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

Trabalho de Conclusão de Curso

Análise de gerenciamento de manutenção corretiva da Maternidade Escola Januário Cicco - MEJC

Marcelo Torres Brito

Natal/RN
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Análise de gerenciamento de manutenção corretiva da Maternidade Escola Januário Cicco - MEJC

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

Graduando: Marcelo Torres Brito

Orientadora: Prof.ª Dra. Heliana Bezerra Soares

Coorientador: Me. Cayo Eduardo Leal de Menezes

Natal/RN

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Análise de gerenciamento de manutenção corretiva da Maternidade Escola Januário Cicco - MEJC

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso:

Prof.ª Dra. Heliana Bezerra Soares _____
Orientadora

Eng. Me Cayo Eduardo Leal de Menezes _____
Coorientador - MEJC

Prof.ª Dra. Adriana Cláudia Câmara da Silva _____
Avaliadora Externa – IFRN

Natal/RN

2022

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, em especial a minha mãe, meu pai, irmã e tia Paizinha e meu os tios e tias que sempre me ajudaram e apoiaram, sem medir esforços em tudo que faço, a minha namorada e aos meus amigos que assim como minha família sempre me incentivaram em minha trajetória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, Primeiramente, a Deus, por ser meu alicerce em todos os momentos, me dando forças para ultrapassar por todos os obstáculos ao longo do caminho e por ser a base de todas as minhas conquistas.

A minha mãe, Marilia, meu pai, Nilson, minha irmã, Ana, minha tia, Maria da Paz e a minha namorada, Mariana, por sempre acreditarem nas minhas escolhas, apoiando-me e esforçando-se junto a mim. Eles me encorajaram em todos os momentos difíceis e entenderam minha enquanto eu me dedicava na realização desse trabalho.

A minha orientadora e professora Heliana, por sua paciência em todo meu processo de evolução da construção desse trabalho, sem seus conselhos nada disso teria acontecido, pelos ensinamentos que me fizeram ter um melhor desempenho no meu processo de formação profissional, pela dedicação em suas orientações precisas e na elaboração deste trabalho, me incentivando e colaborando no desenvolvimento das minhas ideias.

Ao meu coorientador e chefe do departamento de engenharia clínica da Maternidade Escola Januário Cicco – MEJC, Cayo Leal, que me deu a oportunidade de estagiar na maternidade, a todos os técnicos do departamento de engenharia clínica, em especial a Geraldo que me passou todos os seus conhecimentos, da maternidade e TECSAUDE que passaram todas as orientações e os ensinamentos possíveis durante o tempo de estágio.

A todos os professores que fizeram parte da minha longa jornada durante o curso de Ciências e Tecnologia até a Engenharia Biomédica, sempre me mostrando o caminho do conhecimento e plantarem em mim o desejo de aprender.

Agradeço também aos meus amigos, por estarem sempre presentes. Amigos desde a infância, ensino médio, primeiro ciclo de CET e Engenharia Biomédica, por todos os momentos compartilhados, por todas as lembranças, pois vocês foram essenciais para o meu amadurecimento, crescimento e formação acadêmica.

EPÍGRAFE

"Consagre ao Senhor tudo que o você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos" (Provérbios 16:3).

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS IX
LISTA DE TABELAS X
LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS XI
RESUMO XII
ABSTRACT XIII
1. INTRODUÇÃO 1
1.1. OBJETIVOS 3
1.1.1. OBJETIVO GERAL 3
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3
1.2. ESTADO DA ARTE 3
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO 5
2. ENGENHARIA CLÍNICA 6
2.1. HISTÓRIA DA ENGENHARIA CLÍNICA 6
2.1.1. HISTÓRIA DA ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL 6
2.2. ATRIBUIÇÕES DO ENGENHEIRO CLÍNICO 7
3. GERENCIMENTO DE MANUTENÇÃO 9
3.1. MANUTENÇÃO 11
3.1.1. MANUTENÇÃO PREVENTIVA 11
3.1.2. MANUTENÇÃO CORRETIVA 12
3.2. MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR 12
3.2.1. SISTEMA LEAN HEALTHCARE 13
3.3. TÉCNICA DE MAPEAMENTO 14
3.4. PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO 15
3.5. LEVANTAMENTO DE IVENTARIO 16
3.6. INDICADORES DE MANUNTEÇÃO 17
4. ANÁLISE E GERENCIMAMENTO 19
4.1. IDENTIFICAR E SEGMENTAR AS ETAPAS QUE AGREGAM VALOR 19
4.2. MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE MANUTENÇÃO 24
4.3. ANÁLISE DE INDICADORES DE DESEMPENHO DO SERVIÇO DE ENGENHARIA CLÍNICA 25
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 27
6. CONCLUSÕES 28
5.1. TRABALHOS FUTUROS 29

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Áreas de abrangência de um engenheiro clínico 8
Figura 2 - Fase do Ciclo PDCA..... 10
Figura 3 - Ciclo de vida da tecnologia de saúde 10
Figura 4 - Simbologia Fluxograma..... 15
Figura 5 - Fluxograma de rotina de MC..... 21
Figura 6 - Mapeamento de Fluxo de MC com métodos adotados 21
Figura 7 - Ciclo BPM (Gestão de Processos de Negócios) 24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Métodos lean e suas ferramentas 13
Tabela 2 - Inventário de equipamentos da MEJC 16
Tabela 3 - Os sete desperdícios no lean healthcare 20
Tabela 4 - Guia BPM 23
Tabela 5 - Quantidade de manutenção corretiva (MC) efetuada por tipo de EMH. 23
Tabela 6 - Lista MTTR 26

LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BPM - *Business Process Management*

CMR - Custo de Manutenção por Faturamento

DEC - Departamento de Engenharia Clínica

EAS - Estabelecimento Assistencial de Saúde

EC - Engenharia Clínica

EMH - Equipamento médico-hospitalar

GTMH - Gestão de Tecnologia Médicos Hospitalares

KPI - *Key Performance Indicator*

MC - Manutenção Corretiva

MEJC - Maternidade Escola Januário Cicco

MIT - *Massachussets Institute of Technology*

MTTR - Tempo Médio para Reparos

MPF - Mapeamento do Fluxo de Valor

MPT - Manutenção Produtiva Total

ONA - Organização Nacional de Acreditação

OS - Ordem de Serviço

PDCA - *Plan do Check Act*

RDC - Resolução da Diretoria Colegiada

TPM – *Total Productive Maintenance*

VSM - *Value Stream Mapping*

BRITO, Marcelo Torres. **Análise de gerenciamento de manutenção corretiva da Maternidade Escola Januário Cicco - MEJC**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 46p., 2022.

RESUMO

Com o aumento das tecnologias no âmbito hospitalar torna necessário um gerenciamento com eficaz e responsabilidade para que haja o uso eficiente e o aumento do tempo de vida dos equipamentos médico-hospitalares (EMH), reduzindo os custos e tempo provenientes de manutenção. Dessa forma, se torna necessário a utilização de métodos e ferramentas que meçam constantemente os processos e resultados qualitativos e quantitativos da manutenção dos equipamentos médico-hospitalares. Diante disso, o trabalho buscou pontuar e evidenciar a importância da aplicação dessas tecnologias de suporte a gestão do setor de Engenharia Clínica da Maternidade Escola Januário Cicco (MEJC), tendo como objeto de estudo mostrar e analisar indicadores de fluxo manutenção corretiva, fazendo uso de mapa de processos e alguns indicadores de gerenciamento. Como resultado obteve uma análise de gestão dos equipamentos médico-hospitalares pelo hospital além de analisar e mapear processos que fornecerá um bom nível organizacional a instituição.

Palavras-chave: Engenharia Clínica, Equipamentos médico-hospitalares, Mapeamento de fluxo.

BRITO, Marcelo Torres **Analysis of corrective maintenance management of the Januário Cicco Maternity School - MEJC.** Conclusion Work Project, Biomedical Engineering Bachelor, Federal University of Rio Grande do Norte, 46., 2022.

ABSTRACT

With the increase of technology parks in health care establishments (EAS's) it becomes necessary to manage with greater precision and control so that there is an efficient use and an increase in the life time of medical and hospital equipment (EMH), reducing costs and time. from maintenance. Thus, it is necessary to use methods and tools that constantly measure the qualitative and quantitative processes and results of the maintenance of medical and hospital equipment. Therefore, the work sought to point out and highlight the importance of the application of these technologies to support the management of the Clinical Engineering sector of the Maternity School Januário Cicco (MEJC), having as object of study to show and analyze flow indicators corrective maintenance, making use of process map and some management indicators. As a result, it obtained an analysis of the management of medical and hospital equipment by the hospital in addition to analyzing and mapping processes that will provide a good organizational level to the institution.

Keywords: Clinical Engineering, Medical-hospital equipment, Flow mapping.

1. INTRODUÇÃO

No início da década 1960 a 1970 a engenharia clínica começou a se fortalecer, nesta época os custos com a saúde aumentaram exponencialmente em consequência, principalmente, da introdução de novas tecnologias ao setor. Em 1970 quando os equipamentos médicos nos Estados Unidos começaram a matar pessoas, cerca de 1200 por ano com choques elétricos, mediante isto, profissionais compreenderam que essas tecnologias não vinham com instruções para instalação e serviço, dificultando o trabalho. Por isso, era cada vez mais evidente a exigência de um profissional qualificado para encarregar destas competências e prover um sistema de comunicação, gerenciamento e automação, o engenheiro clínico (PORTO e MARQUES, 2016).

