



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

ALVARO VINICIUS DOS SANTOS BARROS

GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES

BELÉM-PA

2025

ALVARO VINICIUS DOS SANTOS BARROS

GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES

Trabalho de Conclusão, apresentado à Faculdade de Engenharia Biomédica, da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Biomédica.

Orientador: Petrônio Vieira Júnior

BELÉM-PA
2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

B277g Barros, Alvaro.
Gestão de tecnologia de equipamentos médico-hospitalares /
Alvaro Barros. — 2024.
129 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Petronio Vieira Junior
Trabalho de Conclusão (Graduação) - Universidade Federal do
Pará, Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia Elétrica,
Belém, 2024.

1. Engenharia clínica . 2. Estabelecimentos Assistências de
Saúde . 3. Equipamentos Médico Hospitalares. I. Título.

CDD 620

Alvaro Vinicius dos Santos Barros

GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Faculdade de Engenharias Elétricas e Biomédica, da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Biomédica.

Aprovada em: 19 / setembro / 2025

Conceito: Excelente

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Petronio Vieira Junior / Orientador
FEEB / ITEC / UFPA

Prof. Dr. Reinaldo Corrêa Leite / Membro Interno
FEEB / ITEC / UFPA

Prof. Dr. Paulo Cesar Lucena Bentes / Membro Interno
FEEB / ITEC / UFPA

Márcio Arthur Borges Pinto / Membro Externo
ORBIS Gestão de Tecnologia em Saúde LTDA

BELÉM-PA

2025

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por fazer possível esta minha conquista, a minha mãe Sandra Barros e ao meu pai Álvaro Barros que nunca mediram esforços para que eu conseguisse alcançar meus objetivos, a minha irmã Alessandra, a minha esposa Valdiele Tomé e meu filho Alexandre Barros que juntos formaram a base para a minha edificação.

AGRADECIMENTOS

Venho por meio deste agradecer primeiramente a Deus pois sem Ele nada é possível. Agradecer a minha esposa e filho pela compreensão da minha ausência durante grande parte do dia buscando a melhoria para a nossa família.

Agradecer a minha irmã que me ajudou muito no meu processo acadêmico.

Agradecer em especial aos meus pais que me ajudaram da melhor forma possível para que eu conseguisse tudo o que almejo na vida, pois sem eles nada seria possível, muito obrigado pai e mãe.

*“Para quem tem pensamento forte, o impossível
é só questão de opinião”.*

(Alexandre Magno Abrão).

RESUMO

A gestão de equipamentos médicos-hospitalares é crítica para o bom desempenho dos serviços prestados por uma organização hospitalar pois está intrinsecamente relacionada à qualidade dos serviços prestados e aos cuidados com os pacientes. Este presente estudo tem como objetivo descrever os processos que fazem parte da gestão de equipamentos médico hospitalares administrados pela equipe de engenharia clínica, desde a sua implementação e funcionamento até a sua avaliação, através dos indicadores, e seu controle. O setor de engenharia clínica é o responsável por esta gestão, é ele que desenvolve o planejamento e controle das atividades para cada processo. Este trabalho descreve a organização da Engenharia Clínica, terceirização de serviços, a infraestrutura e a tecnologia da informação necessária para atender os processos. O controle das atividades da engenharia clínica será descrito observando a qualidade dos serviços através dos indicadores apresentados neste trabalho.

Palavras-chave: Engenharia Clínica; Estabelecimentos Assistenciais de Saúde; Equipamentos médico-hospitalares.

ABSTRACT

The management of medical-hospital equipment is critical to the good performance of the services provided by a hospital organization because it is intrinsically related to the quality of the services provided and the care provided to patients. This study aims to describe all the processes that are part of the management of medical-hospital equipment administered by the clinical engineering team, from its implementation and operation to its evaluation, through indicators, and its control. The clinical engineering sector is responsible for this management and develops the planning and control of the activities for each process. This work describes the organization of Clinical Engineering, the outsourcing of services, the infrastructure and the information technology necessary to meet the processes. The control of clinical engineering activities will be described observing the quality of services through the indicators presented in this work.

Keywords: Clinical engineering; Healthcare Facilities; Medical-hospital equipment.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

- Figura 1** – Diagrama de blocos do fluxo do processo de aquisição de equipamentos. 18
- Figura 2** - Fluxograma do processo de recebimento de equipamentos médico-hospitalar.18
- Figura 3-** Fluxograma do processo de instalação de equipamentos médico-hospitalar.27**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 4** – Fluxograma do processo de utilização de equipamentos. 29
- Figura 5** – Fluxograma de desativação e descarte de equipamento médico. 31
- Figura 6** – Linha do tempo do software CMMS..... 59
- Figura 7** – Tabelas usados e campos relacionados. 62
- Figura 8** – Infraestrutura da tabela correspondente a um módulo de inventários dos equipamentos. 63
- Figura 9** – Diagrama de fluxo da gestão das ordens de trabalho.61
- Figura 10** – Fluxograma da sequência de atividades para a manutenção corretiva de um equipamento hospitalar.63
- Figura 11** – Gestão de risco e respetivas etapas.110
- Figura 12** – Indicadores relativos à probabilidade de ocorrência .118
- Figura 13** – Indicadores relativos às consequências e gravidade das falhas.121
- Figura 14** – Indicadores de controle de falhas e causas.98
- Figura 15** – Representação do ciclo PDCA.99
- Figura 16** – As quatro perspectivas do BSC.99
- Figura 17** – Elementos para definição dos KPIs.100
- Figura 18** – Evolução dos percentuais de manutenção interna, externa e corretiva e preventiva no HC-UFU, no período 2001 a 2010.100
- Figura 19** – Média dos valores para cada indicador de relação a idade dos equipamentos. Número de ordens de serviço de manutenção corretiva (NM), horas de manutenção (HM) e custo total para ordem de serviço de manutenção corretiva (CM) 100

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APO	Administração Por Objetos
BSC	Balanced Scorecard
CMMS	Computerized Maintenance Management System
COSO	Comitee of Sponsoring Organizations
EAS	Estabelecimento Assistencial de Saúde
Ebserh	Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares
EC	Engenharia Clínica
EEC	Estruturas de Engenharia Clínica
EMH	Equipamento Médico-Hospitalar
FMea	Análise dos Modos e Efeitos das Falhas
FTA	Análise da Árvore de Falhas
GTS	Gestão da Tecnologia em Saúde
Hazop	Análise de Perigos e Operabilidade
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
Ipem	Instituto de Pesos e Medidas
IMP	Inspeção de Manutenção Preventiva
KPI	Key Performance Indicators
MC	Manutenção Corretiva
MP	Manutenção Preventiva
MPR	Manutenção Preditiva
MS	Ministério da Saúde
NOTIVISA	Sistemas de Notificações em Vigilância Sanitária
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OMS	Organização Mundial da Saúde
OS	Ordem de Serviço
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PGEMH	Plano de Gerenciamento de Equipamentos Médico-Hospitalares
PGRSS	Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde
PHA	Análise Preliminar de Riscos
PM	Plano de Manutenção

POP	Procedimento Operacional Padrão
PNGTS	Política Nacional de Gestão e Tecnologias em Saúde
PPR	Plano de Proteção Radiológica
RBC	Rede Brasileira de Calibração
ROI	Retorno Sobre Investimento
RPN	Risk Priority Number
SUS	Sistema Único de Saúde
UTI	Unidade de Terapia Intensiva

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1 Objetivos	6
1.1.1 Objetivo Geral	6
1.1.2 Objetivos Específicos	6
2 Justificativa.....	6
3 Metodologia.....	8
2. PROCESSOS DA ENGENHARIA CLÍNICA	10
2.1 Processos	11
2.2 Processos de Aquisição	12
2.2.1.Regulamentação dos Equipamentos	13
2.2.2 Etapas da aquisição	14
2.2.3 Modalidades de Licitação	17
2.3 Processos de Recebimento do Equipamento	20
2.3.1 Verificação da Documentação e Integridade	20
2.3.2 Verificação de Funcionamento	22
2.3.3 Encaminhamento do Equipamento para Instalação	23
2.3.4 Armazenamento	23
2.4 Processos de Instalação do Equipamento	24
2.4.1 Planejamento da Instalação.....	25
2.4.2 Treinamento	26
2.5 Processos de Utilização do Equipamento.....	28
2.5.1 Intervenção técnica	29
2.5.2 Análise de Eventos Adversos	30
2.5.3 Transferências	30
2.6 Descarte	31
2.6.1 Desativação	32
2.6.2 Armazenamento	34

2.6.3	Destinação.....	34
2.6.4	Alienação	35
3.	ADMINISTRAÇÃO DA ENGENHARIA CLÍNICA	37
3.1	Organização da Engenharia Clínica	37
3.2	Infraestrutura física.....	38
3.3	Recursos Humanos	40
3.4	Inventário.....	42
3.4.1	Dados do Inventário.....	44
3.4.2	Elaboração do Inventário	45
3.4.3	Transferências	45
3.5	Administração da Manutenção	46
3.5.1	Classificação dos equipamentos.....	47
3.5.2	Dimensionamento do pessoal.....	48
3.5.3	Dimensionamento do Estoque	49
3.5.4	Dimensionamento dos Serviços	50
3.5.5	Logística da Manutenção	51
3.5.6	Logística da Distribuição	52
3.6	Terceirização de Serviços	53
3.6.1	Contrato de serviço por período determinado	54
3.6.2	Contrato de serviço por demanda	54
3.6.3	Solicitação de conserto para empresas prestadoras de serviços:	54
3.7	Organização dos Serviços	56
3.8	Infraestrutura de tecnologia da informação	57
3.8.1	Surgimento do Software e seus benefícios	57
3.8.2	CMMS aplicado na gestão da engenharia clínica.....	60
3.8.3	Estrutura de um software de engenharia clínica	61
3.8.4	Implementação e instalação de um software de gerenciamento	65

3.9 Implantação da engenharia Clínica	67
4. INTERVENÇÕES TÉCNICAS.....	69
4.1 Tipos de Manutenção	69
4.1.1 Manutenção Corretiva (MC).....	69
4.1.2 Manutenção Preventiva (MP)	73
4.1.3 Manutenção Preditiva (MPR).....	75
4.1.4 Calibração	76
4.1.5 Teste de Segurança Elétrica.....	79
4.2 Desinfecção de Materiais e EMHS.....	80
4.3 Plano de Gerenciamento de Equipamentos Médico-Hospitalares PGEMH.....	81
4.4 Plano de Manutenção	82
4.5 Periodicidade das Intervenções Técnicas	83
4.7 Manutenção dos Equipamentos Médicos	84
5. GESTÃO DA ENGENHARIA CLÍNICA	87
5.1 Gestão do Recebimento do Parque Tecnológico.....	87
5.2 Gestão dos serviços de manutenção	88
5.2.1 Controle Periódico dos Serviços de Engenharia Clínica	Erro! Indicador não definido.
5.2.1 Controle Periódico dos Serviços de Engenharia Clínica.....	91
5.3 Gestão de Compras.....	94
5.4 Gestão de Estoque	95
5.5 Gestão de Risco	96
5.5.1 Análise de Risco	98
5.5.2 Avaliação de Riscos	100
5.5.3 Técnica de Análise e Avaliação de Risco.....	100
5.5.4 Controle dos Riscos	102
5.6 Avaliação do PGEMH.....	103
5.7 Ferramentas da Gestão de Ativos	104

6.	DESEMPENHO DA GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS.....	106
6.1	Medidas de Desempenho.....	106
6.1.2	Balanced Scorecard	107
6.1.3	Indicadores Chaves	109
6.2	Objetivo de um indicador	111
6.2.1	Monitorar operações internas.....	112
6.2.2	Comparação externa	112
6.3	Características de um indicador	112
6.4	Indicadores da Engenharia Clínica	113
6.4.1	Indicadores de Custo.....	115
6.4.1.1	Custo de um Equipamento Parado.....	116
6.4.1.2	Custo de manutenção versus valor do equipamento.....	116
6.4.1.3	Custo de um leito parado	117
6.4.2	Indicadores de qualidade	118
6.4.2.1	Porcentagem de conclusão do programa de manutenção.....	119
6.4.2.2	Número de ordens de serviço por setor do hospital.....	119
6.4.2.3	Número de reparos repetidos	120
6.4.3	Indicadores de Tempo.....	120
6.4.3.1	Tempo de resposta	121
6.4.3.2	Tempo médio de retorno.....	122
6.4.3.3	Horas produtivas por Horas disponíveis.....	122
7.	CONCLUSÃO	124
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	125
	ANEXO.....	136

1. INTRODUÇÃO

A gestão eficiente da tecnologia médico-hospitalar é de extrema importância para o bom funcionamento das instituições de saúde, pois está intrinsecamente relacionada à qualidade dos serviços prestados e aos cuidados com os pacientes (Amorim; Pinto Junior; Shimizu, 2015). A engenharia clínica é a área responsável por essa gestão, abrangendo desde a aquisição de equipamentos médicos até sua manutenção, segurança e descartes adequados (Brasil, 2010c). “No Canadá, existem serviços regionais de engenharia clínica, em que uma equipe com cerca de 63 profissionais coordena até seis hospitais” (Amorim; Pinto Junior; Shimizu, 2015, p. 357). Essas equipes atuam na gestão do parque instalado e desenvolvem atividades envolvendo a escolha das tecnologias adequadas, logística, instalação, capacitação de usuários, manutenção e baixa de patrimônio, entre outras.

