configuração diferente pode fazer toda a diferença. É preciso adquirir equipamentos aprovados pelo Inmetro, com testes aprovados para a sua comercialização. É necessário que os equipamentos sigam um padrão de manutenção preventiva e corretiva, não deixando os mesmos longos tempo parados, isso prejudica o paciente que precisa do equipamento.

O propósito da pesquisa foi concluído com sucesso, foi possível analisar o setor de Engenharia Clínica, fazer pesquisas bibliográficas, estudo de caso em um Hospital da Serra Catarinense, para demonstrar da melhor maneira como esta área precisa crescer no Brasil, não adianta ter recursos financeiros para comprar equipamentos se não tiver uma equipe que saiba

como trabalhar este recurso, não adianta ter equipamentos com a melhor tecnologia sem uma gestão qualificada para melhorar seu desempenho e vida útil.

Futuras pesquisas nesta área de Engenharia Clínica, fazer uma análise sobre os equipamentos médico-hospitalar nacionais versus os importados. Dada a diferença de tecnologia existente entre eles, a questão do design, manuseio, a diferença de preço, segurança para o paciente, confiabilidade, existem muitas questões que podem ser analisadas e discutidas neste meio.

6. BIBLIOGRAFIA

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Manual de Tecnovigilância: abordagens de vigilância sanitária para a saúde comercializados no Brasil.** Brasília – DF, 2010. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33868/327133/Manual+de+Tecnovigil%C3%A2ncia+-+abordagens+de+vigil%C3%A2ncia+sanit%C3%A1ria+de+produtos+para+a+sa%C3%BAde+comercializados+no+Brasil/0967528c-4af7-4df4-939b-95c6b327b09f>. Acessado em 15 de Outubro de 2018.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução- RDC nº50.** Brasília, 2002. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0050_21_02_2002.pdf/ca7535b3-818b-4e9d-9074-37c830fd9284. Acessado em 10 de Novembro de 018.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Manual de Tecnovigilância: abordagens de vigilância sanitária para a saúde comercializados no Brasil.** Brasília, 2008. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33868/327133/Manual+de+Tecnovigil%C3%A2ncia+-+abordagens+de+vigil%C3%A2ncia+sanit%C3%A1ria+de+produtos+para+a+sa%C3%BAde+comercializados+no+Brasil/0967528c-4af7-4df4-939b-95c6b327b09f>. Acessado em 12 de Outubro de 2018.

AUGOSTINHO, M. D. A. **Introdução à engenharia.** Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: http://portaldoaluno.webaula.com.br/BIBLIOTECA/ACERVO/BASICO/O03584/Biblioteca_529200/Biblioteca_529200.pdf. Acessado em 15 de Agosto de 2018.

ABEClin- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA CLÍNICA. **Institucional/Quem Somos.** 2018. Disponível em: <http://abeclin.org.br/pagina.php?p=quem-somos>. Acessado em 06 de Outubro de 2018.

ACCE – AMERICAN COLLEGE OF CLINICAL ENGINEERING **A Guide to Certification in Clinical Engineering.** Pensilvânia, 2018. Disponível em:

[https://accenet.org/publications/Downloads/Brochures/ACCEGuide to Clinical Engineering Certification 2016.pdf](https://accenet.org/publications/Downloads/Brochures/ACCEGuide%20to%20Clinical%20Engineering%20Certification%202016.pdf). Acessado em 15 de Setembro de 2018.

AAMD – AMERICAN ASSOCIATION OF MEDICAL DEVICE. American Society for Healthcare Engineering (ASHE) Releases Sustainability Report, Cites Reprocessing. 2018. Disponível em: <http://amdr.org/2014/06/american-society-for-healthcare-engineering-ashe-releases-sustainability-report-cites-reprocessing/>. Acessado em 10 de Outubro de 2018.

AZEVEDO, F.S. Gestão de equipamentos médico-hospitalar em estabelecimentos de assistência a saúde. Lisboa, 2011. Disponível em: <https://repositorio.iscte-iul.pt/handle/10071/2525>. Acessado em 30 de Outubro de 2018.

BALLET, T.P.; THOBIAS, M. A.; COSTA, W. B. A importância da engenharia clínica: principais ferramentas de gestão. 6º Jornada científica e tecnológica da FATEC. São Paulo, 2017.

BRONZINO, J. D. Management and supervision in: management of medical technology. EUA. 1992.

CONFEA/CREA. Manual de procedimentos para verificação do exercício profissional. Brasília. 2007. Disponível em: <http://www.confea.org.br/media/manual2007.pdf>. Acessado em 09 de outubro de 2018.