Com o objetivo de aumentar a qualidade de vida humana, na atualidade, fica evidente o avanço da tecnologia em diversos setores. No âmbito clínico, os equipamentos médico-hospitalares (EMH), utilizados na promoção de saúde do paciente, tonar um importante indicador de eficácia dos procedimentos clínicos (SANTOS e LACERDA, 2017). O uso avançado das tecnologias no ambiente médico hospitalar proporcionou aumento das informações e uma rapidez nos resultados extraordinários na área. Por consequência, houve um aumento nos encargos com essas tecnologias, como a criação de normas de segurança e desempenho, redução de custos de manutenções, gerenciamentos e danos aos operantes (CARDOSO e WAQUED, 2019).

O conceito de gerenciamento de equipamentos médicos cujos responsáveis dispõem de qualificação, geralmente engenheiros clínicos em colaboração com outros administradores do hospital, compondo assim uma equipe responsável pela formulação de planos para o gerenciamento da tecnologia existente no hospital, no intuito de tornar possível a prestação de serviços de melhor qualidade pelo menor custo (FERREIRA, 2021). Acrescenta como atribuição da Engenharia Clínica o ato de prover e efetuar soluções nas unidades de saúde, traçar e desenvolver ferramentas úteis para os estabelecimentos de saúde em prol da adoção de novas metodologias de gestão para contribuir com suas atividades de gerenciamento do parque tecnológico (LEAL, 2018).

Bronzino (2015) complementa que os engenheiros clínicos prestam serviços de gestão e engenharia na área da saúde, apoiando equipes multidisciplinares na área médica.

Nas instituições de saúde, como também na Maternidade Escola Januário Cicco, maternidade publica, localizada na cidade de Natal-RN, que oferece serviços a gestantes e

recém-nascidos e tem como missão promover de forma integrada e humanizada a assistência, ensino, pesquisa e extensão com ênfase em gestão de alto risco, ginecologia especializada e reprodução humana, ambiente esse escolhido para o devido estudo, as intervenções, gerenciamentos e manutenções tem sido realizada pelo departamento de engenharia clínica, contando por um profissional denominado Engenheiro Clínico, responsável pelo planejamento, controle e gestão da EMH, bem como pela prevenção de situações de risco e pelo controle de riscos específicos associados ao seu uso.

Devido à alta de chamados de intervenções técnicas em EMH que a maternidade realiza diariamente, se faz necessária uma empresa terceirizada dentro da instituição para conter chamados e atendimento de alta complexidade de serviço. Sendo assim, a análise de gerenciamento e indicadores dos serviços essenciais a engenharia clínica busca mostrar as atividades que a empresa e o departamento de engenharia clínica terão que desempenhar de melhor forma. A caracterização dessas atividades, através do mapeamento de processos, tem por finalidade proporcionar uma maior familiarização da engenharia clínica, visto que existe poucos estudos sobre o assunto, visando a melhoria de entraves na realização de manutenções e a diminuição de transtornos diário e eficácia de serviços.

De acordo com Patton (1998) a manutenção se refere a “todas as ações necessárias para conservar um item ou restaurá-lo a uma condição específica”. A manutenção corretiva dentre todos os tipos de manutenções, a mais antiga e mais utilizada até hoje pelos setores de engenharia clínica (EC), utilizada em caráter de urgência, por não ser programada consiste em restaurar as condições iniciais e ideais de utilização do equipamento. Neste sentindo, o processo de manutenção se mostra uma ferramenta importante para a gestão dos EMHs. Porém, na maioria das instituições esse processo ocorre de maneira falha, pois não existe uma organização estabelecida ou que leve em consideração algum critério para priorizar o atendimento dos EMHs existentes (CORREIA, 2018).

Como base no que foi descrito acima, esse trabalho teve como objetivo principal realizar uma análise do gerenciamento de manutenções do departamento de engenharia clínica, com finalidade de analisar o estado de fluxo de manutenção, escolher métodos através de indicadores de gestão que auxiliem na otimização do fluxo de manutenção e detectar pontos de desperdício de tempo e custo.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo desse trabalho foi desenvolver, identificar e segmentar as etapas que agregam valor ao fluxo de manutenção corretiva da Maternidade Escola Januário Cicco-MEJC.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever e analisar o fluxo de forma clara e objetiva de todas as atividades através de mapeamento de processos, desde abertura da ordem de serviço (OS) até o fechamento.
- Analisar e compreender o atual estado do mapeamento do fluxo.
- Identificar etapas que agregam valor ao mapeamento de processos.
- Escolher métodos que auxiliem na otimização do fluxo de manutenção realizando mudanças ou eliminando processos.
- Analisar coleta de dados de forma qualitativa e quantitativa.

1.2. ESTADO DA ARTE

De acordo com Santos e Lacerda (2017), as novas tecnologias podem ser usada para auxiliar as instituições de saúde e a medicina, que tem evoluído os procedimentos clínicos e melhorado o serviço prestado ao paciente. Uma das causas dessa evolução foi o surgimento e a melhoria dos equipamentos médico-hospitalares (EMH), que vem facilitando o trabalho de profissionais da área da saúde, trazendo mais confiabilidade nos diagnósticos.

Souza et al. (2013) descreveu os processos de planejamento do Departamento de Engenharia Clínica (DEC) de um hospital de Belo Horizonte, Minas Gerais, com foco na gestão de compras, estoques e movimentação de equipamentos médico-hospitalares. O estudo e o planejamento dos processos logísticos podem auxiliar na redução e melhorar os recursos dos hospitais, desde materiais até pessoas, contribuindo para redução dos custos. Esses processos são importantes e essenciais para a gestão da organização.

Quadri (2017) mostrou alguns dados obtidos após um estudo, o crescimento da área da saúde, cada vez mais se procura a tecnologia tanto em equipamentos como em estrutura dentro da área hospitalar e consequentemente a área e setor de manutenção há também uma procura para que aumente a vida útil de equipamentos e estruturas.

Manual de Engenharia Clínica (2022) apresentou um manual que tem como objetivo atender às exigências regulamentadas na gestão de equipamentos de saúde. A manutenção planejada é definida como a intervenção programada em equipamento médico objetivo de identificar defeitos ou aumentar de sua confiabilidade. Para realizar essa manutenção tem a existência de um plano que deve consultar prioritariamente o manual do fabricante do equipamento para se ter o conhecimento das manutenções recomendadas, para cada equipamento no próprio plano tem a existência de um controle de manutenção contendo alguns itens.

Iadanza *et al.* (2019) no seu artigo, apresentou uma série de referências bibliográficas a gestão de equipamentos médicos baseada em evidências. A manutenção baseada em evidências consiste no monitoramento contínuo do desempenho do equipamento, a partir da evidência - o estado atual em termos de histórico de falhas - e a melhoria de sua eficácia, fazendo as alterações necessárias. A manutenção de equipamentos médicos pode ser composta por duas atividades básicas: manutenção preventiva e manutenção corretiva. Ambos são necessários para o gerenciamento de todo o conjunto de equipamentos médicos de um hospital. Como a classificação das ordens de serviço de manutenção revela questões específicas relacionadas a problemas e falhas frequentes, códigos específicos foram aplicados para classificar as ordens de serviço de manutenção corretiva e preventiva. O próprio artigo descreveu como realizar tais manutenções. Existem etapas para cada uma como se fosse uma norma ou um diagrama a ser seguido, como classificação de falhas, análise de dados dos equipamentos e indicadores de desempenho

Correia (2018) descreveu que “O Engenheiro Clínico é responsável pelo gerenciamento dos Equipamentos Médico-hospitalares (EMH)” no interior de um Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS). Para garantir a qualidade dos serviços prestados dentro da instituição deve contar com um programa de manutenção capaz de garantir um bom funcionamento dos equipamentos e prolongar seu tempo de uso.

Souza (2022), mostrou em sua tese que o uso de ferramentas da qualidade proporcionou uma melhor estruturação dos processos da empresa, como as folhas de

verificação que foram utilizadas para padronizar as manutenções preventivas, e os fluxogramas implementados a fim de auxiliar na execução das manutenções.

Ferreira (2021) no seu estudo desenvolveu procedimentos em Gestão de Tecnologia Hospitalar, com base no uso de requisitos que formam o padrão que compõem a norma da Organização Nacional de Acreditação – ONA para obtenção do selo Acreditado Pleno.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho dispôs de um estudo detalhado a respeito da história e novas técnicas da engenharia clínica, da gestão e, em particular do mapeamento e indicadores do departamento de Engenharia Clínica da Maternidade Escola Januário Cicco.

Dessa forma, o trabalho foi dividido em 6 seções. Na seção 2, serão abordados conceitos importantes da engenharia clínica e sua história. Na seção 3 aborda os conceitos de manutenção e gerenciamento. Na seção 4 exibe a metodologia aplicada e análise feita no processo do estudo contendo algumas concepções dos temas abordados como análise e gerenciamento, na seção 5 detalha os resultados e discussões e por fim na seção 6 apresenta a conclusão e trabalhos futuros visando uma melhoria de acordo com o que foi estudado e analisado.

2. ENGENHARIA CLÍNICA

2.1. HISTÓRIA DA ENGENHARIA CLÍNICA

Ramirez e Calil (2000), destacou que nos anos de 1940 começou o surgimento da engenharia clínica com primeiros cursos de manutenção de equipamentos médicos na cidade de St. Louis, oferecido pelas forças armadas dos Estados Unidos.