A rápida evolução tecnológica no setor da saúde tem proporcionado uma ampla gama de dispositivos médicos avançados, capazes de fornecer diagnósticos mais precisos, tratamentos mais eficazes e melhorias refletidas na qualidade de vida dos pacientes. A Portaria nº 2.510, de 19 de dezembro de 2005 (Brasil, 2005), criou uma comissão para elaborar a Política Nacional de Gestão e Tecnologias em Saúde (PNGTS) no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), sendo que a sua coordenação foi exercida pelo secretário de ciência, tecnologia e insumos estratégicos do Ministério da Saúde (MS). De acordo com essa portaria, tecnologias em saúde são: medicamentos, equipamentos, procedimentos técnicos, sistemas organizacionais, informacionais, educacionais e de suporte, programas e protocolos assistenciais por meio dos quais a atenção e os cuidados com a saúde são prestados à população.

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver a temática da ‘Gestão de tecnologia de equipamentos médico-hospitalares’, e suas diversas vertentes, buscando compreender a importância desse gerenciamento para as instituições de saúde, a segurança dos pacientes e o uso eficiente dos recursos financeiros.

Na gestão de equipamentos de saúde, ou seja, na gestão do conjunto de aparelhos e máquinas, suas partes e acessórios utilizados por um estabelecimento de saúde onde são desenvolvidas ações de diagnose, terapia e monitoramento, tais como: equipamentos de apoio, os de infraestrutura, os gerais e os médico-assistenciais (Brasil, 2021b), são empregados diversos processos. Este trabalho se propõe a descrever os processos de aquisição, manutenção preventiva e corretiva, dentre outros, atendendo a conformidade com as normas e regulamentações vigentes, garantindo o cumprimento dos requisitos legais e de qualidade. Lembrando que as instituições do SUS “devem apresentar de maneira compulsória um Plano de Manutenção (PM) anual, evidenciando os custos com a aquisição e manutenção de seus

equipamentos” (Amorim; Pinto Junior; Shimizu, 2015, p. 357) é descrita a gestão do parque tecnológico considerando essencialmente a intervenção técnica.

Além disso, será abordada a necessidade de treinamento e capacitação das equipes que utilizam os equipamentos médico-hospitalares, visando o uso correto e seguro destes dispositivos.

A gestão de riscos também será apresentada nesta discussão, uma vez que é fundamental identificar e mitigar os perigos potenciais associados ao uso dessas tecnologias.

Nesse contexto, o trabalho pretende contribuir para uma melhor percepção dos desafios enfrentados na gestão de tecnologia no ambiente hospitalar, apresentando práticas que podem ser adotadas para aprimorar o processo de gerenciamento e uma assistência de saúde mais eficiente, respeitando os padrões e as normas exigidas. Deste modo, o presente trabalho busca oferecer uma visão abrangente sobre: a importância da gestão tecnologia no ambiente hospitalar, procurando auxiliar na tomada de decisões estratégicas e a implementação de boas práticas, beneficiando tanto os profissionais da área da saúde quanto os pacientes atendidos nas instituições hospitalares.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar aspectos gerais dos serviços da Engenharia Clínica em instalações Hospitalares.

1.1.2 Objetivos Específicos

Descrever os processos realizados pela Engenharia Clínica;

Descrever os serviços e a infraestrutura administrativa da Engenharia Clínica;

Descrever a Gestão da Engenharia Clínica;

Descrever a medição do desempenho para controle da gestão da Engenharia Clínica

2 Justificativa

O estudo busca compreender a importância da gestão de equipamentos médicos para garantir a eficiência, segurança e qualidade no uso dos equipamentos médicos, visando melhorar o atendimento aos pacientes. A gestão eficiente da tecnologia médica desempenha um papel crucial na prestação de serviços de saúde de qualidade. Com o avanço da tecnologia, novos equipamentos médicos têm sido apresentados para melhorar os diagnósticos, tratamentos

e cuidados oferecidos aos pacientes. No entanto, esse cenário também traz consigo desafios complexos relacionados à aquisição, manutenção, segurança e uso adequado dessas tecnologias. Nesse sentido, no desenvolvimento deste trabalho se justifica o emprego de medições de eficiência na gestão de ativos, como as utilizadas na indústria que possui indicadores de eficiência global de equipamentos, os chamados *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), que mede a utilização efetiva da capacidade dos equipamentos, ela cumpre uma função de controle gerencial (Busso; Miyake, 2012).

De acordo com os autores Busso e Miyake (2012), este tipo de indicador gerencial está sendo:

(...) amplamente utilizado nas indústrias de manufatura no diagnóstico de seu sistema produtivo e direcionamento das ações de melhoria contínua, notadamente nas organizações que utilizam modelos gerenciais como *Total quality Management* (TQM), *World Class Manufacturing* (WCM), seis sigma e produção enxuta, além do próprio TPM (Busso; Miyake, 2012, p. 206).

Além disso, outros motivos que justificam a importância dessa abordagem são:

- A) Segurança do paciente: A gestão de equipamentos médicos deve diminuir o risco de falhas, erros e incidentes adversos durante os procedimentos clínicos;
- B) Eficiência operacional: Uma gestão eficiente permite a disponibilidade contínua dos equipamentos, evitando a interrupção de exames e procedimentos médicos, garantindo a redução do tempo de espera e a otimização dos recursos da instituição;
- C) Sustentabilidade: aquisição e manutenção de tecnologia médica representam um investimento significativo para as instituições de saúde. Uma gestão adequada contribui para o uso responsável dos recursos financeiros, evitando gastos desnecessários e prolongando a vida útil dos equipamentos;
- D) Conformidade legal (Compliance): O cumprimento das normas e regulamentações é fundamental para garantir a qualidade dos serviços e evitar problemas jurídicos para a instituição;
- E) Avanço tecnológico: Com a constante inserção de novas tecnologias, é essencial que as instituições de saúde estejam preparadas para avaliar, adquirir e incorporar essas inovações de forma estratégica e aprendidas às necessidades clínicas;
- F) Contribuição acadêmica: A abordagem da gestão de tecnologia como tema de TC contribui para o enriquecimento do conhecimento científico na área de Engenharia Clínica, oferecendo vantagens e soluções para aprimorar a

assistência médica.

Assim, este trabalho visa se justificar por contribuir para a conscientização sobre a importância da gestão de tecnologia médica e fornece dividendos para que as instituições de saúde possam aprimorar seus processos, visando a segurança, eficiência e qualidade dos serviços prestados, beneficiando tanto os profissionais de saúde quanto os pacientes.

3 Metodologia

As metodologias que serão abordadas ao longo deste trabalho envolverão:

- A) Pesquisas: utilização de uma abordagem de revisão bibliográfica para obter uma compreensão dos desafios e das melhores práticas na gestão dos equipamentos médico-hospitalares.;
- B) Coleta de dados: revisar documentação, relatórios e literatura existentes relacionados ao gerenciamento de tecnologia médica para obter uma compreensão abrangente do assunto.

Compreendendo que a organização dos serviços e a infraestrutura disponível são necessárias para que os processos desenvolvidos na engenharia clínica tenham um resultado efetivo, este trabalho inicia com um capítulo que descreve a administração da engenharia clínica e, logo após, são apresentados os processos da engenharia clínica. Os processos são apresentados em um capítulo exclusivo que descreve em etapas para todo o ciclo de vida do equipamento. Os processos precisam de um suporte administrativo e de uma gestão eficaz. Assim, é desenvolvido a temática da administração em capítulo distinto da gestão da engenharia clínica. Nem todos os leitores percebem esta distinção, mas pode-se com simplicidade distinguir administração da gestão observando que a administração oferece recursos organizacionais e infraestrutura para a gestão, sendo que esta última trata da maneira como os processos tramitam através das competências instaladas. Como a implantação da engenharia clínica inicia com um processo administrativo, optou-se para que a implantação fosse apresentada no capítulo de administração. Assim, no capítulo de administração são apresentados o organograma, a infraestrutura, o inventário, a terceirização dos serviços, a logística e a implantação da engenharia clínica. Em seguida é descrita a gestão, dos serviços do parque tecnológico, de compras, de estoque, apresentados em diagrama de blocos para evidenciar os diversos setores e agentes que colaboram na gestão. Ainda no capítulo de gestão é descrita sua avaliação e as ferramentas para sua realização. Na conclusão do capítulo de gestão é enfatizado a necessidade de controle e conseqüentemente de medição. O capítulo de controle e medição é concluído com

a medição do desempenho da engenharia clínica. Destaca-se a intervenção técnica como um capítulo inteiro pela importância em manter os equipamentos disponíveis e confiáveis para os serviços da saúde.

2. PROCESSOS DA ENGENHARIA CLÍNICA

Para a Oliveira e Borges (2018), o termo Engenharia Clínica surgiu nos Estados Unidos na década de 60, para atender a demanda do crescimento dos equipamentos médicos, dos centros de pesquisas acadêmicas. Na década de 70, teve um avanço significativo no mercado americano. Somente após 30 anos chegou ao Brasil, onde possui uma grande área de vagas para engenharia clínica no país.

A engenharia clínica surgiu com a necessidade de ter a segurança dos equipamentos, evitando os riscos que poderiam ser causados. No Brasil, a necessidade foi para reduzir os custos com manutenções dos equipamentos médicos.

Segundo a ANVISA, a implementação da engenharia clínica no Brasil teve uma dificuldade, pela ausência de mão de obra qualificada em relação aos equipamentos médicos. O Ministério da Educação e o da Saúde se uniram para oferecer o curso de pós-graduação em Engenharia Clínica. Por volta dos anos 80, algumas faculdade como COPPE/UFRJ, UNICAMP e USP começaram então a disponibilizar a formação. Então os hospitais e clínicas começaram a contratar esses profissionais ou empresas na área (Oliveira e Borges, 2018).

O mercado estava acostumado com empresas de serviços técnicos, onde os profissionais eram responsáveis pela a manutenção dos equipamentos. Com isso o setor de engenharia era prejudicado, pois o papel dele estava voltado para questões de estratégia e a melhoria dos custos, e não era dever da engenharia clínica a parte de manutenção dos equipamentos médico hospitalares.

De acordo com Oliveira e Borges (2018), nos dias atuais o setor de Engenharia Clínica já é obrigatório, nos hospitais e clínicas especializadas que tiver capacidade de 300 leitos ou mais. O papel do profissional de engenharia clínica é gerenciar todos os processos dos equipamentos médico-hospitalares, melhorar cada vez mais o uso de tecnologias, aumentar a vida útil dos equipamentos. Também devem se preocupar com o descarte dos materiais, como lâmpadas, baterias, peças usadas, entre outros.

Os processos na gestão de equipamentos hospitalares são conjuntos de procedimentos e práticas padronizadas que visam garantir a operação segura, eficaz e econômica dos dispositivos médicos dentro de uma instituição de saúde. Esses processos abrangem todo o ciclo de vida dos equipamentos, desde a aquisição, instalação e calibração, até a manutenção preventiva e corretiva, além da eventual desativação e descarte.

A implementação de processos bem definidos tem como objetivo assegurar que os equipamentos estejam em condições operacionais, minimizando riscos de falhas e garantindo a continuidade dos cuidados aos pacientes. Um processo bem definido na gestão dos

equipamentos garante a segurança dos pacientes e dos profissionais de saúde.

Equipamentos que não são mantidos adequadamente podem falhar durante sua utilização, o que pode produzir diagnósticos incorretos, tratamentos inadequados ou até mesmo acidentes mais graves. Processos bem estruturados de gestão de equipamentos asseguram que todos os dispositivos sejam inspecionados e mantidos regularmente, detectando e corrigindo problemas antes que eles possam causar danos. Por sua vez, a padronização dos procedimentos de manutenção e operação reduz a variabilidade no desempenho dos equipamentos, contribuindo para a consistência e a qualidade na manutenção e operação dos equipamentos médicos.

2.1 Processos

De acordo com a norma NBR-ISO-9001 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015), entende-se por ‘processo’ o conjunto de atividades ao qual existe uma relação entre as informações, ações ou produtos, isto é, o processamento realizado a partir das entradas gerando as saídas que podem ser informações, ações ou produtos para as etapas posteriores. Segundo Campos (1992), o processo é o resultado de uma combinação de elementos, como por exemplo: equipamentos, insumos, métodos ou procedimentos, condições ambientais, etc, tendo como objetivo a fabricação de um bem ou fornecimento de um serviço.

O processo pode ser dividido em subprocessos ou processos menores, esta divisão torna-se importante por permitir que cada subprocesso seja controlado separadamente, facilitando a localização de possíveis problemas nos processos.

A RDC nº 509, de 27 de maio de 2021 (Brasil, 2021b), orienta que os serviços de saúde devem elaborar e implantar um Plano de Gerenciamento para cada tecnologia utilizada no serviço, incluindo todos os equipamentos. Todo gerenciamento é realizado em processos, que, para gestão da tecnologia do parque de equipamentos médico-hospitalares (ABNT, 2011b) são: aquisição, recebimento, instalação, uso e descarte. O Plano de Gerenciamento de Equipamentos Médico-Hospitalares PGEMH (Brasil, 2021b; Brasil, 2002b) é um documento elaborado para cumprir as exigências legais em instituições de saúde no que diz respeito aos procedimentos e diretrizes fundamentais para a gestão de equipamentos e tecnologias utilizadas na assistência clínica e hospitalar que, segundo a RDC nº 509/2021 (Brasil, 2021b) e NBR 15943 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2011b) é fundamental a importância de um gerenciamento interno bem elaborado com cronograma de atividades, conhecimentos científicos e orientações de normas técnicas. O plano abrange todas as etapas do ciclo de vida dos equipamentos, desde a aquisição, passando pela instalação, operação, manutenção preventiva e corretiva, até a

eventual desativação e descarte dos equipamentos médico-hospitalares.