CONFEA/CREA. Aprova a conclusão dos trabalhos do Grupo de Trabalho para discussões sobre o reconhecimento da profissão do Engenheiro Clínico e dá outras providências. Disponível em: <http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=56218>. Acessado em 06 de outubro de 2018.

COSTA, J. R.; FERNANDES, I. D; HOLSHBACH, L. R. Relatório final do grupo de trabalho engenharia clínica. Brasília. 2002. Disponível em:

http://www.confea.org.br/media/GTengenhariaclinica_relatoriofinal.pdf. Acessado em 20 de Setembro de 2018.

DELGADO, M. M. **Proposta do uso da engenharia de fator humano para suporte da gestão de tecnologia médico-hospitalar**. Florianópolis. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/168297>. Acessado em 05 de Novembro de 2018.

ESTÁCIO PÓS GRADUAÇÃO. **Engenharia biomédica com ênfase em engenharia clínica**. Blumenau. 2018. Disponível em: <http://pos.estacio.br/>. Acessado em 30 de outubro de 2018.

ENGENHARIA BIOMÉDICA CATÓLICA. **Quero me inscrever**. Joinville. 2018. Disponível em: <http://www.catolicasc.org.br/joinville/curso/engenharia-biomedica/>. Acessado em 30 de outubro de 2018.

GOMES, L. C.; DALCOL, P. **Gestão tecnológica em unidades hospitalares: um estudo sobre a importância e fatores relevantes**. Rio de Janeiro. 1999. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0195.PDF. Acessado em 25 de Setembro de 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama população Lages**. Lages. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/lages/panorama>. Acessado em 15 de outubro de 2018

IEB – INSTITUTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA. **Sistema Acadêmico**. Florianópolis. 2018. Disponível em: http://www.ieb.ufsc.br/?page_id=496 . Acessado em 30 de outubro de 2018.

MAQUET, Brasil, 2018. Disponível em: http://www.maquetdobrasil.com/solucoes_gripe_ofertas.php Acessado em 20 de Outubro de 2018.

MANSO, J. M. **Práticas de gestão de equipamentos médico no Hospital da Luz**. Lisboa. 2012. Disponível em: http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/7827/1/ulfc102530_tm_Joana_Manso.pdf. Acessado em 30 de Agosto de 2018.

NASCIMENTO, M. A.; TANAKA, H. **Análise e mapeamento do custo de manutenção de equipamentos médico no estado de São Paulo**. São Paulo. 2014. Disponível em: http://www.canal6.com.br/cbeb/2014/artigos/cbeb2014_submission_213.pdf. Acessado em 18 de Setembro de 2018.

NBR 5462. **Confiabilidade e mentenabilidade**. Rio de Janeiro. 1994. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/55584329/NBR-5462-TB-116-Confiabilidade-e-Mantenabilidade>. Acessado em 22 de Outubro de 2018.

OLIVEIRA, E. F. **Programa de gerenciamento de equiamentos médicos: nocões básicas de boas práticas de gereciamento de equipamentos e acreditação hospitalar**. Fortaleza. 2009. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:L-MUzC89frkJ:www.esp.ce.gov.br/index.php%3Foption%3Dcom_phocadownload%26view%3Dcategory%26download%3D1022:programa-de-gerenciamento-de-equipamentos-mdicos-noes-de-boas-prticas-de-gerenciamento-de-equipamentos-e-acreditao-hospitalar-fortaleza-2009%26id%3D98:esp.-engenharia-clnica+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acessado em 25 de Setembro de 2018.

PORTO, D.; MARQUES, D. P. **Engenharia clínica: nova “ponte” para a bioética?**. Araguaína. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-80422016000300515. Acessado em 20 de outubro de 2018

SAIDE, J. C. **Equipamentos médico-hospitalares e o gerenciamento da manutenção**. Brasília. 2002. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos_gerenciamento1.pdf. Acessado em 25 de Setembro de 2018.

SAIDE, J. C. **Papel do engenheiro hospitalar nas unidades de saúde**. Brasília. 1990. Disponível em: <http://www.rbejournal.org/article/5889fba45d01231a018b470d>. Acessado em 25 de Setembro de 2018.

SILVA, J. **Gestão de equipamentos médico**. São Paulo. 2010.

VILELA, M. Z.; BASSANI, J. W. **Gerenciamento de manutenção de equipamentos médico-hospitalares: métodos e aplicações**. Campinas. 2004.