No início da década 1960 a 1970 a engenharia clínica começou a se fortalecer, nesta época os custos com a saúde aumentaram exponencialmente em consequência, principalmente, da introdução de novas tecnologias ao setor. Em 1970 quando os equipamentos médicos nos Estados Unidos começaram a matar pessoas, cerca de 1200 por ano com choques elétricos, mediante isto, profissionais compreenderam que essas tecnologias não vinham acompanhadas de recomendações para instalação e serviço, dificultando os trabalhos. Por isso, ficou muito claro a necessidade de um profissional que detenha essas habilidades e forneça um sistema de comunicação e automação, um engenheiro clínico. (Porto e Marques, 2016).

2.1.1. HISTÓRIA DA ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL

No Brasil, nos anos de 1989 o Ministério do Bem-estar e da Previdência Social realizou um estudo e estimou que 20 a 40% dos EMH no Brasil foram desativados por falta de manutenção, como o parque de EMH estimado em U$5 bilhões, isto representava um desperdício de mais de U$ 1 bilhão. Além de tudo, a manutenção dos equipamentos médico hospitalares ficava a cargo de seus representantes que nem sempre tinham boas intenções. Muitos hospitais ao tentarem estabelecer suas equipes internas de manutenção de equipamentos enfrentavam diversos problemas (Ramirez e Calil, 2000).

Por causa disso entre os anos de 1993 e 1995 o Ministério da Saúde custeou cursos anuais de aperfeiçoamento em engenharia clínica em algumas universidades de renome (USP, UFPB, UFRS). Esse foi o período que também se caracterizou pela criação das primeiras normativas de segurança para equipamentos médico hospitalares (NBR-IEC 601-1 e NBR-IEC 6012), responsáveis por consolidar a certificação compulsória nacional (Ferreira, 2021).

2.2. ATRIBUIÇÕES DO ENGENHEIRO CLÍNICO

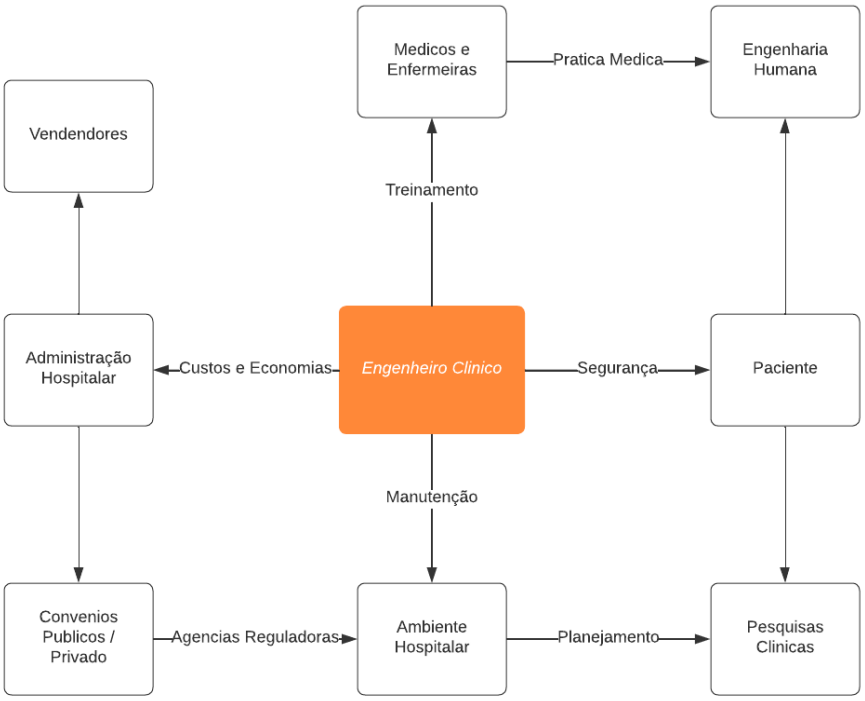
Ferreira (2021) destacou que o "engenheiro clínico tem por definição o profissional que desenvolve os conhecimentos de engenharia e práticas gerenciais às tecnologias de saúde para proporcionar uma melhoria aos cuidados dispensados ao paciente".

Del Solar (2017), explica que o engenheiro clínico ou o departamento de engenharia clínica tem como principais funções:

- "Gestão Tecnológica: Desenvolver, executar e dirigir programas de gestão de equipamentos. Tarefas específicas incluem aceitação e instalação de novos equipamentos, estabelecimento de programas de manutenção preventiva e corretiva e gestão do inventário de equipamentos médicos. Questões como custo-efetividade e garantia de qualidade são parte integral de qualquer programa de gestão tecnológica.
- Gestão de Riscos: Avaliação e tomada das ações apropriadas em incidentes atribuídos ao mau uso ou mau funcionamento de equipamentos. Os engenheiros clínicos são chamados a resumir a significância tecnológica de cada incidente e documentar os achados da investigação. Relatórios devem ser submetidos para a autoridade hospitalar competente e para entidades externas como fabricante e órgão regulamentador, conforme a legislação vigente.
- Avaliação tecnológica: Análise, especificação e seleção de novos equipamentos. Quando há a necessidade de importantes investimentos em equipamentos, se ver necessário prover os administradores e equipes clínicas do hospital com uma profunda avaliação, técnica e econômica, dos benefícios e vantagens das diferentes alternativas disponíveis. Além disso, o processo de avaliação tecnológica de todos os equipamentos instalados deve ser uma atividade contínua.
- Concepção de Instalações e Gestão de Projetos: Auxiliar no projeto de novas ou renovadas instalações clínicas que abriguem tecnologias médicas específicas, como salas de operação, instalações de imagens e centros de tratamento radiológico.
- Treinamento: Estabelecer e ministrar formações para equipes clínicas ou de engenharia clínica na operação de equipamentos médicos."

De acordo com Souza (2021), muitas áreas estão associadas aos serviços da engenharia clínica conforme ilustra a Figura 1. Entre algumas habilidades o engenheiro clínico necessita de habilidades como comunicação, segurança e um bom relacionamento interpessoal.

Figura 1 - Áreas de atuação de um engenheiro clínico



Fonte: Adaptado de (Souza, 2021)

3. GERENCIMENTO DE MANUTENÇÃO

A manutenção trata das causas técnicas e administrativas que visam a condição de funcionamento do equipamento ou sistema, ou ainda as ações de retorno do equipamento ou sistema a uma condição de funcionamento que lhe permita cumprir a tarefa para a qual foi projetado. (Azevedo, 2006).

Segundo a Resolução RDC nº 590:2021 – ANVISA, seção III – Definições, item XI – Gerenciamento De Tecnologias em Saúde, estabelece que:

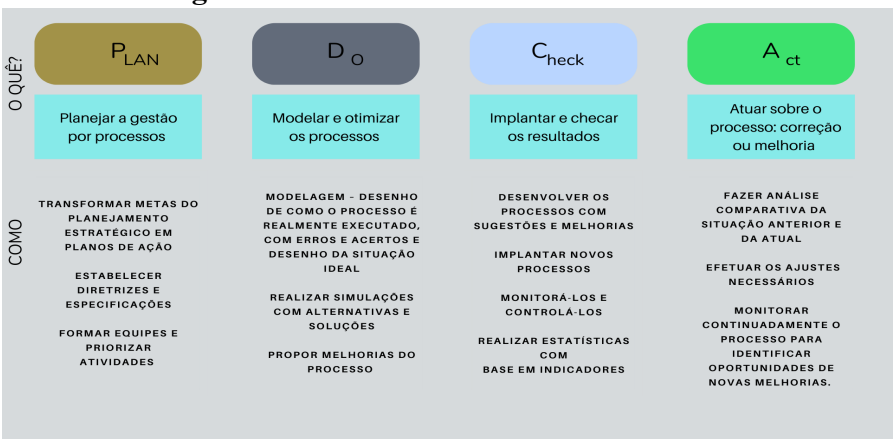
> Gerenciamento das Tecnologias em Saúde: conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais, com o objetivo de garantir rastreabilidade, qualidade, eficácia, efetividade, segurança e, em alguns casos, o desempenho das tecnologias de saúde utilizadas na prestação de serviços de saúde. Abrange cada etapa do gerenciamento, desde o planejamento e a entrada no estabelecimento de saúde até seu descarte, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública e do meio ambiente e a segurança do paciente.

No Brasil, a gestão de tecnologia de equipamentos hospitalares passou a entrar em evidência nos anos de 1980, em ocorrência de transtornos relacionados a equipamentos médico hospitalares (EMH), diante disso os estabelecimentos de saúde dependiam de um profissional com capacidade e conhecimento para lidar com os problemas e a complexidade técnica ligada aos equipamentos médicos hospitalares (Peixoto *et al*., 2021).

O processo ou gerenciamento de manutenção de equipamentos se baseia em várias ferramentas, de acordo com Mazzoni (2019) “o ciclo *Plan do Check Act* (PDCA) se utiliza de uma ferramenta de gestão e tem como objetivo promover a melhoria contínua dos processos por meio do circuito” conforme mostra a Figura 2.

Na Figura 2, podem ser confirmados os objetivos de cada etapa do ciclo PDCA, o que precisa ser feito e como chegar a essas questões, considerando a gestão dos processos e o resultado a ser alcançado.

Figura 2 - Fase do Ciclo *Plan do Check Act*



Fonte: Adaptado de (Guia CBOK, 2009).