2.2 Processos de Aquisição

O processo de aquisição de equipamentos não trata somente da compra em si dos equipamentos, mas de atividades que antecedem à efetiva aquisição, desde o planejamento, podendo inclusive sugerir outro tipo de negociação diferente da compra, como leasing, locação, comodato ou outra modalidade. Planejar é um conjunto de atividades que deve ser executada na fase embrionária na aquisição de um equipamento. O processo consiste em estabelecer o plano de trabalho e traçar as metas as serem perseguidas com a finalidade de alcançar o objetivo de dispor do equipamento necessário ao Estabelecimento Assistencial de Saúde (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020).

O processo de aquisição deve dispor de informação suficiente que permita realizar diversas avaliações nas áreas epidemiológicas, econômicas, financeiras, técnicas e operacionais. Desta forma deve contar com estudos de mercado (oferta, demanda, concorrência), análises de viabilidade para incorporação, proteção dos serviços e impacto esperado com a aquisição. Tudo isso inserido no contexto local/regional e considerado se necessário, as possibilidades de negociação com o sistema de saúde comprador de serviços (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020).

Entre as etapas necessárias para a análise de viabilidade se encontram os aspectos físicos e de infraestrutura da unidade, para que o plano de trabalho possa considerar a necessidade de espaço e estruturas para instalação do equipamento, instalações necessárias e suprimentos (água, energia, vapor, gases, etc.), áreas relacionadas e fluxos de operação dos processos vinculados ao equipamento. Vale destacar que esta análise de viabilidade deve considerar os custos de instalação e das adequações necessárias para o funcionamento do equipamento. Neste ponto é importante sinalizar quais as autorizações e licenças necessárias ao processo, como por exemplo, regularização junto à Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA), Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), etc..

Outras análises de viabilidade devem considerar o dimensionamento dos recursos humanos, especialização, disponibilidade, carga horária e tempo de treinamento para correto funcionamento do equipamento. Para as avaliações específicas dos equipamentos em questão é importante analisar os aspectos econômicos que apótem à informação relevante para a adequada escolha do equipamento de saúde e que permitam realizar uma avaliação ampla e aprofundada nos aspectos considerados críticos para o processo (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020).

A avaliação para aquisição de equipamento deve, no mínimo, ser baseada por estudos de demanda, análise da infraestrutura física ou o tempo necessário para a sua adequação, os recursos humanos, materiais e financeiros necessários à utilização do Equipamento Médico-Hospitalar, além da regularização dos mesmos e de seus fornecedores junto à autoridade sanitária competente, as informações contidas no registro histórico do equipamento e os resultados da avaliação do Plano de Gerenciamento (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020).

Para os serviços públicos, deve-se incluir análise dos planos de regionalização e para os serviços que atendem ao SUS deve se ter em conta as portarias do Ministério da Saúde que regulamentam os serviços que serão ofertados.

A melhor forma de contratação é a *Turn Key*, pois somente um fornecedor realiza a obra do início ao fim, entregando-a finalizada para o uso, que possibilita: tempo menor de obra, simplificação logística, menor custo de oportunidade e integração de soluções. Um bom exemplo são os equipamentos de diagnóstico por imagem (ex: ressonância magnética e tomografia), que necessitam que as suas obras físicas sejam finalizadas o mais breve possível para que ocorra o devido funcionamento do equipamento. Outras modalidades de contratação como contrato FIDIC (Fundo de Investimento em Direitos Creditórios), que necessita muito mais tempo por ser um tipo de contrato detalhado e complexo por exigir expertise jurídica. E o contrato de aliança onde várias partes se unem para um bem comum, o que exige tempo, coordenação, comunicação e alinhamento entre todas as partes estabelecidas. Estes tipos de contratos não são de grande valia quando se quer agilidade e pouco envolvimento com a obra em si, por estas questões o tipo de contrato *Turn Key* é mais válido.

O planejamento de compra dos equipamentos que fazem parte do parque tecnológico do Estabelecimento Assistencial de Saúde são de fundamental importância no PGEMH, pois os recursos neles empregados, sejam materiais, de infraestrutura ou humanos, serão diretrizes das atividades que deverão ser executadas para o atendimento de todo o plano (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020).

2.2.1.Regulamentação dos Equipamentos

As obtenção destes equipamentos são norteadas no Brasil pela ANVISA, aos quais visam garantir a qualidade, segurança e eficácia dos dispositivos utilizados na área da saúde. Será citado logo a seguir algumas normativas relacionadas à aquisição de equipamentos médicos:

- Resolução - RDC nº 185/01: Aprova o Regulamento técnico que trata do

registro, alteração, revalidação e cancelamento do registro de produtos médicos na ANVISA. Essa resolução estabelece os procedimentos para regularização desses produtos, incluindo os requisitos para o processo de registro (Brasil, 2001);

- Resolução - RDC n° 40/2015: Define os requisitos do cadastro de produtos médicos. Essa normativa aborda aspectos como a classificação de risco dos equipamentos e os procedimentos para cadastro junto à ANVISA (Brasil, 2015);
- Resolução - RDC n° 270/2019: Dispõe sobre a migração do regime de notificação dos dispositivos médicos de classe de risco II para o regime de notificação dos dispositivos de classe de risco I. Essa resolução impacta a forma como esses dispositivos são notificados à ANVISA (Brasil, 2019);
- Resolução - RDC n° 340/2020: Aborda as alterações de informações nos processos de regularização de dispositivos médicos. Estabelece procedimentos para atualizações e modificações nos registros (Brasil, 2020c);
- Resolução - RDC n° 423/2020: Altera resoluções anteriores para dispor sobre a extinção do regime de notificação classe de risco II e a migração dos dispositivos médicos de classe de risco II e a migração dos dispositivos de classe de risco II para o regime de notificação. Essa normativa busca simplificar o processo de notificação (Brasil, 2020b);
- Instrução normativa - IN n° 74/2020: Estabelece os assuntos para a alteração de informações apresentadas no processo de regularização de dispositivos médicos. Essa instrução complementa as resoluções anteriores e detalha os procedimentos para atualizações (Brasil, 2020a).

Em suma, a aquisição de equipamentos novos para um hospital requer uma série de processos complexos que exigem planejamento cauteloso, avaliação criteriosa e coordenação eficiente entre as diversas partes interessadas. Ao seguir estes processos de forma adequada, a instituição de saúde irá garantir que os equipamentos adquiridos atendam às necessidades clínicas, operacionais e financeiras da instituição, contribuindo para a prestação de cuidados de saúde de alta qualidade aos clientes.

2.2.2 Etapas da aquisição

As etapas da aquisição de equipamentos médicos tem início com a solicitação de

aquisição, geralmente feita pela equipe clínica da instituição. Esta solicitação pode ser feita para a reposição, ou atualização, de certa tecnologia existente ou determinada através de planejamento estratégico para cumprir a missão da instituição (Brasil, 2002b).

A primeira etapa do processo de aquisição, depois da solicitação pelo setor interessado, é a seleção. Selecionar um equipamento é escolher com base nos estudos realizados na fase de planejamento o equipamento que se adequará melhor a produção necessária, à infraestrutura existente no estabelecimento de saúde, ao menor tempo de adequação da mesma, à necessidade de treinamento de recursos humanos, enfim, à realidade física, operacional e financeira do estabelecimento de saúde, cumprindo com a melhor relação custo-benefício conforme a evidência disponível e os comparativos realizados para prover o pleno uso e manutenção deste equipamento (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020).

(...) definição das necessidades clínicas, avaliação das condições ambientais e levantamento dos equipamentos existentes no mercado, são relativos à obtenção de informações e são de fundamental importância para a determinação do equipamento que melhor atenda às necessidades da instituição. Estes passos são realizados através de um processo iterativo onde as etapas são repetidas até alcançar um volume suficiente de informações. Este processo envolve pessoal de várias áreas, em interação contínua (Brasil, 2002b, p. 156).

Segue o detalhamento das etapas do processo de aquisição, segundo o projeto Reforsus (Brasil, 2002b):

- A) Definição das necessidades clínicas: esta etapa do processo de aquisição de equipamentos médicos, tem como objetivo, gerar uma descrição quantitativa das necessidades clínicas. Recomenda-se um trabalho em equipe para facilitar as interações no processo. A equipe deve ser formada por médicos (interesse nos resultados fornecidos pelo equipamento), enfermeiros (interesse na facilidade de utilização) e engenheiros (interesse na representação técnica, ligação com fornecedores, segurança na utilização do equipamento, treinamento e efetividade);
- B) A equipe deve executar as seguintes tarefas: definição dos objetivos clínicos: definir os objetivos clínicos relacionados ao problema, em linguagem sucinta, precisa, direta, e clara para todas as partes. Servirá como base para a escolha e avaliação dos equipamentos (se o resultado for uma lista de itens desejáveis e não de itens necessários, deve estar em ordem de prioridade);
- C) Especificar as variáveis fisiológicas: quantificar o tipo e o limite das variáveis fisiológicas que serão medidas e estimuladas, registradas e analisadas;
- D) Definir as restrições de natureza clínica: riscos que não são admissíveis (como infecção), tempo de resposta e alarme, como deve ser a apresentação dos dados;

- E) Monitorar o ciclo de vida da tecnologia, das inovações e determinar a utilidade clínica das mesmas;
- F) Avaliação das condições ambientais: consiste na obtenção das informações sobre o ambiente de operação do equipamento. É importante detectar qualquer restrição imposta pelo ambiente. As variáveis ambientais a serem observadas são:
- Espaço: levantar as necessidades de espaço para qualquer equipamento, independente do seu tamanho, para a equipe clínica e paciente (e seus acessos, manutenção e calibração) envolvidos no uso do mesmo. Devem ser verificadas as rotas de passagem para garantir que o equipamento chegará ao local de instalação. No caso de Unidade de terapia Intensiva (UTI), o espaço a beira leito deve ser otimizado;
 - Fornecimento de serviços auxiliares: verificar a alimentação elétrica disponível (número de fases, nível de tensões e corrente de operação e alimentação de emergência), ar comprimido, oxigênio, gases anestésicos, rede de vácuo, água e sistema de descarte de material;
 - Peso: verificar a capacidade e carga de prateleiras, carrinhos e suportes para equipamentos de pequeno porte e dos pisos para equipamentos de grande porte (a rota de passagem também deve ser verificada);
 - Temperatura: a faixa de temperatura na maioria dos hospitais adequa-se à maioria dos equipamentos. Um cuidado especial deve ser tomado em ambientes cujo ar-condicionado é desligado durante a noite e fins de semana. Se o equipamento produz calor deve ser analisada (contabilizar espaço e custo) a necessidade da instalação de equipamentos de ar-condicionado adicionais;
 - Vibração e choque: Verificação no caso de o equipamento ser instalado em ambiente fora do normal;
 - Campos elétrico e magnético: a existência destes campos deve ser evitada, pois podem prejudicar o funcionamento do equipamento. Dispositivos de diatermia, eletrocautérios, antenas de rádios e grandes motores são riscos em potencial. A blindagem ou a relocação são soluções;
 - Ambiente inflamável ou explosivo: Em ambientes com riscos de explosão (salas cirúrgicas, por exemplo), ou onde são armazenados materiais inflamáveis é necessário projeto especial;
 - Umidade: Em locais com elevada umidade devem ser tomados cuidados especiais (instalação de medidor). Se há risco de spray (contra incêndio), borrifos de líquidos de materiais ou torneiras, etc. pode ser necessária uma proteção contra água (ralos são

importantes nestes casos);

- Padrões aplicáveis: Analisar padrões e normas nacionais e internacionais para obter informações relacionadas ao equipamento e suas limitações ambientais, por exemplo: problemas de emissão de radiação ionizante.
- G) Levantamento dos equipamentos disponíveis no mercado: Este procedimento deve ser levado em consideração após as etapas concluídas como as exigências clínicas definidas e conhecendo as condições ambientais. Nesta etapa a tarefa de obtenção de informações é realizada através de pesquisa bibliográfica em propagandas, serviços de divulgação, publicações dos fabricantes, websites e em instituições que possuam equipamentos semelhantes. Durante a obtenção de informações é útil ter uma ideia do custo do equipamento, ao final da pesquisa têm-se uma lista de possíveis equipamentos e seus respectivos fornecedores, que atendam às necessidades da instituição. Através de contato com os fornecedores consegue-se informações mais detalhadas dos equipamentos. É interessante para a instituição armazenar as informações obtidas na pesquisa e atualizada ao longo da mesma. Esta estimativa deverá conter o máximo de custos relacionados ao equipamento (por exemplo: instalação e treinamento).

Tendo concluído a pesquisa, as informações devem ser apresentadas de forma direta à equipe de trabalho. Nesta etapa do processo, algumas questões devem ser analisadas:

- Possíveis mudanças nas exigências clínicas;
- Avaliar a relação custo-benefício;
- Chegar a uma conclusão final sobre o máximo da efetividade de custo.