Todos os equipamentos técnicos têm seu próprio ciclo de vida, que começa com a instalação, depois segue a fase de uso e finalmente a expiração, descrita na Figura 3. Cada fase tem suas próprias características, a primeira, inclui todo o processo de descoberta, especificação e treinamento de trabalhadores. A segunda envolve o processo de contratação, estimativa e manutenção de equipamentos. Enquanto a terceira etapa, caracterizada por um processo que envolve a preparação para substituição por outra máquina. A engenharia clínica é responsável por gerenciar esse processo, pois a durabilidade, eficiência, desempenho e comportamento de quem trabalha com o dispositivo, como uma decisão importante para a segurança do paciente, durabilidade do dispositivo, integração de equipe multidisciplinar e respeito ao meio ambiente (ABNT NBR IEC 60601-1-2, 2017).

Figura 3 - Ciclo de vida da tecnologia de saúde

Fonte: Adaptado de (Antunes, 2002).

De acordo com Karman (1994) as manutenções de caráter operacionais que ajudam na administração dos setores podem ser classificadas como:

- Administrativa: Está ligada à administração do hospital, faz projeções e

> avaliações, com base no planejamento, e orienta a manutenção preventiva e corretiva.
> - Corretiva: Envolve reparos e consertos. Tem maior custo para a empresa, e requerida na ausência dos outros tipos de manutenção.
> - Preventiva: Abrange ações e providências antes dos problemas surgirem, evitando-os dessa maneira. Apresenta duas vertentes, a manutenção de rotina, manutenção programada e contínua, e a manutenção preventiva condicionada que emprega melhores tecnologias e para um diagnóstico mais conciso.

3.1. MANUTENÇÃO

Para a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT a manutenção tem como conceito "A combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida".

De acordo com Karman (1994) existe vários conceitos para manutenção que se caracterizam pela maneira de como foi realizada a intervenção no sistema e essas manutenções são classificadas como manutenção preventiva, manutenção corretiva, manutenção controlada, manutenção programada e a não-programada.

Giordani et al., 2018 destacou que

> Todo e qualquer tipo de mecanismo necessita de certo tipo de manutenção, essas tarefas possuem a finalidade de fazer reparos e ajustes em determinado mecanismo, no intuito de manter, melhorar ou até modificar seu funcionamento para desempenhar o melhor resultado possível. A atuação desse serviço apresenta um grande efeito para a instituição, pois evita substituição precoce, gastos desnecessários na compra ou terceirização de ativos, colapso no serviço e ineficiência no processo produtivo.

3.1.1. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

De acordo com a (ABNT – NBR 5462 / 1994), a manutenção preventiva tem por definição como a manutenção realizada em intervalos agendados, de acordo com alguns critérios com o objetivo de reduzir a falha ou deterioração do desempenho de um item.

Giordani et al., (2018) afirmou que a manutenção preventiva tem como característica uma manutenção mais direcionada a economia, disponibilidade de recursos e satisfação do cliente. Todo esse processo ocorre antes do planejamento, periodicidade e execução do auxílio. Esses fatores conferem confiabilidade ao atendimento, ausência de imprevistos e principalmente favorecem os indicadores de qualidade da instituição.

Peixoto et al., 2021 destacou que

> A manutenção preventiva começou ganhar forma em um período de avanço tecnológico e aumento da mecanização com maior complexidade na indústria, por volta dos anos de 1950 a 1970. A confiabilidade nas máquinas passou a ser critério necessário diante da crescente demanda do mercado, além do mais, o custo da manutenção corretiva estava elevado e imprevisível. Isso acarretava elevados gastos e muito tempo de parada na produção inesperada, ambos geradores de prejuízo.

3.1.2. MANUTENÇÃO CORRETIVA

De acordo com a (ABNT – NBR 5462 / 1994) "a manutenção corretiva pode ser definida como, a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida".

A Manutenção corretiva (MC) conhecida como a mais antiga forma de manutenção se caracteriza como os procedimentos executados após uma falha que tentam restaurar o equipamento a um estado operacional normal. No caso dos equipamentos hospitalares, a MC pode ser iniciada quando existir risco de falha ou apresentar alguma falha. (Suassuna, 2017).

De acordo Suassuna (2017), a manutenção corretiva tem suas vantagens que são a não necessidade de uma rotina periódica de acompanhamento dos equipamentos e que a troca das peças ocorre apenas no fim do seu ciclo de vida. Embora suas desvantagens são um maior custo na manutenção, maior risco de acidentes e diminuição da vida útil do EMH.

3.2. MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

Laval (2017), destacou que

> *Value Stream Mapping* (VSM), ou mapa do fluxo de valor (MFV), como um método que busca descrever de forma visual o processo escolhido e identificar nele desperdícios ao longo de suas atividades.

Rother e Shook (2003) caracterizou o mapeamento de fluxo de valore como um dos principais pilares para o sistema *lean* e os principais motivos foram:

> I. Utiliza uma linguagem comum e unificada para representar processos produtivos, fluxos de informação, materiais, consumo etc.;
> II. Foca a relação entre os diversos processos e não cada processo individualmente;
> III. Ajuda a enxergar além dos desperdícios, evidenciando as fontes que os causam;
> IV. Fornece a visão da relação entre o fluxo de material e o fluxo de informação;
> V. Facilita a abordagem sistêmica para melhorias;
> VI. Fornece a visão do ritmo de produção adequado.

3.2.1. SISTEMA LEAN HEALTHCARE

Henrique (2014) destacou que

> Sistema Toyota de Produção (STP), conhecido como *lean* ou Produção Enxuta, uma filosofia de produção que surgiu por volta de 1950 na *Toyota Motor Company*, no Japão. Os principais idealizadores dessa filosofia foram Eiji Toyoda, Shigeo Shingo e Taiichi Ohno. A popularização mundial desta filosofia ocorreu em meados dos anos 90 através de pesquisas de professores do MIT (*Massachussets Institute of Technology*), as quais se difundiram através do livro *The machine that changed the world*, o qual relatou os estudos, experiências e comparações entre os sistemas de produção tradicionalmente aplicados no mundo.

As origens do *lean* mostram à indústria japonesa e tem como filosofia orientada totalmente no valor, mas seu sucesso como método de produção e filosofia de negócios foi tal que seus conceitos começaram a ser utilizados em outros ramos da indústria e países, em situações de negócios completamente diferentes. Dentre essas possíveis aplicações, o *lean healthcare* foi nomeado como a aplicação de uma filosofia racional em hospitais e organizações de saúde. (Laval, 2017).

Dentro do seu portifólio de ferramentas o *lean* Pavnaskar et al., (2003) determinou que

> O *Value Stream Mapping* (VSM), foi um método adotado que descreve visualmente o fluxo de valor de um processo e busca medir o desperdício resultante das ineficiências, da imprecisão e/ou falta de informação, tempo, dinheiro, espaço, pessoas, equipamento, material e ferramentas durante o processo de transformação de um produto ou no caso dos hospitais, durante o tratamento de um paciente.

Por fins práticos Laval (2017), afirmou que "foi aplicado o Mapa do Fluxo de Valor (MFV) e a Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Productive Maintenance*) como as 2 metodologias principais do sistema *lean*." Uma série de outras ferramentas estão vinculadas a cada um desses métodos, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – TPM x MFV

Manutenção Produtiva Total – TPM	**Mapa de Fluxo de Valor - MFV**
Manutenção autônoma	Mapa do estado atual
Manutenção planejada	Mapa do estado futuro
Manutenção da qualidade	Diagramas de fluxo
Controle antes do início da produção	
Segurança e higiene do ambiente	

Fonte: adaptado de (Laval, 2017).

De acordo com Laval (2017), “A Manutenção Produtiva Total (MPT), caracterizado como um método de manufatura que deseja, através da participação e motivação de toda a mão-de-obra empregada, maximizar a eficiência de um equipamento”.

Segundo Shah et al., (2017) “Um ponto importante observado durando o processo foi que apesar do *lean* ser formado por diversas ferramentas que podem ser usadas isoladamente, a grande força desse sistema está em aplicá-las em conjunto “

Por fim, cabe destacar que a utilização das ferramentas *lean* devem ser planejadas de acordo com a natureza da instituição, pois as ferramentas possuem diferentes níveis de complexidade.

Laval (2017) ressalta que “a implementação das ferramentas mais simples apresenta os resultados mais rápidos. Assim, ajuda a remover a resistência às mudanças, pois as pessoas ficam estimuladas pelos ganhos alcançados.”

3.3. TÉCNICA DE MAPEAMENTO

As técnicas de mapeamento de processos são essenciais para análise, detecção e para a busca de melhorias no processo. Normalmente são utilizadas as técnicas de fluxograma e de mapas de processos para a realização do mapeamento, por possuírem baixo custo e devido a sua grande facilidade de observação (Mizael et al., 2014).

Nesse trabalho foi adotado a técnica por fluxograma e de mapeamento. O fluxograma tem por característica uma representação gráfica, utilizada para análise das etapas dos processos. Oferece uma visão completa dos processos, possibilitando a detecção de falhas e a redução de custos e tempo (Cenci, 2015).

Em Umbelino (2018), o fluxograma tem por objetivo enfatizar a sequência de um trabalho, sendo possível enxergar movimento ilógicos e desperdício de recursos materiais e humanos. Segundo o autor há diversas vantagens de se utilizar essa técnica, entre as quais:

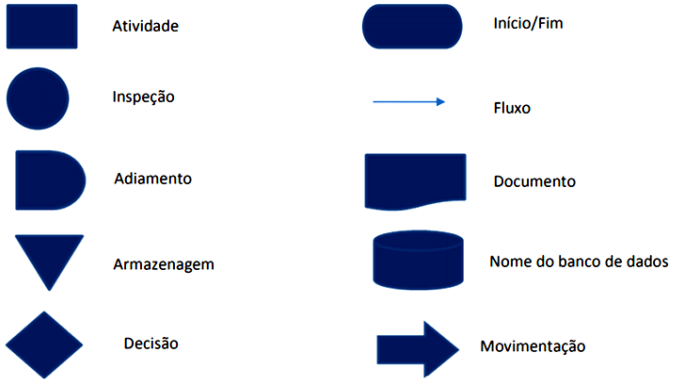
1. Apresentação real do funcionamento de todos os componentes de um método administrativo.
2. Apresentação real do funcionamento de todos os componentes de um método administrativo, possibilitando uma análise da eficiência do sistema de forma mais fácil.
3. Proporciona o uso de convenções de simbologia, tornando a leitura mais simples e

lógica do processo.

4. Identificação de forma mais simplificada dos pontos fortes e fracos do sistema de gestão proposto.
5. Prevê a revisão e manutenção do método de gestão de forma mais adequada, para melhor compreensão das mudanças envolvidas, incluindo causa e efeito.

Conforme mostra a Figura 4 o fluxograma tem compatibilidade com todos os tipos de processos, por possuir uma linguagem universal, no qual seus símbolos padronizados possibilitam a interpretação por qualquer pessoa, permitindo uma visão ampla do processo, Umbelino (2018).

Figura 4 - Simbologia Fluxograma



Fonte: Adaptado de (Umbelino, 2018)

Dessa forma para gerir de forma adequada e eficaz, é necessário medir e utilizar métodos como de fluxograma, de acordo com as técnicas de mapeamento de fluxo de valor, Lacerda (2018).

3.4. PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO

O processo de identificação caracteriza por ser um excelente identificador de gestão e otimização de um gerenciamento de fluxo de manutenção. De acordo com Lacerda (2018) o processo de identificação dos EMH compreende a utilização da etiqueta de identificação que contenha o número de patrimônio e o setor ao qual pertence, dessa forma tem um mapeamento mais amplo na identificação do equipamento e onde está sendo realizado o chamado ou a OS. As etiquetas emitidas devem acompanhar o banco de dados dos equipamentos e, utilizando etiqueta autocolante, não podem atrapalhar o funcionamento dos EMH quando inseridas.

Calil (2002) afirmou que a criação de um processo de identificação auxilia os

técnicos do setor de engenharia clínica a identificar o serviço ao qual o equipamento pertence, qual acessório pode ser compatível, o número de equipamentos de um determinado tipo presentes na unidade, as datas de compra de um determinado grupo de dispositivos, a quantidade e o tipo adquiridos em um determinado ano.

3.5. LEVANTAMENTO DE IVENTARIO

O levantamento de inventário foi desenvolvido a fim de se ter mais controle e auxílio na grade de manutenção dos EMH da MEJC. De acordo com Azevedo (2010), o levantamento conta com o formulário de inventário, onde serão inseridos dados relativos ao equipamento e acessórios, e o número de controle do procedimento de identificação. O procedimento pode ser iniciado quando os líderes de outros departamentos solicitam um serviço ao departamento de Engenharia Clínica.

Com base no levantamento de dados realizado no setor, os dados coletados para cada equipamento são destacados na Tabela 2.

Tabela 2 - Inventário de equipamentos da MEJC

Equipamento	Acessório	Compatibilidade do modelo do equipamento	Fabricante	Quantidade	Localização
Autoclave	Conector Y	Autoclave	Axmed	26	Caixa 1
Cama Hospitalar	Membrana KA	Cama Linet	Linet	15	Caixa 2
Monitor multiparamétrico	Sensor de Oximetria	Monitor Mindray	Mindray	2	Caixa 3

Fonte: Autoria própria.

Calil (2002) destaque que

> O conhecimento da quantidade e da qualidade dos equipamentos existente se torna de fundamental importância para a estruturação de um departamento de manutenção. Embora exista uma tendência de se atribuir pouca importância à realização de um inventário, se recomenda aproveitar essa oportunidade, para a obtenção de dados que serão bastante úteis na elaboração da proposta de implantação e gerenciamento do departamento ou grupo de manutenção.

Inventario pode ser uma grande ferramenta de fluxo de manutenção do departamento de engenharia clínica, além do inventario equipamentos pode ser idealizado para auxiliar o inventário dos acessórios dos equipamentos incorporado tendo mais praticidade e auxílio em localização, compatibilidade, caso algum equipamento precise de manutenção.

3.6. INDICADORES DE MANUNTEÇÃO

Pegoraro (1999) definiu indicadores como “elementos que medem os níveis de eficiência e eficácia de uma organização, ou seja, medem o desempenho dos processos produtivos relacionados à satisfação dos clientes”.

Enquanto Calil (2000), descreveu como “os indicadores são medições de diversas variáveis”, que pode ser usado para avaliar o desempenho de vários fatores, como pessoas, processos ou estruturas.

Ferreira (2001) evidenciou que

> Na área de EC, os indicadores ajudam a avaliar a qualidade do serviço prestado pela área e os serviços terceirizados. São essenciais para se analisar a viabilidade de manutenção de equipamentos, planejar e reduzir custos, melhorar a eficiência operacional e a qualidade

Santos (2018) destacou que

> Existem três níveis em um sistema de medição de uma organização:
> - Indicadores de Nível Estratégicos Corporativo: são aqueles indicadores alinhados aos objetivos principais da organização como um todo e não a um setor ou processo especificamente.
> - Indicadores de Nível Gerencial Corporativo: utilizados para cada setor/departamento/unidade, os quais permitem avaliar o desempenho da área e a estratégia em busca sempre da melhoria contínua e equilibrada.
> - Indicadores de Nível Operacional Corporativo: servem para avaliar o desempenho de processos, subprocessos e padrões de trabalho, buscando sempre a melhoria contínua.

Sistemas de medição são importantes para orientar a tomada de decisões, fornecer condições para planejamentos estratégicos futuros e melhoria contínua, portanto, a seleção de indicadores e bem definidos se torna um fator importante para conseguir os objetivos e obter os resultados esperados (Santos, 2018).

Calil (2000) enfatizou que se “faz necessário adotar indicadores de EC, não somente para serviços realizados pela equipe interna, mas também quando são realizados por empresas especializadas terceirizadas. O estudo dividiu os indicadores em três áreas:”

- Temporais:

  • **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.

- Qualidade:

  • **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.;

- Custo:
  - **Custo de manutenção geral/custo de aquisição do equipamento:** analisa quanto está sendo gasto com a manutenção corretiva de cada equipamento.

Logo, fica evidente o valor da área de engenharia clínica para a qualidade dos estabelecimentos de saúde e a exigência de uma gestão por mapeamento e indicadores para se atingir a qualidade almejada.

4. ANÁLISE E GERENCIMAMENTO

O presente estudo teve como finalidade estudar e analisar dados sobre manutenção corretiva de EMH do departamento de EC da Maternidade Escola Januário Cicco – MEJC. O processo foi obtido através de uma oportunidade de estágio ao qual foi o principal motivo da abordagem, analisar de forma clara o fluxo de manutenção corretiva da MEJC, através de mapeamento de processos e análise de indicadores de desempenho. A pesquisa foi classificada como aplicada, pois, vai gerar mapeamento dos processos que poderá ser empregado na prática. Foi definida como qualitativa pois a pesquisa não gera resultados numéricos e bem como os processos são uma parte importante do trabalho. Com relação aos procedimentos técnicos, o trabalho foi um estudo de caso sendo este detalhado sobre análise de gerenciamento de manutenção corretiva da MEJC.

O mapeamento de processos pode ser feito de várias maneiras, mas a forma como geralmente será aplicada depende de cada situação. Além disso, a realização das atividades sempre esteve com a supervisão de membros da empresa terceirizada, garantindo que fossem realizadas de maneira correta. Ademais, a realização do mapeamento teve o acompanhamento do chefe de engenharia clínica da MEJC que desempenhava o papel de fiscal de contrato da empresa terceirizada.

De acordo com as atribuições do engenheiro clínico, o gerenciamento adequado da manutenção dos equipamentos hospitalares torna um aspecto importante da realização do atendimento da população e a gestão da demanda, portanto, o desempenho da engenharia clínica se torna um ponto essencial no processo assistencial.

4.1. IDENTIFICAR E SEGMENTAR AS ETAPAS QUE AGREGAM VALOR

Eriksson (2017) afirma que “de acordo com o sucesso da filosofia do sistema *lean* como estratégia produtiva no atual cenário mundial, e especialmente no cenário nacional, os hospitais têm enfrentado pressões crescentes por reduzir custos e por uma maior eficiência.”