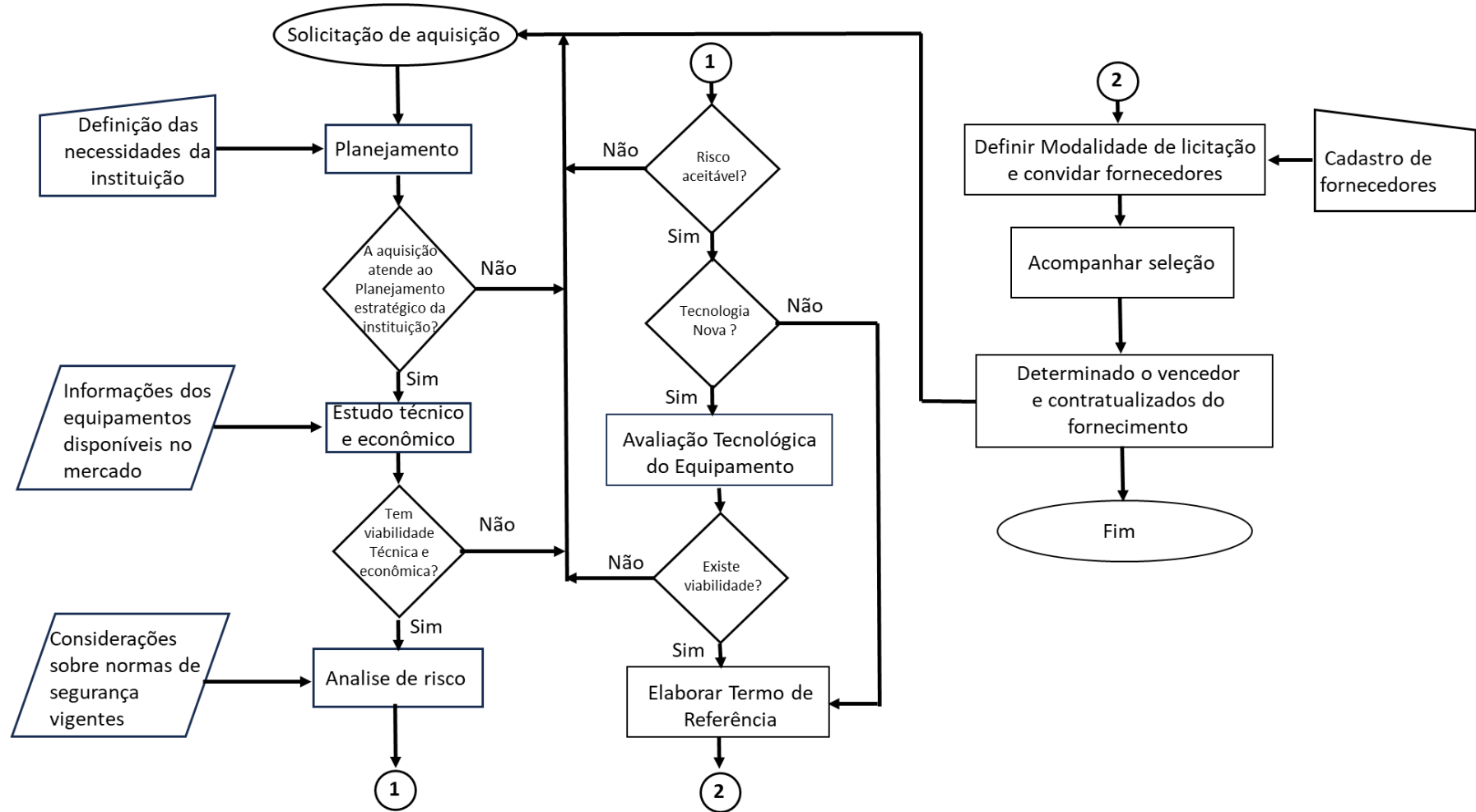
A Figura apresenta um diagrama de blocos das etapas do processo de aquisição.

2.2.3 Modalidades de Licitação

A compra de equipamentos médicos pode ser realizada de duas formas:

- Compra direta onde os equipamentos disponíveis no mercado são avaliados e emite-se uma ordem de compra para o fornecedor selecionado;
- Contrato de compra que é utilizado para sistemas maiores, com várias partes e até instalações. É necessária uma especificação detalhada do equipamento, uma solicitação de propostas dos fornecedores, uma avaliação dos equipamentos, escolher o fornecedor e executar o contrato.

Figura 1 - Diagrama de blocos do fluxo do processo de aquisição de equipamentos.



Fonte: VIEIRA JUNIOR, 2024.

Em instituições privadas há uma maior flexibilidade com relação às compras diretas. Nas instituições públicas as compras diretas limitam-se a equipamentos com valores muito baixos. Nestas últimas, a maioria das compras de equipamentos é realizada através de processo de licitação; podendo ser em umas das modalidades, conforme Brasil (2002b):

- Concorrência: Modalidade de licitação entre quaisquer interessados que, na fase inicial de habilitação preliminar, comprovem possuir os requisitos mínimos de qualificação exigidos no edital para a execução de seu objeto;
- Tomada de preços: Se realiza entre os interessados devidamente cadastrados em qualquer entidade da administração pública, ou que, até no terceiro dia anterior à data do recebimento das propostas, atendam a todas as condições exigidas para o cadastramento, observada a qualificação necessária;
- Convite: É a licitação realizada entre interessados pertencentes ao ramo do objeto, escolhidos e convidada entre cadastrados ou não, em número mínimo de três.

As modalidades de licitação acima referidas são determinadas em função de limites estabelecidos pelos valores estimados para a aquisição, apurados em pesquisa de mercado.

Será realizada uma explanação breve destas etapas haja vista que refere-se a parte da negociação para aquisição dos equipamentos, conforme Brasil (2002b):

- Especificação de equipamentos médicos: este documento deverá ser elaborado com cuidado, para garantir que sejam oferecidas propostas adequadas às necessidades da instituição;
- Solicitação de propostas: a solicitação de propostas é feita através de um pedido de proposta;
- Avaliação: a avaliação das propostas é uma etapa importante do processo de aquisição. Os fornecedores devem disponibilizar o equipamento (se for de pequeno porte), ou parte dele, ou uma montagem de amostra, ou em outro local (hospital, *showroom*) para as avaliações técnicas e clínicas;
- Classificação: é necessário gerar um relatório com as conclusões da avaliação das propostas (acima) indicando: classificação técnica, classificação clínica, classificação de custo e informações adicionais.

2.3 Processos de Recebimento do Equipamento

O recebimento técnico do equipamento deve sempre ser executado por um grupo composto de técnicos e médicos para que seja avaliado se todas as condições impostas pelo edital foram atendidas pelo vencedor da licitação;

O recebimento do equipamento médico-hospitalar tem como principal finalidade a checagem do mesmo para a verificação se suas características físicas e técnicas correspondem ao objeto adquirido no processo de aquisição. Ele engloba as atividades desenvolvidas a partir da chegada do equipamento médico-hospitalar, e finaliza com a emissão do laudo do ensaio de aceitação, liberando sua utilização. O recebimento de um Equipamento Médico-Hospitalar (EMH) em um Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS) é o início da formação do histórico do mesmo no estabelecimento e deve ser realizado em conformidade com os procedimentos escritos (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020).

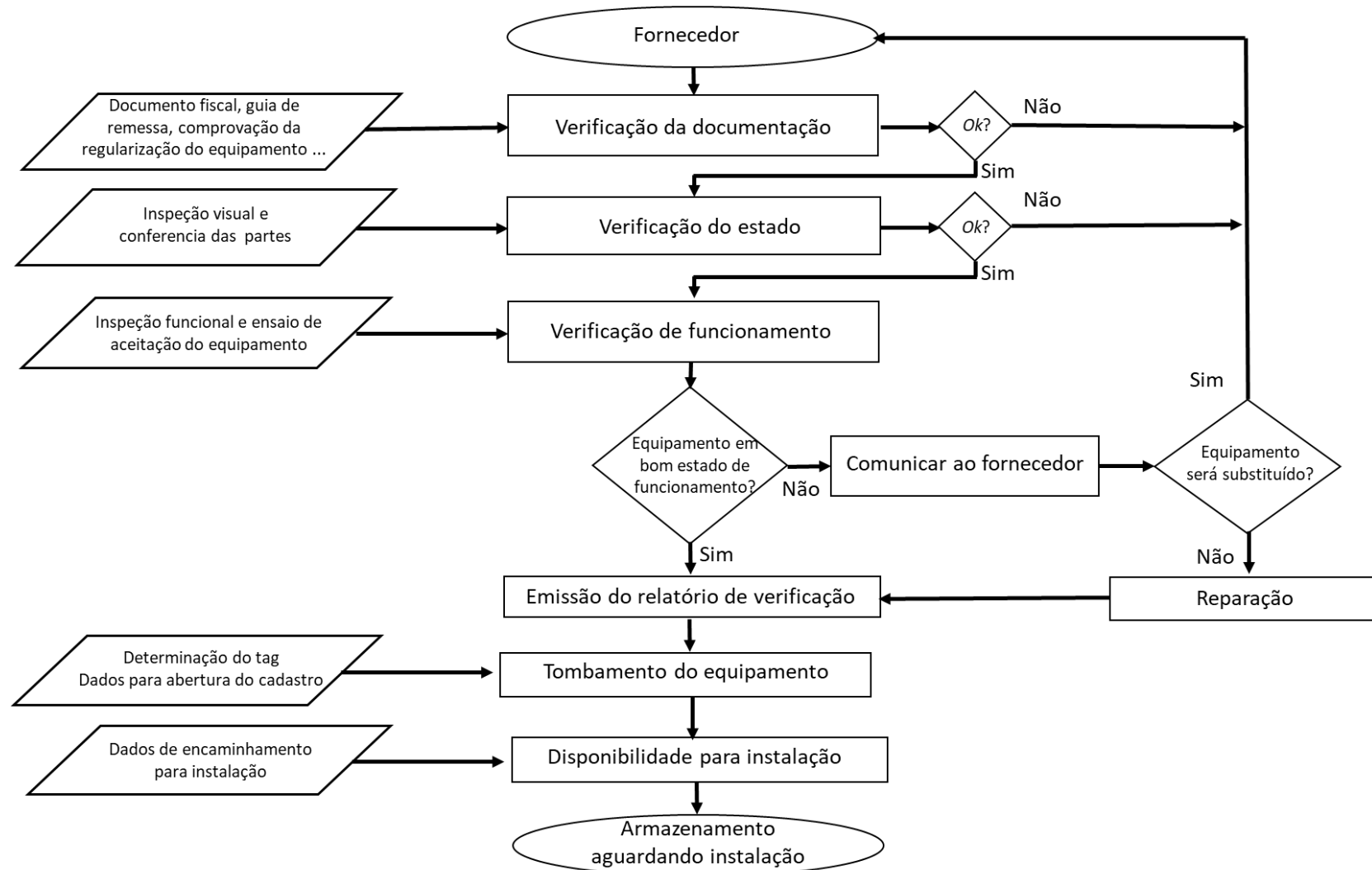
Por tratar de atividade que necessite de qualificação para a sua realização, o EAS deve assegurar que esta atividade deve ser realizada por profissional da engenharia clínica da instituição, ou por profissional legalmente habilitado. O processo pode ser apresentado na forma de fluxograma como o da Figura 2

2.3.1 Verificação da Documentação e Integridade

O processo de recebimento é dividido em duas etapas, sendo a primeira o recebimento provisório, isto é, antes do ensaio de aceitação, no qual é entendido como sendo o recebimento de volumes, conferência de material e montagem do equipamento. Esta etapa deve ser condicionada a apresentação de pelo menos, os seguintes documentos: o documento fiscal, guia de remessa ou documento equivalente, contendo: nome, marca, modelo, fabricante e número de série do equipamentos de saúde e respectivos acessórios; comprovação da regularização do equipamento no órgão sanitário competente, podendo esta constar da documentação definida no item anterior; documentos acompanhantes, que podem acompanhar para o fornecimento logístico (quando cabível) ou serem providenciados até o momento da realização do ensaio de aceitação, incluindo a lista de equipamentos, partes, peças e acessórios conferidos (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020).

A segunda etapa, consiste no recebimento definitivo, isto é, após ensaio de aceitação, onde realmente termina a fase de recebimento de um EMH. Deve estar previsto no ensaio de aceitação.

Figura 2 – Fluxograma do processo de recebimento de equipamento médico-hospitalar



Fonte: VIEIRA JUNIOR, 2024.

2.3.2 Verificação de Funcionamento

O EAS deve desenvolver e manter rotinas que assegurem que todos os equipamentos médico-hospitalares sejam avaliados antes do seu primeiro uso, por meio de ensaios de aceitação. O ensaio de aceitação deve ser realizado em conformidade com os critérios definidos na aquisição do EMH e basear-se no estabelecido em normas e legislações vigentes, de forma a garantir a segurança e o desempenho essencial do mesmo (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020).

Caso sejam utilizados instrumentos de medição, eles devem estar calibrados pela Rede Brasileira de Calibração (RBC), conforme legislação vigente. No caso de inexistência das mesmas, o ensaio de aceitação deve seguir procedimentos estabelecidos na etapa de aquisição. A responsabilidade pelo ensaio de aceitação é do EAS. A execução de inspeção pode ser realizada pela engenharia clínica do próprio estabelecimento, pelo fornecedor, por ambos ou por empresa contratada desde que seja formalmente avaliada pelo EAS e demonstre capacidade técnica para a realização da inspeção.

No caso de terceirização de inspeção, o EAS deve manter registro da avaliação do fornecedor, bem como do documento comprovador da capacidade técnica (por exemplo ART do profissional), validado pelo responsável técnico do PGEMH. Esta atividade deve ser documentada por laudo liberando o equipamento para uso assinado pelo executor do ensaio e validado pelo responsável pelo PGEMH.