Laval (2017 destaca que

> Os princípios *lean* são úteis e necessários na área da saúde para melhorar a qualidade, a segurança e conforto do paciente, reduzir tempos de espera e custos e aumentar a satisfação do quadro hospitalar. Além da entrega de valor, a eliminação sistemática do desperdício foi o foco principal da filosofia *lean*, os sete desperdícios identificados pelo *lean* podem ser adaptados para a realidade

dos hospitais, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Os desperdícios no TPS de acordo lean healthcare

7 desperdícios no TPS Ohno, 1988	**7 desperdícios no *lean healthcare* Laval, 2017**
Espera	Espera por equipamentos
Movimentação	Demanda de EMH
Transporte	Deslocamentos inoportunos
Superprodução	Intervenções inoportunas
Produtos defeituosos	Retrabalho em equipamentos com erro
Processamento	Documentos e formulários desnecessários
Estoque	Falta ou exagero de EMH

Fonte: Adaptado de (Laval,2017)

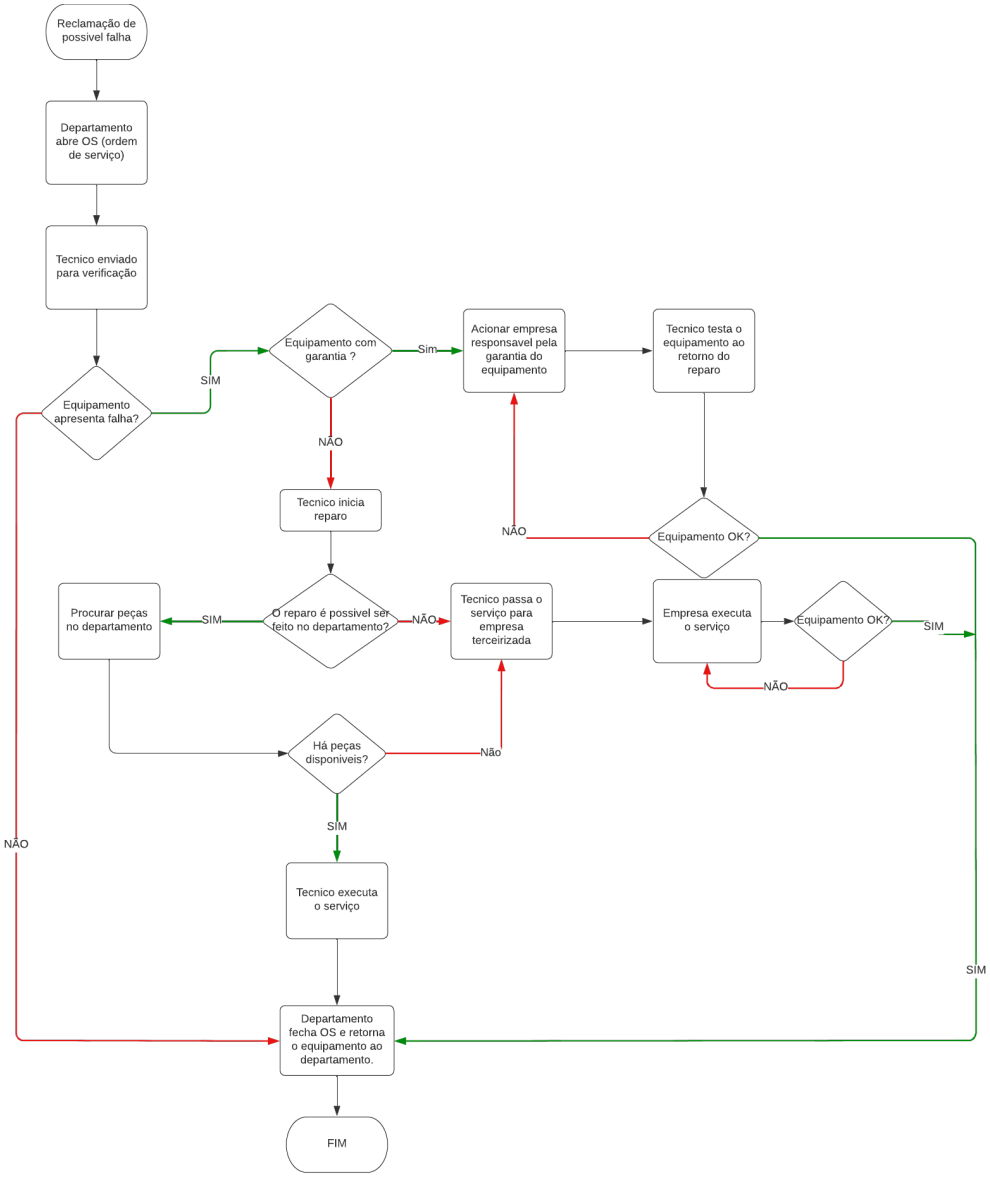
Embora existam muitas histórias de sucesso sobre hospitais melhorando seus resultados com práticas *lean,* também existem muitas falhas. A principal razão para essas falhas foi devido aos processos complexos nos hospitais, como a espera por equipamentos, o tempo de reparo, as transferências de setor para setor desnecessárias, a procura por um EMH e o retrabalho em equipamentos com erro.

De acordo com Umbelino (2018) o sistema *lean* e o mapa de fluxo de valor tem trabalhado de forma constante com fluxograma para realização de mapeamento de fluxo de valor para enfatizar a sequência de um trabalho, sendo possível enxergar movimento ilógicos e desperdício de recursos materiais e humanos, conforme mostra o mapeamento de manutenção corretiva da MEJC (Figura 5).

Usando a técnica de fluxograma para obter um fluxograma de valor, conforme mostra a Figura 6, o mapeamento do atual estado de fluxo de manutenção corretiva da MEJC tem início a partir do momento em que ocorre uma reclamação ou chamado de algum setor para averiguação de EMH com possível falha, e vai até o fechamento da OS.

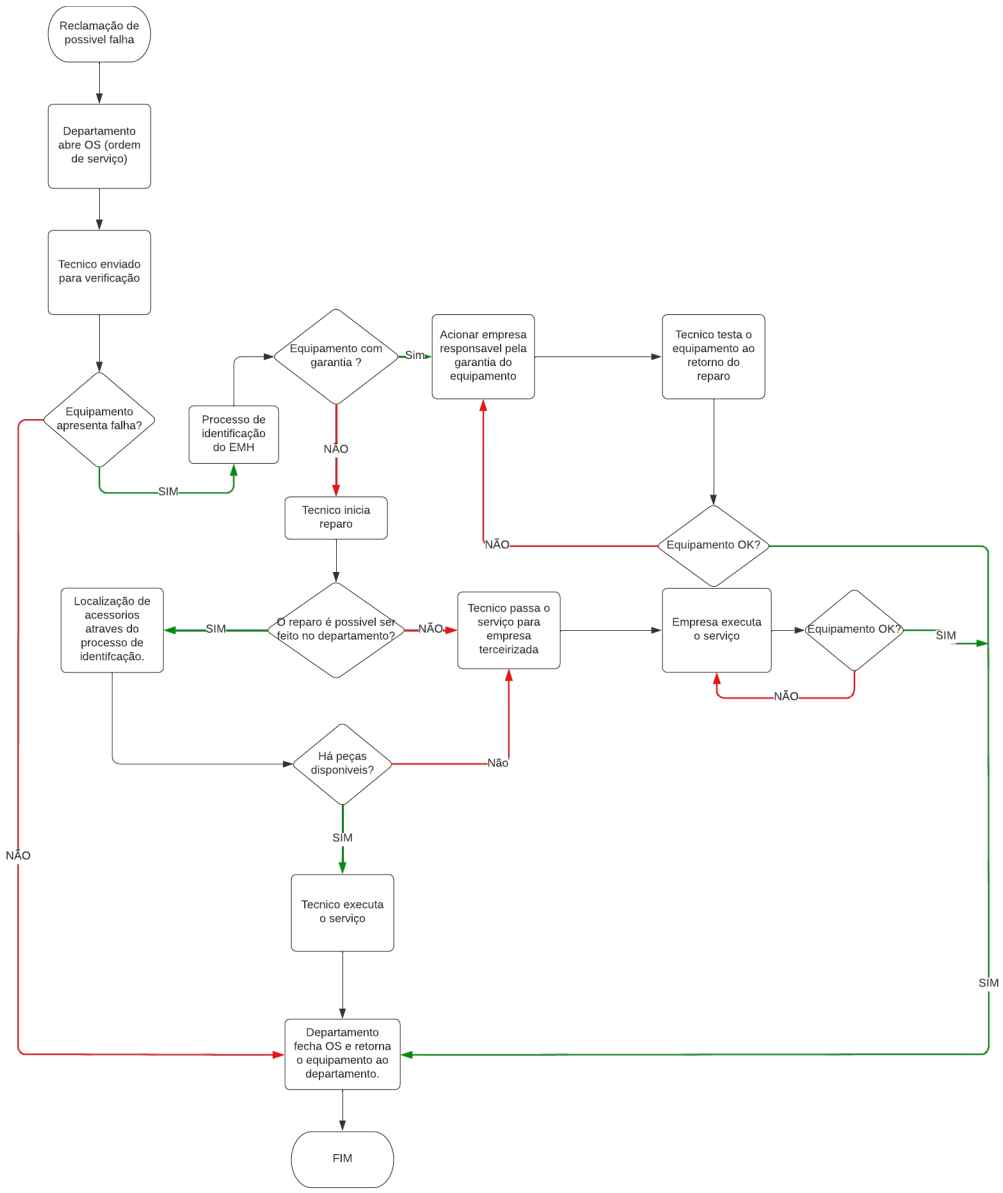
Analisando o mapeamento e adotando alguns conceitos como forma de análise de tempo de reparo de manutenção foi identificado etapas como: perca de tempo no processo, assim que o chamado foi realizado até o momento em que o técnico verifica se o EMH precisa de alguma manutenção. Usando o método de processo de identificação do EMH o técnico encurta o poder de tomada de decisão, sabendo se tem acessório suficiente para o reparo do equipamento ou se o mesmo se encontra em garantia e assim realizando os procedimentos normais para manutenção (Figura 6).

Figura 5 – Diagrama de rotina de MC



Fonte: Autor

Figura 6 - Mapeamento de Fluxo de MC com métodos adotados



Fonte: Autor.

Segundo o Guia BPM (*Business Process Management*) CBOK (Corpo Comum de Conhecimentos sobre BPM, 2009) destaque que

> A prática de gerenciamento de processos pode ser caracterizada como um ciclo de vida contínuo (processo) de atividades integradas. Este ciclo pode ser sumarizado por meio do seguinte conjunto gradual e interativo de atividades: Planejamento; Análise; Desenho e Modelagem; Implementação; Monitoramento; e Refinamento (Tabela 4).

Tabela 4 - Guia BPM

Planejamento	Desenvolver um plano e uma estratégia orientados para métodos em que analise os papéis e responsabilidades organizacionais relacionados ao gerenciamento de processos, fatores relacionados ao financiamento, objetivos, expectativas de desempenho e metodologias.
Análise	Tem como objetivo entender os processos atuais da organização no contexto das metas e objetivos desejados.
Desenho e Modelagem	Criar informações para processos de negócios novos ou alterados dentro do contexto de objetivos de negócios, objetivos de desempenho de processos, fluxos de trabalho. pode ser feito tanto para mapear os processos atuais quanto para mapear propostas de melhorias.
Implementação	Seu objetivo é criar um projeto aprovado do processo de negócios na forma de procedimentos, operações e fluxos de trabalho escritos e testados.
Monitoramento	Também chamada de simulação e emulação sendo responsável pela aferição e validação do processo, como forma de garantir que o mesmo está representado conforme sua realidade.
Refinamento	Ele é responsável pela mudança de processos, utilizando o resultado da análise de desempenho.

Fonte: Adaptado de (Guia CBOK, 2009)

Dessa forma objetivando as práticas do MPF e mapeamento de processos pode ser adotado algumas medidas que são essenciais para o departamento de engenharia clínica da MEJC, onde estão de acordo com ciclo de vida contínuo do processo, como: procedimento de aquisição de um EMH, processo de identificação, levantamento do inventário, treinamento técnico e gerenciamento de manutenção. Propondo a prática de mapeamento de processos foi feito uma listagem dos principais equipamentos e a quantidade de manutenção corretiva efetuada, adquiridos do banco de dados de manutenção corretiva do departamento da MEJC (Tabela 5).

Tabela 5 - Quantidade de manutenção corretiva (MC) efetuada por tipo de EMH.

EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES	QUANTIDADE DE MC
AUTOCLAVE HORIZONTAL	19
AUTOCLAVE VERTICAL	5
BANHO MARIA PARA PASTEURIZAÇÃO	6
CAMA HOSPITALAR ELÉTRICA	54
DETECTOR CARDIOFETAL PORTÁTIL	19
FOTOTERAPIA A LED	20
MONITOR MULTIPARAMÉTRICO	11
RAIO X MÓVEL	11
ULTRASSOM	19
VENTILADOR PULMONAR	11
TOTAL	175

Fonte: Dados coletados pelo autor.

Observando os dados coletados apresentados na Tabela 5, foi possível identificar quais os EMH são mais sujeitos a manutenção corretiva na MEJC, tendo em vista métodos

como planejamento, análise e monitoramento de otimização no fluxo manutenção.

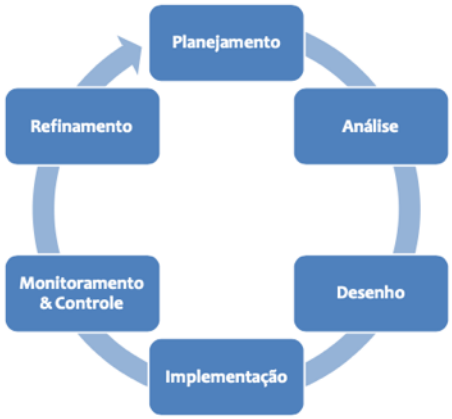
4.2. MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE MANUTENÇÃO

O planejamento tem sua importância ONA (2016) destacou que

> Dentro de uma instituição de saúde e principalmente ao se tratar de gestão de equipamentos existem questões complexas na hora de tomada de decisões sobre prioridades de dispositivos médicos diante das limitações de recursos para custeio e disponibilidade de mão de obra. Esse fato impossibilita uma disposição geral e uniforme de serviços de manutenção, planejamento e aquisição. O grau de criticidade foi estabelecido pelo fator risco/falha, ou seja, quanto maior o risco em decorrência da falha, mais crítico ele se torna. Dessa maneira, foi necessário decompor o sistema por categoria para que os recursos disponibilizados sejam usados de maneira eficiente para priorizar os pontos críticos de manutenção hospitalar.

A Figura 7 ilustra as etapas que agregam a otimização do fluxo de manutenção de um departamento de engenharia clínica, onde criam e envolve desde planejamento, desenho do projeto até sua implementação e monitoramento.

Figura 7 - Ciclo BPM (Gestão de Processos de Negócios)



Fonte: (Peixoto, 2013).

De forma geral, a manutenção inclui a preservação de todos os equipamentos, sendo o conceito de manutenção relacionado com aspecto de segurança, qualidade, medidas adotadas para que o equipamento permaneça em funcionamento, com menor custo (Lins, 2009).

Lacerda (2017) em seu estudo apresentou métodos que auxiliam o fluxo de manutenção como ajuda o gerenciamento e análise do setor EC de um hospital, como a técnica de mapeamento e uso métodos de indicadores de qualidade. Atualmente, os

profissionais da área, atuam de maneira interdisciplinar, prestando serviços às demais áreas dentro dos hospitais, desde o processo de identificação até o treinamento técnico, auxiliando e contribuindo com diversos profissionais de saúde, garantindo o funcionamento dos equipamentos, redução de custos e tempo.

4.3. ANÁLISE DE INDICADORES DE DESEMPENHO DO SERVIÇO DE ENGENHARIA CLÍNICA

Segundo Pereira (2016), a engenharia clínica trabalha com alguns indicadores e métodos, que cabe de certa forma dentro do mapeamento de fluxo, que são indicadores de manutenção ou de desempenho que são classificados como indicadores de tempo, de qualidade e de custo.

Alguns métodos e indicadores tem resultados bastante expressivos na forma de análise e gerenciamento de desempenho e fluxo de manutenção.

Cardoso (2019) apontou que

> Os indicadores são medições de diversas variáveis, ou seja, através do uso de indicadores e métodos tem as medidas das variáveis inerentes ao processo de gerenciamento de tecnologia realizado pelo setor de manutenção de equipamentos médicos.

Os EMHs foram analisados conforme os indicadores de Tempo Médio para Reparos conhecido como (MTTR) e Custo de Manutenção por Faturamento considerado CMF, traçando assim uma melhoria no fluxo de manutenção corretiva do departamento, dados pelas Equações (4.1) e (4.2).

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Total de horas parada causada por falhas}}{\text{numero de falhas}} \tag{4.1}$$

$$\text{CMF} = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Faturamento bruto}} \tag{4.2}$$

Apenas o indicador MTTR identificou o tempo médio que o EMH ficou parado, devido a algum problema ou que levou para ser realizada alguma manutenção (Tabela 6), identificando assim a agilidade do setor para resolver e prevenir as falhas dos equipamentos.

Tabela 6 - Lista MTTR

LISTAGEM DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES	MTTR
AUTOCLAVE HORIZONTAL	1,1
AUTOCLAVE VERTICAL	10,3
BANHO MARIA PARA PASTEURIZAÇÃO	1,6
CAMA HOSPITALAR ELÉTRICA	5,7
DETECTOR CARDIOFETAL PORTÁTIL	3,2
FOTOTERAPIA A LED	0,6
MONITOR MULTIPARAMÉTRICO	0,17
RAIO X MÓVEL	0,2
ULTRASSOM	1,9
VENTILADOR PULMONAR	3,7

Fonte: Autor.

Por outro lado, os indicadores de custo de manutenção por faturamento não foram bem avaliados, por não possuir dados suficiente nos documentos analisados do setor de engenharia clínica da MEJC.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse estudo foi possível avaliar a importância da análise do indicador MTTR e a realização de criação de inventários e processo de identificação, utilização de técnicas de mapeamentos referentes aos equipamentos médico hospitalares da MEJC, assim como também o setor de engenharia clínica para garantir a sua mensuração e entender as peculiaridades que possam vir a aparecer.

Com os dados foi possível analisar o indicador de tempo com um resultado importante para a pesquisa e mostrando a eficiência do setor de engenharia clínica da MEJC, enquanto o indicado de custo não obteve tanto sucesso pois não foi possível a sua coleta de dados.

Os indicadores de qualidade como criação de inventario e processo de identificação se mostraram mais dependentes de análises de abertura e fechamento de OS e do contexto em que o EMH se encontra, para conseguir garantir uma interpretação mais precisa do resultado através da técnica de mapeamento de fluxo e fluxograma.

Dessa forma, fazendo uma análise de mapeamento de fluxo, processos e indicadores de gestão de engenharia clínica dá para saber onde foi gasto mais tempo de reparo e onde se tem mais custo de manutenção.

No geral o tempo médio de manutenção corretiva foram relativamente baixos mostrando a eficiência do setor de engenharia clínica em solucionar os problemas e realizar de maneira rápida as manutenções corretivas. 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.