Os documentos que devem fazer parte do ensaio de aceitação, são:

- Parecer técnico atestando a segurança e o desempenho essencial do EMH, com os respectivos valores medidos no momento da realização dos ensaios sempre que pertinentes;
- Comissionamento da respectiva infraestrutura, quando necessário ao funcionamento dos equipamentos médico-hospitalares;
- Procedimentos para ensaio de aceitação, conforme NBR 15943-2011 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2011b), o serviço de saúde deve desenvolver e implementar procedimentos para ensaio de aceitação de cada equipamento que indique no mínimo:
 - As atividades que um agente de serviços realize durante a inspeção do equipamento (protocolo testes);
 - Os requisitos de ensaio de aceitação do equipamento determinados pelo seu

- fabricante, quando informados;
- Os responsáveis pela sua execução;
- A documentação usada para registrar todas as informações referentes aos ensaios de aceitação do equipamento.

2.3.3 Encaminhamento do Equipamento para Instalação

Para fins de instalação deverá ser utilizado formulário apropriado, que se destina ao registo de todas as ocorrências envolvendo o equipamento, desde sua chegada (aceitação) na instituição, até sua efetiva instalação e início de funcionamento. Deste modo, a unidade encarregada da aceitação, deverá emitir este documento e encaminhá-lo ao setor técnico competente, informando todos os dados de identificação do equipamento, de aquisição e o local onde será instalado. Antes de se contatar a empresa responsável pela instalação, o setor técnico deverá se certificar de que todas as necessidades de pré-instalação estão satisfeitas, devendo principalmente para equipamentos de grande porte, ou que sejam sensíveis, exigir a presença de um representante da empresa responsável pelo equipamento, que possa emitir o parecer sobre a pré-instalação, visando reduzir as possibilidades de afetar a garantia do equipamento, caso ele venha a ser instalado em condições que diferem das exigidas pelo fabricante.

2.3.4 Armazenamento

O adequado armazenamento dos EMH visa manter sua integridade física, rápida identificação e fácil acesso aos mesmos. Isto é de fundamental importância para garantir que sua tecnologia estará disponível ao uso quando requisitada, além de preservar a vida útil do bem, seja ele patrimônio da instituição ou de terceiros. Equipamentos armazenados em condições inadequadas provocando degradação de patrimônio não possui garantia dos fornecedores. Por esse motivo, deve-se buscar local apropriado para esta finalidade, para preservar os recursos tecnológicos, considerando-se os itens de qualidade, ambiente, entrega e segurança incluindo seu desempenho e sua funcionalidade (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020). Ainda, o armazenamento inadequado dos equipamentos pode demandar tempo excessivo para sua disponibilização e acarretar sérios efeitos danosos, que vão desde apresentação incompatível ao uso e resultados insuficientes até graves imperfeições, podendo resultar em eventos adversos.

Com o intuito de eliminar os riscos decorrente do armazenamento inadequado dos EMH, o EAS deve manter procedimentos e registros desta atividade, devendo assim, todos os equipamentos, suas partes, acessórios e respectivos insumos, serem armazenados conforme

especificado pelo fabricante, bem como pela legislação vigente e sob condições de acessibilidade que, enfim, garantam a manutenção de identidade, apresentação física, integridade, qualidade, segurança, desempenho e rastreabilidade dos mesmos. Quando as especificações do fabricante exigirem controle ambiental contínuo, deve haver registros que comprovem o atendimento a estas exigências (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020).

O EAS deve estabelecer e implementar critérios de segregação para impedir o uso de EMH, bem como de suas partes e acessórios, que ainda não tenham sido aprovados no recebimento, ou estejam em pré-instalação, sob manutenção, impedidos de uso, para descarte ou para devolução, devendo estar clara e visualmente identificados quanto à sua situação e destino, com a devida documentação (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020). Os EMH, suas partes e acessórios, devem ser armazenados segregados de produtos e substâncias que possam afetar a sua identidade, integridade, segurança e desempenho. Para o caso de fontes radioativas, ou de equipamentos que possuam fontes radioativas incorporadas, o armazenamento deve estar de acordo com o Plano de Proteção Radiológica, conforme legislação vigente (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020).

2.4 Processos de Instalação do Equipamento

Tão importante quanto às demais etapas, a instalação de um EMH e seus acessórios deve ser cercada de cuidados para garantir a integridade dos mesmos, o desempenho, a qualidade dos procedimentos, a segurança das pessoas envolvidas e das estruturas, as manutenções que virão em sua vida útil em totalidade. Portanto, devem-se seguir as recomendações do fabricante, as características das áreas físicas envolvidas, como dimensões, variações de temperatura, umidade, acesso, energia, proteções radiológicas e energéticas, legislação vigente, etc. (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020).

Quando as especificações do fabricante exigirem controle ambiental contínuo deve haver registros que comprovem o atendimento a estas exigências. Por se tratar de uma atividade que exija perícia, o EAS deve estabelecer e implantar procedimentos e registros da atividade. A execução dessa atividade deve ser realizada por pessoa com competência profissional para manuseio, instalação e uso do mesmo, em conformidade com os procedimentos escritos, as legislações vigentes e as disposições desta norma (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020).

Ainda dentro do processo de instalação, é importante o esforço da área técnica do Estabelecimento Assistencial de Saúde em atender as condições mínimas necessárias ao funcionamento, envolvendo tanto quanto possível a área técnica do fornecedor. O diálogo entre

estas equipes deve ser incentivado e servir para os ajustes de projeto, questionamentos, apontamentos, inclusive com as outras áreas envolvidas do Estabelecimento, como área-cliente, segurança do trabalho, higienização, entre outras (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020).

A Figura 1 apresenta um fluxograma de uma sugestão para o processo de instalação de equipamentos.

2.4.1 Planejamento da Instalação

Um bom planejamento de instalação resultará, sem sombra de dúvida, numa instalação harmoniosa e com o mínimo de percalços. É vedada a reinstalação no EAS, mesmo que temporariamente, dos EMH:

- não aprovados no recebimento;
- em manutenção;
- em processo de descarte;
- com laudos de calibração expirados;
- reprovados no teste de segurança elétrica;
- em processo de devolução;
- outra condição que inviabilize o uso.

O Equipamento Médico-Hospitalar situado nas condições mencionadas acima deve estar segregado e devidamente identificado quanto a sua condição e destino, com a devida documentação (procedimento de armazenamento contemplado nesta norma). A instalação de EMH deve ser feita em local específico, não podendo ocorrer, em hipótese alguma em área de circulação e devem seguir o disposto na RDC/ANVISA 50/2002 (Brasil, 2002a).

Instalações provisórias podem ser empregadas desde que para fins específicos como para manutenções e/ou avaliações por curto espaço de tempo, quando é necessário que o equipamento esteja energizado para realizar tais tarefas e sob responsabilidade da Engenharia Clínica responsável do EAS. Evidentemente, tais procedimentos devem ser realizados contemplando todas as garantias de segurança e integridade envolvidas e não servem para o funcionamento regular do EMH (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020).

A reinstalação de equipamento pode ser possível desde que estes sejam avaliados por equipe técnica capacitada garantindo que os parâmetros de funcionamento estejam dentro do especificado pelo fabricante e que a área destino supra todas as necessidades conforme citado anteriormente.

A instalação de equipamentos que possuam fontes radioativas incorporadas deve estar de acordo com o Plano de Proteção Radiológica (PPR), conforme legislação vigente (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020).

Quando aplicável, um projeto de instalação deve ser elaborado em conjunto com o fornecedor, com definição das necessidades de instalação, cronogramas de adequação de infraestrutura relacionados com a previsão de entrega do equipamento, geração de laudo técnico da física médica para a blindagem (no caso de fontes radioativas), plano de atualização ou retreinamento, plano de movimentação de equipamentos (com especificação dos horários mais favoráveis), etc.

O Planejamento da Instalação deve ser inicialmente desenvolvido durante o processo de aquisição, necessário na etapa de viabilidade, pois os custos da instalação impactam no custo total do equipamento.

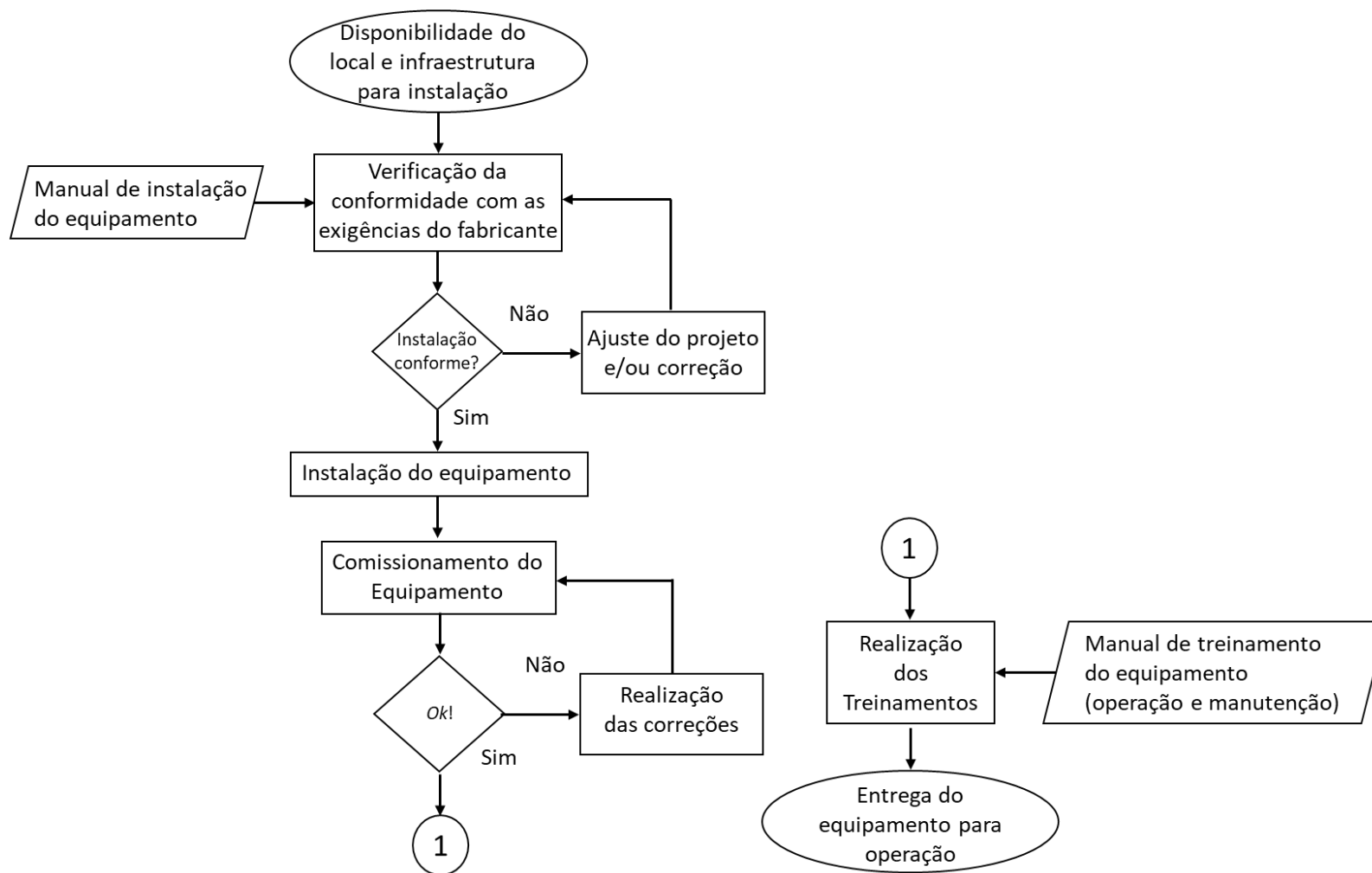
A implantação da infraestrutura para instalação do equipamento inicia tão logo seja concluído o processo de aquisição e em seu cronograma não deve exceder ao prazo de entrega do equipamento.

2.4.2 Treinamento

O treinamento de equipamentos médico-hospitalares consiste em um processo sistemático de capacitação de profissionais que irão operar, supervisionar, manter, ou interagir com tecnologias utilizadas na assistência à saúde. Esse processo é conduzido com o objetivo de garantir o uso seguro, eficiente e eficaz desses dispositivos, respeitando as instruções do fabricante, as diretrizes regulatórias e os protocolos clínicos da instituição. Os treinamentos são necessários em diversos momentos do ciclo da vida do equipamento: durante sua instalação inicial, quando há troca ou atualização de tecnologia, na substituição de modelos antigos por versões mais modernas, e também em situações de incidentes ou eventos adversos relacionados à operação inadequada dos dispositivos. Além disso, sempre que há mudanças de equipe, como a contratação de novos colaboradores ou realocação de profissionais entre setores, torna-se imprescindível realizar treinamentos de integração e atualização.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece, por meio da RDC nº 509, de 27 de maio de 2021, a obrigatoriedade de que os serviços de saúde mantenham um programa de manutenção preventiva, corretiva e calibração de equipamentos médico-hospitalares, incluindo o registro e comprovação dos treinamentos realizados.

Figura 1 - Fluxograma do processo de instalação de equipamento médico-hospitalar



Fonte: VIEIRA JUNIOR, 2024.

Além disso, a RDC nº 50/2002, que trata do regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde, também destaca que a equipe deve estar adequadamente capacitada para o uso dos equipamentos, em conformidade com as especificações dos fabricantes e boas práticas clínicas. O não cumprimento destas diretrizes pode acarretar sanções administrativas, interdições e principalmente, prejuízos à segurança do paciente e da equipe assistencial.

O planejamento do treinamento deve ser inicialmente desenvolvido durante o processo de aquisição, necessário na etapa de viabilidade, pois os custos do treinamento impactam no custo total do equipamento.

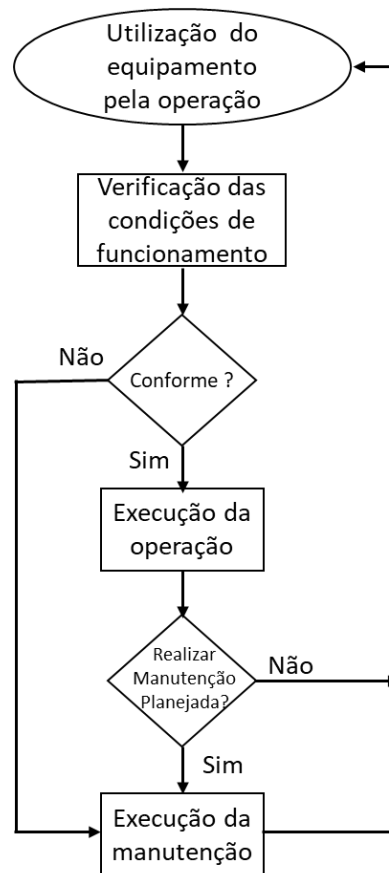
2.5 Processos de Utilização do Equipamento

É durante o uso que todo o trabalho feito anteriormente sobre o equipamento de saúde é posto a prova. Durante o uso, vários são os aspectos a serem considerados dentre os quais pode-se mencionar a rastreabilidade, treinamento operacional, segregação de equipamentos inseguros, proteção radiológica e procedimentos escritos (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020). Todos estes aspectos já deverão estar consolidados para o adequado uso do equipamento. Estes aspectos são pertinentes não somente a operação do equipamento, mas também em sua manutenção. O processo de uso do equipamento relacionado a intervenção técnica pode ser verificada através do fluxograma da Figura 2.

Os EAS devem estabelecer e implementar procedimentos para garantir a rastreabilidade de uso dos EMH. Deve-se ainda garantir que haja respectivos registros que assegurem a rastreabilidade do uso dos EMH, vinculados e os de Classe III e Classe IV (RDC/ANVISA 185/2001), incluindo os dados sobre o paciente que faz uso dele e do operador destes equipamentos (Brasil, 2001).

Os equipamentos hospitalares somente poderão ser operados por profissionais capacitados, respeitando a definição do uso pretendido estabelecido pelo fabricante, quando da sua regularização junto ao órgão sanitário competente. Antes do uso, o profissional do estabelecimento de saúde, operador do equipamento é responsável por avaliar as condições operacionais do EMH e, em caso de não conformidade, o mesmo não poderá ser utilizado, devendo ser segregado e identificado (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020). O profissional responsável pelo departamento/unidade onde o equipamento encontra-se deverá ser informado bem como o setor técnico responsável. Deste modo, os EMH devem estar em condições de uso seguro.

Figura 2 - Fluxograma do processo de Utilização de equipamento



Fonte: VIEIRA JUNIOR, 2024.

Para os equipamentos médicos emissores de radiações ionizantes devem ser observados também os requisitos de proteção radiológica contidos em legislação específica vigente (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020).

2.5.1 Intervenção técnica

A intervenção técnica é um dos pontos mais delicados do gerenciamento e que requer conhecimento técnico específico dos profissionais do EAS, pois tem como intuito manter e/ou corrigir todas as características relacionadas a identidade, integridade, qualidade, segurança e desempenho dos EMH. Para tanto, o estabelecimento deve definir e implementar procedimentos para assegurar a rastreabilidade metrológica e segurança dos EMH, bem como oferecer uma infraestrutura adequada (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020).

Toda intervenção técnica deve ser documentada no registro histórico, incluindo o nome e função do executor. As intervenções técnicas devem ser efetuadas somente por profissional legalmente habilitado, com registro no respectivo conselho de classe com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020). O EAS,

representado pelo seu Engenheiro Clínico, é responsável sobre toda intervenção técnica realizada nos equipamentos médico-hospitalares.

2.5.2 Análise de Eventos Adversos

A análise de eventos adversos refere-se ao processo sistemático de investigação, avaliação e documentação de ocorrências inesperadas que envolvam o uso de dispositivos médicos e que possam comprometer a segurança do paciente, do profissional de saúde ou da própria operação do equipamento. Um evento adverso conforme definido pela ANVISA e pela OMS, é qualquer incidente que resulte ou possa resultar em dano ao paciente durante o cuidado em saúde, sendo que, no contexto da engenharia clínica, esse dano pode ser causado por falhas técnicas, uso inadequado (mau uso), defeitos de fabricação, obsolescência ou até mesmo problemas na instalação e manutenção dos equipamentos. A análise visa não apenas identificar a causa raiz do evento, mas também propor medidas corretivas e preventivas, promovendo a melhoria contínua dos processos e a redução de riscos.

A importância da análise de eventos adversos se intensifica no contexto da segurança do paciente e da qualidade assistencial. De acordo com a norma ABNT NBR ISO 14971:2020, que trata da aplicação da gestão de riscos a dispositivos médicos, a identificação, análise e controle dos riscos associados aos dispositivos devem ser parte integrante do seu ciclo de vida.

A análise de eventos adversos permite às instituições de saúde conhecerem as falhas sistemáticas ou pontuais nos equipamentos, por conseguinte aprimorem protocolos operacionais e garantam conformidade com legislações vigentes. É obrigatório a notificação de eventos adversos a ANVISA por meio do Sistema de Notificações em Vigilância Sanitária (NOTIVISA), conforme disposto pela RDC nº 67/2009, que regulamenta a rastreabilidade e o monitoramento de produtos para a saúde no Brasil.

2.5.3 Transferências

As transferências de Equipamentos Médico-Hospitalares podem ser divididas em duas modalidades:

- Transporte externo: transporte de equipamentos médico-hospitalares ao controle e fiscalização sanitária, entre diferentes EAS ou edificações de um mesmo EAS. Este tipo de transporte pode ser terceirizado desde que a transportadora contratada esteja regularizada junto ao órgão sanitário competente;
- Transporte interno: transporte de equipamentos médico-hospitalares ao controle

e fiscalização sanitária, entre as diversas unidades de um mesmo Estabelecimento Assistencial de Saúde.

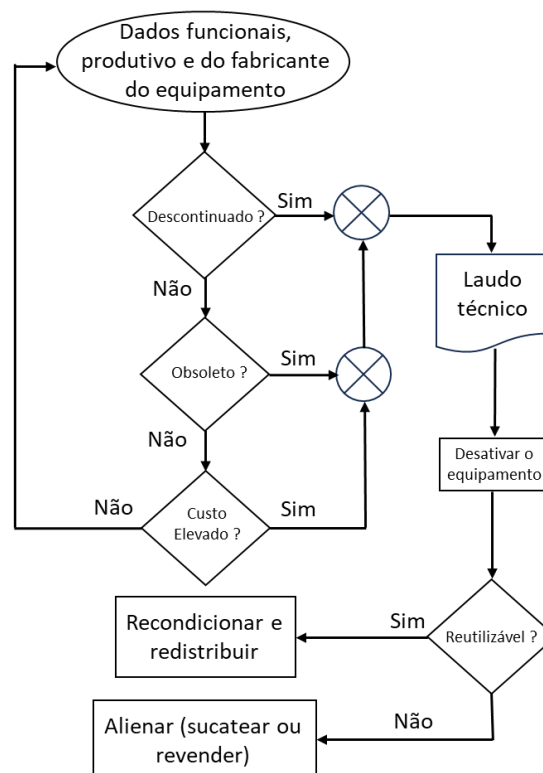
2.6 Descarte

A rápida evolução da tecnologia tem impactado significativamente o setor de saúde, especialmente no que diz respeito aos equipamentos médicos. À medida que inovações surgem, os dispositivos mais antigos podem se tornar obsoletos.

A ANVISA através da RDC nº 509/2021 (Brasil, 2021b), determina que os EAS, devem possuir plano de gerenciamento de tecnologias, onde são estabelecidos os critérios para controle e gestão de todo o ciclo de vida dos equipamentos. Nos planos de gerenciamento de tecnologias são definidos os procedimentos para as fases finais da gestão, a desativação e descarte dessas tecnologias (NEOVERO, 2024).

O processo de desativação e descarte pode ser condensado através do fluxograma descrito na Figura 3

Figura 3 – Fluxograma de desativação e descarte de equipamento médico



2.6.1 Desativação

A desativação é o momento em que é retirado de uso, levando em conta critérios pré-definidos pela instituição. Enquanto o descarte ocorre quando o equipamento, não sendo mais utilizado pela instituição, é segregado e dado o destino adequado, geralmente por motivos de obsolescência. Para a execução da desativação e descarte, exige-se uma análise rigorosa e detalhada das informações do equipamento ao longo de seu ciclo de vida. Sendo assim, é indispensável ter dados fidedignos e indicadores pelos quais pode-se determinar a execução destes processos, seguindo também legislações específicas para descartes (NEOVERO, 2024).

Alguns fatores que influenciam o descarte dos equipamentos são:

- Alto custo de manutenção versus o seu desempenho operacional;
- Falta ou dificuldade na reposição de partes e peças;
- Ociosidade, optando pela sua transferência;
- Término de contrato de comodato;
- Obsolescência tecnológica;
- A descontinuidade do modelo pelo fabricante, tanto para sua fabricação como para o fornecimento de serviços técnicos: “end of life e end of service” (“fim de vida e fim de serviço”).

Todo o ciclo de vida dos equipamentos, assim como os fatores que levam à desativação e descarte, e os procedimentos para as suas execuções, são facilmente administrados através de um “*Computerized Maintenance Management System*” (Sistema de Gestão de Manutenção Computadorizada - CMMS), (NEOVERO, 2024).

No processo de desativação pode-se destacar algumas partes de acordo com o Neovero (2024), como:

- Avaliação do Registro Histórico dos Equipamentos
- Emissão do Laudo de Desativação

Critérios como avaliação de obsolescência tecnológica (tecnologia ultrapassada), custo de manutenção (relação custo x efetividade), descontinuidade pelo fabricante, são alguns critérios que são levados em conta para elaborar um laudo técnico de obsolescência e assim validar o descarte do EMH. Mas existe a possibilidade de desfazimento de equipamento por ociosidade, caso em que por algum motivo a tecnologia ainda está funcional, mas não se aplica mais para determinados procedimentos, podendo ser realocados em outros setores, ou até outros

EASs.

- Avaliação do Registro Histórico dos Equipamentos

É um processo técnico e sistemático que visa analisar os dados acumulados ao longo do ciclo de vida dos dispositivos utilizados em instituições de saúde. O registro histórico é um documento vivo que reúne informações fundamentais sobre o desempenho, a manutenção, as falhas, as atualizações e todas as ocorrências relevantes associadas ao equipamento desde sua aquisição. Essa base de dados deve incluir o número de patrimônio, fabricante, modelo, número de série, local de instalação, datas e tipos de manutenções (preventiva, corretiva, preditiva), registros de calibração, treinamentos associados, trocas de peças, eventos adversos e quaisquer alterações significativas que impactem seu funcionamento. A avaliação desses registros permite à equipe de engenharia clínica obter um diagnóstico técnico aprofundado da condição atual do equipamento, seu histórico de confiabilidade e sua adequação contínua às necessidades clínicas da instituição.

Através da análise crítica dos registros históricos, é possível identificar padrões de falhas, avaliar o desempenho dos dispositivos ao longo do tempo, mensurar indicadores técnicos como MTBF (Mean Time Between Failures) e o MTTR (Mean Time To Repair), e apoiar decisões estratégicas, como o remanejamento, a desativação ou a substituição de equipamentos obsoletos ou de baixa confiabilidade. A RDC n° 509/2021 da ANVISA, que trata do gerenciamento de tecnologias em serviços de saúde, destaca a obrigatoriedade de manter registros organizados e atualizados das manutenções realizadas, como forma de garantir a rastreabilidade, a segurança e a conformidade regulatória dos dispositivos médicos utilizados.

- Emissão do Laudo de Desativação

Após a definição de que determinada tecnologia será desativada, um laudo de desativação deve ser emitido e validado pelo responsável técnico com o objetivo de manter a rastreabilidade do processo, sendo um requisito normativo para as instituições. Sendo a norma NBR 15943, pode-se destacar informações como indispensáveis para constar no laudo, segundo Neovero (2024) como: identificação do equipamento e/ou acessório: número de série, patrimônio, fabricante e modelo; data de realização do laudo e Ordem de Serviço (OS) correspondente; motivo da desativação; responsável técnico pela desativação. Um exemplo de Laudo de Desativação é apresentado no exposto Anexo A.

É crucial que o equipamento e/ou acessórios sejam segregados e identificados indicando que estão fora de serviço, a fim de prevenir o seu uso e danos irreparáveis aos pacientes.

2.6.2 Armazenamento

O armazenamento de equipamentos médico-hospitalares que estão destinados ao descarte é uma etapa crítica dentro do ciclo de vida dos equipamentos médicos em instituições de saúde. Este processo refere-se à guarda temporária e segura de equipamentos que já não estão em uso e que foram desativados por obsolescência, falhas técnicas irreversíveis, perda de funcionalidade clínica ou vencimento da validade tecnológica. Estes equipamentos devem estar isolados das áreas operacionais, garantindo que tais equipamentos não sejam, por engano, reintegrados ao uso clínico. Este espaço, muitas vezes é denominado de “área de quarentena” ou “área de descarte”, o espaço deve possuir controle de acesso, condições ambientais adequadas e sinalização clara, conforme diretrizes da ANVISA e boas práticas da engenharia clínica.