Apesar da grande quantidade de ordens de serviço, principalmente relacionado à cama hospitalar elétrica, os chamados foram solucionados de maneira bastante rápida num contexto ao todo. A maioria dos chamados foram resolvidos com substituição de acessórios que o próprio departamento possuía, enfatizando o uso do inventário de acessórios, para o caso que ajudou na diminuição do tempo de procura da peça e em especial a autoclave com média de 10 dias para sua manutenção, onde quase todas suas manutenções precisavam técnico externo ou de compra de acessórios devido ao EMH se encontra dentro do prazo de garantia.

O custo de manutenção avaliado no banco de dados foi insuficiente pelo fato de não terem dados suficientes para realizar uma análise precisa de cada EMH que entra em manutenção, perdendo um pouco sua confiabilidade desse indicador considerado

importante para estratégia do hospital. Tem notoriedade por parte da administração do hospital visando de uma forma simples se o setor de engenharia clínica está fazendo uma boa gestão em relação a custo total e faturamento previsto.

6. CONCLUSÕES

Neste estudo, foi possível avaliar a importância de analisar indicadores que se referem a equipamentos médicos hospitalares da Maternidade Escola Januário Cicco, tendo como objetivo avaliar os benefícios do profissional formado em Engenharia Biomédica atuando na Engenharia Clínica, através de estudos e análise de dados referente ao setor de manutenção de engenheira clínica da MEJC, aplicando conceitos voltados a indicadores de qualidade, mapeamento de fluxo e processos realizando em conjunto uma análise de gerenciamento de manutenção corretiva da Maternidade Escola Januário Cicco.

Além disso, o uso de conceitos de melhoria de fluxo manutenção e de mapeamento mostrou que o setor de engenharia clínica da MEJC ainda pode melhorar seu fluxo de manutenção através do fluxograma apresentado no trabalho fazendo com o que o técnico responsável tenha mais agilidade no processo de manutenção.

No estudo foi possível verificar a necessidade e importância de prestar todas as informações de manutenção, do tempo gasto por cada manutenção até o custo do reparo por cada EMH, dessa forma com o uso de indicadores foi possível utilizar estratégias para diminuir o tempo e o custo obtido em cada EMH.

Dessa forma, esse trabalho fornece benefícios para os engenheiros biomédicos ou clínicos, com uma visão de como será uma parte do seu trabalho no contexto apresentado. Isso pode ser de grande ajuda, principalmente, para os engenheiros recém-formados. Em relação a implementação, traz algumas vantagens: para as empresas contratadas no setor público, podem fazer uso de tais processos para que tenham uma boa organização e não sejam punidos por fazer alguma atividade errada.

5.1. TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros, poderia modernizar o ambiente hospitalar ainda mais, como a criação de inventario de acessórios com associação a QR Codes diminuindo assim o tempo de procura pelo acessório consequentemente diminuído o tempo de reparo, autenticação e validação digital de cada setor para que os chamados sejam feitos via sistema interno diminuindo assim, o tempo do cadastro da solicitação, onde o responsável terá que relatar todo o problema. Alimentar o banco de dados com custo de manutenção de cada equipamento Além de construir metas de gestão visando melhorar os resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR IEC 60601:2014 - **Certificação de Dispositivos Eletromédicos. Disponíve**l em: http://www.abnt.org.br/noticias/2909-equipamento-eletromedico. Acesso em 10 Jun de 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 5462:1994. **Confiabilidade e Mantenabilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ASSOCIATION OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT PROFESSIONALS. **Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio Corpo Comum de Conhecimento (BPM CBOK)** - Ver- são 2.0. ABPMP, [s. l.], 2009, 326 p.

AZEVEDO, Lucas José da Silva. **TPM – Total Produtive Maintenance: Uma Oportunidade de Negócio.** 2018. 65 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2018.

BRONZINO, J. D.; PETERSON, D. R. **The Biomedical Engineering Handbook - Medical Devices and Human Engineering**. 4th. Edition. Boca Raton, Florida: Taylor e Francis Group, LLC - CRC Press, 2015. ISBN 978-1-4398-2526-6.

CARDOSO, J. R.; WAQUED, C. A. Engenharia clínica como vetor do avanço na gestão de equipamentos médico-hospitalares: caso de um hospital regional no DF. **Revista de Engenharia e Tecnologia.** vol. 11, n. 4, p. 87-98, dezembro, 2019.

CENCI, Tatiane. **Gestão de processos administrativos no Hospital Beneficente Santa Terezinha.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração - LFE Administração de Empresas) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2015.

CORREIA, André Luiz Teixeira. **Avaliação do grau de criticidade dos Equipamentos Médico-Hospitalares das UTIs da Maternidade Escola Januário Cicco**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 54p., 2018.

ERIKSSON, N. **Hospital management from a high reliability organizational change perspective**. International Journal of Public Sector Management, v. 30, n. 1, p. 67–84, 2017.

FERREIRA, Sofia Leal. **O PAPEL DA ENGENHARIA CLÍNICA NO PROCESSO DE ACREDITAÇÃO DE UMA UNIDADE DE PRONTO ATENDIMENTO.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Uberlândia, 66 p., 2021.

GIORDANI, B. M. et al. The role of clinical engineering in the promotion of hospital ergonomics. 2018 Global Medical Engineering Physics Exchanges/Pan American Health Care Exchanges, GMEPE/PAHCE 2018, p. 1–5, 2018. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8400739. Acesso em 20 de dez. 2020.

HENRIQUE, D. B. (2014). **Modelo de mapeamento de fluxo de valor para implantação de lean em ambientes hospitalares: proposta e aplicação**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos SP.

Iadanza, E., Gonnelli, V., Satta, F. *et al.* **Evidence-based medical equipment management: a convenient implementation**. *Med Biol Eng Comput* **57,** 2215–2230 (2019). https://doi.org/10.1007/s11517-019-02021-x.

INSTITUTO DE SAÚDE E GESTAO HOSPITALAR. **Manual de Engenharia Clínica**. Fortaleza, 2022. 27p. Disponível em: <https://isgh.org.br/intranet/images/Dctos/PDF/ISGH/MANUAIS_PROCESSOS/ISGH_MANINS001_MANUAL_ENGENHARIA_CLINICA_180422.pdf>. Acesso em: 14 maio 2022.

LACERDA, N. H. S.; SANTOS, E. C. C. **A Importância da Gestão de Equipamentos Médicos na Área da Saúde**. Universidade de Uberaba, Minas Gerais, 2017.

LAVAL, Lucas Avanci. **MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UM HOSPITAL PÚBLICO: UM ESTUDO DE CASO.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de Brasília, 56 p., 2017.

LEAL, F. F. E. **Guia para implantação de sistema de gestão da qualidade em setores de engenharia clínica de hospitais – Atendimento aos requisitos das normas ABNT NBR ISO 9001:2015 e ABNT NBR 15943:2011.** 2018. 302f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde - PPGCTS) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.

MAZZONI, G. P. **Análise do processo de manutenção e de vida útil dos equipamentos médicos ecocardiógrafos: a experiência de um hospital de ensino**, 2019 Dissertação (Mestrado Profissional) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

MIZAEL, Glener Alvarenga et al. **Mapeamento de Processos como Ferramenta de Apoio Gerencial em uma Organização Hospitalar Universitária**. 2014.

PATTON, J. D. **Maintainability and Maintenance Management**. 2a Edição – Instrument Society of America, 1988. 446p.

PAVNASKAR, S. J.; GERSHENSON, J. K.; JAMBEKAR, A. B. **Classification scheme for lean manufacturing tools**. International Journal of Production Research, v. 41, n. 13, p. 3075– 3090, 2003.

PEIXOTO, Genilson Souza. FLAUZINO, Victor Hugo de Paula. CESÁRIO, Jonas Magno dos Santos. **A importância da engenharia clínica no processo de gestão hospitalar.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 05, Vol. 15, pp. 05-39. Maio de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/engenharia-clinica, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/saude/engenharia-clinica.

PEREIRA, Rayonara Geovanny. **Os benefícios da engenharia clínica nos hospitais de Natal**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 47p., 2016.

PEGORARO, A. L. **Uma metodologia para a avaliação e melhoria da qualidade em empresas de serviços com o uso de indicadores**. 1999. 149f. Dissertação (Mestrado). Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.

PORTO, D.; MARQUES, D. P. Engenharia Clínica: nova “ponte” para a bioética?. **Revista Bioética.** vol. 24, n. 3, p. 515-527, 2016.

QUADRI, M.G. **ESTUDO DOS PROCESSOS DO SETOR DE MANUTENÇÃO NA ÁREA HOSPITALAR**. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Administração, Universidade Federal Da Fronteira Sul. 80 p., 2017.

SANTOS, R. M. **Avaliação de indicadores de desempenho da área de engenharia clínica: uma proposta para um hospital público universitário**. 2017. 105f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2017.

SHAH, R.; WARD, P. T. **Defining and developing measures of lean production. Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 785–805, 2007.

SOUZA, A. A; PEREIRA, A. C. C; XAVIER, A. G; XAVIER, D. O; MENDES, E. S. Logística hospitalar: um estudo de caso diagnóstico das dificuldades na gestão logística do setor de engenharia clínica, **Revista Eletrônica de Administração.** ISSN: 1679-9127, v. 12, n.1, ed. 22, jan-jun 2013.

SOUZA, Maria Luiza Pires de. **MUDANÇAS NA DINÂMICA DE UMA EMPRESA DE ENGENHARIA CLÍNICA EM RIO BRANCO - ACRE A PARTIR DA IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE GESTÃO**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 51 p., 2022.

SUASSUNA, Alice de Oliveira Barreto. **Treinamento em Equipamento Médico hospitalar: do curso à avaliação**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 58p., 2017.