A importância do armazenamento adequado destes dispositivos está diretamente ligada à gestão de riscos, à conformidade legal e à segurança institucional. Trata-se de uma medida de biossegurança e prevenção de riscos, conforme a RDC nº 222/2018 da ANVISA, que regula o gerenciamento de resíduos em serviços de saúde. Essa normativa exige que resíduos de equipamentos inservíveis, potencialmente contaminantes ou perigosos, sejam devidamente acondicionados e armazenados de forma segura até a destinação final. Adicionalmente, a RDC nº 509/2021 estabelece que os serviços de saúde mantenham o controle de seus equipamentos e que toda movimentação (inclusive desativação) seja registrada e documentada. Isso reforça a necessidade de um armazenamento técnico, organizado e com rastreabilidade. A boa prática também orienta que o processo de descarte envolva critérios técnicos, avaliação do histórico do equipamento e controle documental rigoroso, incluindo etiquetas de identificação e registro de inspeção técnica.

2.6.3 Destinação

Depois de segregar o equipamento, é necessário definir qual será o seu destino. Na qual destaca-se algumas possibilidades, de acordo com o Neovero (2024):

- Doação ou realocação para outra unidade/instituição;
- Devolução ao fornecedor;
- Reutilização de peças autorizadas;
- Descarte.

Para qualquer destinação, faz-se necessário que este seja documentado como parte do

histórico do equipamento. No que diz respeito ao descarte, é um processo que requer o cumprimento das normas vigentes em relação ao gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, bem como das características próprias do equipamento executado em conjunto com a empresa responsável pela coleta de resíduos. Portanto, a instituição deve estabelecer um procedimento que esteja de acordo com as leis em vigor, para que a equipe envolvida possa acompanhar o processo até a coleta das peças ou equipamentos pela empresa transportadora de resíduos. Após todo este desfecho é necessário realizar a inativação do equipamento do controle de ativos (inventário), Neovero (2024).

O serviço de saúde deve utilizar para descarte de equipamentos o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), atendendo aos requisitos da legislação específica vigente de resíduos. O descarte, desfazimento ou alienação de equipamentos é um processo que deve ser realizado com muito critério especialmente quando se tratar de bens adquiridos através de recursos públicos. Ocorre após o equipamento receber um parecer técnico. Existem regras importantes que devem ser seguidas a fim de embasar uma decisão de desativar e descartar um determinado EMH.

2.6.4 Alienação

A alienação de equipamentos médico-hospitalares para descarte consiste no processo administrativo, técnico e legal de retirada definitiva de bens patrimoniais do acervo das instituições de saúde, após esgotado seu ciclo de vida útil. Esse procedimento implica o desligamento do equipamento dos sistemas de controle interno, mediante parecer técnico fundamentado, justificativa formal de inservibilidade ou obsolescência, e posterior destinação ambientalmente adequada, conforme a legislação vigente. A alienação pode ocorrer por diferentes modalidades, tais como inutilização, destruição, venda como sucata, doação com descaracterização ou encaminhamento a programas de logística reversa. Para ser validada, a alienação deve respeitar os princípios da economicidade, eficiência e responsabilidade ambiental, estando sujeita às diretrizes da Lei nº 8.666/1993 (Lei de licitações), da Lei nº 13.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) e às Resoluções da ANVISA, em especial a RDC nº 222/2018, que trata do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.

A alienação nas instituições de saúde tem grande importância, reside na manutenção da segurança assistencial, conformidade regulatória e otimização do espaço e do recursos. Equipamentos obsoletos ou fora de especificações de segurança representam riscos técnicos e jurídicos quando permanecem em ambiente hospitalar, mesmo que fora de operação. Além disso, a alienação permite liberar espaços físico que podem ser reutilizados para novos

investimentos, evitar confusão patrimonial e garantir transparência nas auditorias internas e externas. No contexto público, a Instrução Normativa nº 205/1988 da Secretária da Administração Federal estabelece critérios para a avaliação de bens inservíveis e sua subsequente baixa patrimonial, reforçando a necessidade de embasamento técnico elaborado por comissão avaliadora.

Os benefícios institucionais da alienação são amplos e estratégicos. Esse processo permite o aprimoramento da gestão patrimonial, promove a renovação tecnológica do parque de equipamentos, favorece a compliance com critérios de acreditação hospitalar (como exigidos pela ONA, JCI ou ISO 13485), e assegura a responsabilidade sociambiental da instituição perante órgãos reguladores, colaboradores e sociedade. A alienação também viabiliza o controle do ciclo de vida dos ativos, alinhando-se a modelos de governança em saúde baseados em eficiência, rastreabilidade e sustentabilidade. Em hospitais de grande porte como, o Hospital das Clínicas da UFMG ou o Hospital de Câncer de Barretos, já é prática consolidada a criação de comissões técnicas de avaliação de bens inservíveis, compostas por profissionais da engenharia clínica, gestores de patrimônio e profissionais da área assistencial, que avaliam criteriosamente os equipamentos passíveis de alienação.

3. ADMINISTRAÇÃO DA ENGENHARIA CLÍNICA

Como toda subunidade de uma instituição, a engenharia clínica precisa definir administrativamente seus processos e recursos necessários para sua execução. Após a disponibilidade destes recursos os processos devem ser gerenciados. Neste trabalho a administração e o gerenciamento da engenharia clínica são segregados em capítulos. No capítulo anterior foram apresentados alguns processos administrativos da engenharia clínica. Neste capítulo de administração da engenharia clínica serão apresentados os recursos da engenharia clínica e detalhados outros processos.

Cabe ao responsável pelo gerenciamento da engenharia clínica, a partir do conhecimento do EAS, de sua infra-estrutura e do parque de equipamentos instalados, a execução dos planos e diretrizes elaboradas pela administração do setor (ou subunidade), seguindo a visão geral da instituição. A administração deve oferecer recursos e estabelecer processos capazes de permitir ao gerenciamento de serviços a presteza e confiabilidade na execução dos mesmos. Um sistema de gerenciamento dos serviços de engenharia clínica não seria possível se não estiver efetivamente vinculado a um sistema administrativo dos recursos humanos e materiais envolvidos nessa atividade executando funções específicas através de processos pré-estabelecidos administrativamente. Neste ponto é importante estabelecer a diferença entre processos administrativos e os técnicos. Os processos técnicos estabelecem os métodos a serem utilizados para realizar tarefas definidas pelos processos administrativos. Por exemplo, o processo administrativo do planejamento estabelece as metas a serem alcançadas em um determinado período, enquanto os processos técnicos estabelecem como estas metas serão alcançadas. Ainda usando o mesmo exemplo, um processo administrativo de planejamento da manutenção define a necessidade de alcançar um percentual máximo de manutenção corretiva não planejada, enquanto o processo técnico estabelece a metodologia a ser observada para que se mantenha o percentual de manutenção corretiva sob controle.

3.1 Organização da Engenharia Clínica

O responsável da Engenharia Clínica precisa conhecer e entender a situação do ambiente em que está trabalhando, observando, melhorando e implantando novos processos administrativos. Este conhecimento será primordial para a implantação ou reformulação de qualquer atividade dessa área que envolva recursos financeiros, materiais ou humanos.

No caso da situação seja de uma instituição a ser implantada, a organização da

subunidade da engenharia clínica inicia com a definição dos processos a serem atendidos a partir da visão da instituição a ser implantada. Após a definição dos processos são identificados a infraestrutura, os recursos materiais, humanos e financeiros para a implantação da subunidade.

No caso de situação ser a de organização da engenharia clínica de uma instituição já existente e operante, o primeiro passo é verificar a infraestrutura, os recursos materiais, humanos e financeiros que fazem parte da atual proposta administrativa. Em um primeiro passo, o responsável pelo grupo de manutenção deve observar a infraestrutura física existente e em seguida elaborar um inventário dos equipamentos médico-hospitalares, de apoio e de infraestrutura existentes no hospital.

3.2 Infraestrutura física

Refere-se ao conjunto de elementos arquitetônicos, estruturais, ambientais, tecnológicos e funcionais necessários para garantir o desempenho adequado das atividades relacionadas à gestão, manutenção e avaliação dos equipamentos médico-hospitalares em instituições de saúde. Esta infraestrutura deve ser planejada considerando critérios técnicos, regulatórios e operacionais, com o objetivo de proporcionar um ambiente seguro, ergonômico e funcional para os profissionais da engenharia clínica. A norma RDC nº 50/2002 da ANVISA, que trata do regulamento técnico para planejamento físico de estabelecimentos assistenciais de saúde, estabelece parâmetros mínimos para a implantação desses espaços, os quais devem ser adaptados conforme o porte e a complexidade da instituição. A RDC 50/2002 não descreve a infraestrutura específica para a engenharia clínica, mas tão somente diversos ambientes de apoio logístico (como por exemplo a área de recebimento, inspeção e registro de equipamentos médicos, depósito de equipamentos / materiais, áreas de manutenção: oficinas elétrica, hidráulica, mecânica, eletrônica, eletromeânicas, lavanderia, etc ..). Contudo, baseado na RDC 50 pode-se intuir a estrutura física da engenharia clínica como descrita a seguir.

- Área administrativa: Deve ser no mínimo 12m², permitindo espaço adequado para estações de trabalho, arquivos e circulação de pessoal;
- Oficina de manutenção: Recomenda-se uma área mínima de 20m², considerando a necessidade de espaço de bancadas, ferramentas e equipamentos em manutenção;
- Depósito de equipamentos: A área destinada ao armazenamento de equipamentos deve ter no mínimo 10m² garantindo espaço suficiente para a organização e conservação dos dispositivos;

- Depósito de material de limpeza (DML): De acordo com a RDC nº 50/2002, o DML deve ter uma área mínima de 4m², equipado com tanque de lavagem e prateleiras para armazenamento de materiais de limpeza;
- Vestiário e sanitário para funcionários: Devem ser previstos vestiários separados por sexo, com área mínima de 6m² cada incluindo sanitários e chuveiros, conforme as diretrizes da RDC nº 50/2002.

A infraestrutura física do setor, ou subunidade, de engenharia clínica nas instituições de saúde tem grande importância pois está diretamente relacionada à eficácia das ações de suporte tecnológico à assistência, à segurança dos pacientes e à conformidade regulatória. Um espaço inadequado compromete o desempenho das atividades de manutenção, calibração, testes de segurança elétrica, rastreabilidade de equipamentos e resposta a falhas emergenciais. A existência de um ambiente tecnicamente preparado favorece a organização dos fluxos de trabalho, promove a segurança ocupacional dos técnicos e engenheiro e assegura a integridade dos dispositivos médicos durante os processos de reparo, higienização e armazenamento. A ausência de uma oficina técnica equipada pode forçar o envio frequente dos equipamentos às empresas terceirizadas aumentando os custos operacionais e o tempo de inatividade dos equipamentos. Assim, uma infraestrutura física bem projetada é condição essencial para a operacionalização eficaz do ciclo de vida dos equipamentos médicos, como preconizado pelas boas práticas da engenharia clínica.

Entre os benefícios e as vantagens para uma estrutura adequada para a engenharia clínica estão:

Benefícios

- Eficiência operacional: Ambientes bem dimensionados e equipados permitem uma melhor organização do trabalho, reduzindo o tempo de respostas às demandas e aumentando a produtividade da equipe;
- Segurança: A separação adequada de áreas sujas e limpas, conforme as normas da RDC nº 50/2002, minimiza o risco de contaminações e acidentes;
- Conformidade regulatória: Atender às exigências legais evita sanções e reforça a credibilidade da instituição perante órgãos fiscalizadores.

Desvantagens

- Custos de implantação: A construção ou adequação de espaços físicos conforme as normas pode demandar investimentos significativos;
- Espaço físico limitado: Em algumas instituições, a disponibilidade de espaço

pode ser um desafio, exigindo soluções criativas para atender as exigências normativas.

A infraestrutura física do setor da engenharia clínica desempenha um papel crucial na gestão eficaz das tecnologias em saúde. A observação das orientações estabelecidas pela RDC nº 50/2002 da ANVISA, para o apoio logístico, garante não apenas a segurança e eficiência das operações, mas também a conformidade legal e a qualidade dos serviços prestados. Investir em uma infraestrutura adequada é, portanto, essencial para o bom funcionamento da engenharia clínica nas instituições de saúde.

3.3 Recursos Humanos

Compreende o conjunto de profissionais capacitados que atuam de forma integrada no ciclo de vida das tecnologias médico-hospitalares desde a aquisição e instalação até a manutenção, avaliação e descarte. Esses profissionais incluem engenheiros, tecnólogos, técnicos, gestores hospitalares e outros colaboradores envolvidos direta ou indiretamente na cadeia de gerenciamento de equipamentos médico-hospitalares.

A gestão eficiente desses recursos humanos deve assegurar a operacionalização segura e eficaz dos dispositivos médicos, contribuindo para a qualidade do cuidado prestado ao paciente. Além de competências técnicas, exige-se desses profissionais habilidades em gestão de projetos, análise de risco, controle de qualidade e conformidade com normativas regulatórias, como as da ANVISA e no INMETRO. A formação contínua, o planejamento estratégico de pessoal e a adequada alocação de funções são elementos centrais para a constituição de um setor de engenharia clínica eficiente.

Com o aumento da dependência tecnológica nos processos assistenciais, torna-se indispensável dispor de uma equipe multidisciplinar bem estruturada e capacitada para assegurar que todos os equipamentos estejam em conformidade com os padrões técnicos e regulatórios. A ausência de pessoal qualificado pode comprometer diretamente a segurança do paciente, como também provocar atrasos na prestação do serviço, aumentar custos operacionais e ocasionar falhas em auditorias internas e externas. Com isso segue alguns dos profissionais que trabalham no departamento de engenharia clínica são estes:

- **Chefe da Engenharia Clínica:** figura central da gestão tecnológica, geralmente possui formação superior em engenharia biomédica, elétrica eletrônica ou áreas afins, como pós-graduação em engenharia clínica ou engenharia biomédica. Este profissional é responsável pelas atividades da Engenharia Clínica, planejando, coordenando e supervisionando as atividades relacionadas à gestão de

tecnologias em saúde, conforme as diretrizes estabelecidas pela RDC n° 2/2010 da ANVISA, que trata do Gerenciamento de Tecnologias em Serviços de Saúde. Suas atribuições incluem análise de custo-benefício para aquisição de equipamentos elaboração de políticas de manutenção, avaliação de desempenho técnico e econômico, controle documental, bem como a liderança de programas de capacitação técnica para usuários e técnicos (LIRA; SOUZA; SANTOS, 2018);

- Técnico em engenharia biomédica ou engenheiro de campo: atua predominante nos setores de manutenção e operação, tendo como foco a execução de procedimentos técnicos, como instalação, calibração, testes de desempenho e suporte técnico aos usuários. Com formação tecnológica de nível superior, esses profissionais trabalham sob coordenação do engenheiro e atuam em campo junto as às unidades assistenciais. Sua presença é fundamental para o funcionamento seguro de dispositivos críticos como bombas de infusão, ventiladores pulmonares, monitores multiparâmetros, entre outros. Conforme a NBR ISO 13485:2016, esses profissionais devem manter registro técnicos detalhados de manutenção e participar de auditorias internas e externas;
- O técnico em eletrônica: formação de nível médio, é alocado principalmente no Departamento de Manutenção Hospitalar. Ele executa atividades de manutenção preventiva em equipamentos médico-hospitalares sob supervisão dos engenheiros e tecnólogos. Suas funções também incluem o atendimento a chamados emergenciais, avaliação funcional de equipamentos após consertos, além do controle de peças e insumos técnicos. Segundo o Manual de Boas Práticas em Engenharia Clínica da ABEClin 2021, esses profissionais devem ser treinados continuamente e trabalhar com base em protocolos operacionais padronizados para garantir a rastreabilidade e a qualidade dos serviços prestados;
- Auxiliares técnicos administrativos: formação em nível médio ou técnico, os quais atuam no controle de inventário de equipamentos, abertura de ordens de serviço, organização de manuais, contratos e registros de treinamento. Esse grupo atua geralmente no Setor de Gestão Documental e Logística Técnica, sendo essencial para a operacionalização dos sistemas informatizados de gestão da engenharia clínica (como o CMMS – Computerized Maintenance Management System), além de fornecer suporte durante auditorias internas,

fiscalizações da ANVISA e processos de acreditação.

Instituições de saúde que investem em equipes multidisciplinares bem estruturadas na engenharia clínica colhem resultados significativos em termos de segurança, sustentabilidade e desempenho assistencial. A definição clara das funções, a capacitação constante dos profissionais e a organização dos setores são estratégias consagradas para garantir o alinhamento técnico e operacional da instituição com os padrões estabelecidos pelas principais normativas, como a RDC nº 50/2002 da ANVISA, RDC nº 509/2021 e as diretrizes das certificações ONA e JCI.

3.4 Inventário

O projeto Reforsus, esclarece que o inventário deve conter o conhecimento da quantidade e da qualidade dos equipamentos (de infraestrutura apoio e aplicação direta ao paciente) existente, sendo de fundamental importância para a estruturação de um departamento de engenharia clínica. Embora exista uma tendência de se atribuir pouca importância à realização de um inventário, é recomendável aproveitar essa oportunidade, para a obtenção de dados que serão bastante úteis na elaboração da proposta de implantação e gerenciamento do departamento de engenharia clínica.

A obtenção dos dados para o inventário é uma tarefa relativamente simples que será explicada ao longo deste tópico, sua elaboração, em muitos casos é demorada, mas depende do parque tecnológico instalado. O maior problema a ser enfrentado é o processamento desses dados para a obtenção de informações que servirão como base para o sistema de gerenciamento (Brasil, 2002b).

No Anexo E pode-se observar um modelo de ficha de inventário para cadastramento individual, onde:

- Situação: trata da condição na qual o equipamento está vinculado à instituição, por exemplo: equipamento locado, empréstimo, etc.;
- Descrição: faz referência sobre a funcionalidade do equipamento
- Modelo: faz referência ao modelo do equipamento;
- Fabricante: diz respeito à marca do equipamento;
- Setor: em que local o equipamento está instalado;
- Centro de custo: qual unidade arcará com as despesas do equipamento, tais como:

coaccessórios, insumos, peças;

- TAG: identificação que o sistema gera automaticamente quando é inserido no sistema;
- Número de série: identificação do equipamento que pode ser composto por características alfanuméricas este item é único todo equipamento possui um número de série exclusivo;
- Patrimônio: assim como o número de série também é único, a diferença é que este é atribuído pela instituição ao qual o equipamento foi instalado, enquanto que o número de série é gerado pelo fabricante do equipamento;
- Fornecedor: empresa ou pessoa que forneceu o equipamento para a instituição;
- Data da aquisição: refere-se a quando o equipamento foi obtido pela instituição;
- Data da instalação: refere-se a quando o equipamento foi instalado para uso;
- Valor de aquisição: quanto custou o equipamento para a instituição;
- Valor de substituição: diz respeito ao valor para a sua substituição, caso necessário;
- Garantia original: diz respeito ao tempo de garantia do equipamento a partir da sua data de instalação;
- Número da nota fiscal: refere-se ao número da nota fiscal ao qual foi realizado a aquisição do equipamento;
- Observação: caso necessário, informar algo a respeito do equipamento;
- Setor atual: diz respeito ao setor que o equipamento encontra-se;
- Empresa atual: faz referência à empresa que faz a gestão do equipamento.

A elaboração de um inventário também auxilia no controle da qualidade e quantidade dos equipamentos médico-hospitalar, onde a norma operacional de gestão de equipamentos médico-hospitalares, feita pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (Ebserh), considera fundamental para todo o Plano de Gerenciamento de Equipamentos Médico-hospitalares (PGEMH), sendo “o ponto de partida” para a elaboração do PGEMH, como os programas de manutenção preventiva, calibração, segurança elétrica, etc. (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020).

A Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – (Ebserh 2020, p. 12), transcreve que:

Um inventário mal-feito coloca em xeque todas as demais atividades do PGEMH, portanto ele deve ser elaborado de forma minuciosa e sua alimentação deve requerer atenção especial dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.

(...) A exatidão dos dados do inventário é o ponto chave do mesmo, devido a isso,

deve-se assegurar que ele seja realizado por profissionais comprovadamente capacitados e que os padrões que assegurem a exatidão dos dados nele contidos estejam estabelecidos e documentados. Toda documentação referente ao inventário deve ter sua rastreabilidade assegurada. O PGEMH contempla todos os Equipamentos Médico-Hospitalares descritos no Art. 3º da RDC nº 02, de 25 de janeiro de 2010, portanto todos os Equipamentos Médico-Hospitalares contidos neste artigo, devem ser listados no inventário, inclusive os cedidos de forma exclusiva ao Estabelecimento Assistencial de Saúde por meio de: a) Contratos ou convênios legalmente reconhecidos e destinados exclusivamente para pesquisa; b) Comodatos com empresas fornecedoras; c) Cedência entre órgãos governamentais das três esferas (municipais, estaduais e federais) e o Estabelecimento Assistencial de Saúde; d) Cedência entre órgãos particulares de assistência à saúde e o Instituição; e) Empréstimos, enquanto o equipamento estiver sob esta condição; Nos casos descritos nos itens (c), (d) e (e) a entidade cedente precisa fornecer a maior quantidade possível de dados históricos, para que o estabelecimento receptor possa montar o seu próprio registro. Os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde devem ter a capacidade de prontamente compilar o inventário de Equipamentos Médico-Hospitalares em um documento único, quando necessário (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2020, p. 12).

3.4.1 Dados do Inventário

Estas são algumas informações mínimas que devem constar no inventário segundo a Ebserh (2020, p. 12):

- Nome técnico do equipamento;
- Nome e modelo comercial do equipamento;
- Fabricante do equipamento;
- Importador, quando aplicável;
- Nome do detentor do registro no Brasil;
- Número de série do equipamento;
- Código de identificação individual do equipamento;
- Partes e acessórios do equipamento;
- Dados de regularização do equipamento de saúde junto ao órgão sanitário competente;
- Identificação do departamento/unidade ao qual pertence o equipamento de saúde dentro do estabelecimento de saúde e o profissional de saúde responsável pelo departamento/unidade.

Outro fato, é que:

(...) através do inventário pode-se confirmar a localização e atribuição da carga de cada material, permitindo a atualização de registros dos bens permanentes bem como o levantamento da situação dos equipamentos e materiais em uso, apurando a ocorrência de dano, extravio ou qualquer outra irregularidade” (Silva, 2022, p. 19).

O documento, projeto Reforsus de 2002, cita que:

Os métodos de gerenciamento para monitoração de um equipamento pertencente ao

Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS), devem ser desenvolvidos e executados a partir da solicitação de aquisição por parte do grupo médico ou de qualquer outro setor de apoio aos serviços existentes na unidade. Ao grupo de manutenção cabe uma participação efetiva no processo de especificação do equipamento, contato com os fabricantes ou fornecedores, avaliação dos equipamentos disponíveis no mercado, elaboração de critérios e exigências técnicas que devem constar do contrato de aquisição, verificação da conformidade com o que foi solicitado, aceitação e instalação do equipamento adquirido (Brasil 2002b, p.50).

3.4.2 Elaboração do Inventário

O conhecimento da quantidade e da qualidade dos equipamentos existentes é de fundamental importância para a estruturação de um departamento de engenharia clínica. Embora exista uma tendência de se atribuir pouca importância à realização de um inventário, é recomendável aproveitar essa oportunidade para a obtenção de dados que serão muito úteis na elaboração da proposta de implantação e gerenciamento do departamento ou grupo de EC (Brasil, 2002b).

A obtenção dos dados para o inventário é uma tarefa relativamente simples, embora em muitos casos demorada, dependendo do parque de equipamentos instalados. O maior problema a ser enfrentado é o processamento desses dados para a obtenção de informações que servirão como base para o sistema de gerenciamento e também como argumento para a proposta de implantação do grupo de EC. A realização do inventário exige recursos materiais e humanos capazes de processar os dados obtidos nessa tarefa (Brasil, 2002b).

O anexo B sugere um modelo de ficha utilizada para a realização de inventário.

3.4.3 Transferências

A transferência de equipamentos é algo muito comum e rotineiro nos EAS, seja externa ou entre departamentos de uma mesma unidade e precisa ser realizado com o aval do setor de patrimônio. O registro das atividades de transferência de equipamentos médico-hospitalares torna-se indispensável quando se trata de sua rastreabilidade para preservação do patrimônio e das condições de trânsito e uso destes equipamentos.

De modo a garantir que as atividades de transferência de equipamentos sejam criteriosamente observadas, o EAS deve designar um profissional em cada departamento/unidade como responsável pelos EMH nela alocados. Esse profissional necessita estar cadastrado no setor de patrimônio como responsável pelos equipamentos médicos do seu setor (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020).

O estabelecimento de saúde deve manter procedimentos escritos, com registro documentado de identificação e das atividades de transferência de EMH, bem como dos

procedimentos necessários para o envio e para o uso, garantindo-se, assim, que estes processos de transferência sejam feitos de forma a manter a integridade, a segurança, a rastreabilidade, o desempenho e a adequada utilização dos equipamentos e que os mesmos sejam transportados segregados de produtos e substâncias que possam afetar as características acima descritas (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020). Estes procedimentos devem, obrigatoriamente, levar em consideração:

- Características, condições e tipos do transporte utilizado;
- Orientações do fabricante;
- Legislação específica vigente;
- Identificação do equipamento e seus acessórios, visando sua rastreabilidade.

Quando a transferência ocorrer entre unidades/departamentos de um mesmo EAS, o registro histórico deve ser modificado de forma a contemplar a identificação e a realocação do EMH, bem como, a denominação do responsável pelo equipamento do departamento/unidade receptora.

Deve-se registrar, quando aplicável, que foram realizados testes de funcionalidade/aceitação, tanto para envio quanto para recebimento dos equipamentos e seus acessórios. Esses procedimentos devem ser aplicados inclusive para equipamentos emprestados, comodatados ou alugados, ou seja, para qualquer tipo de transferência proveniente de fornecedores ou parcerias. A instituição deve zelar pelos requisitos mínimos para transporte e de qualificação técnica, ferramentas e maquinários.

3.5 Administração da Manutenção

Para a implantação de uma equipe de manutenção em um EAS, deve-se adotar a seguinte sequência de procedimentos:

- Classificação dos equipamentos por grupo de compatibilidade;
- Definição do local de realização da manutenção;
- Definição do tipo de contrato de manutenção a ser adotado;
- Especificação do perfil e cálculo do número de pessoas para o grupo;
- Especificação da infraestrutura física necessária;
- Definição da infra-estrutura material necessária;
- Cálculo dos custos de implantação e manutenção do grupo.

3.5.1 Classificação dos equipamentos

Essa atividade tem como finalidade facilitar a quantificação dos recursos materiais e humanos, assim como a definição do perfil do pessoal a ser contratado para atuar em cada grupo de equipamentos. Segue quatro modos de executar essa classificação (Brasil, 2002b):

- Agrupamento por princípio físico de funcionamento, ou seja; ótica, eletrônica, mecânica, eletromecânica, por exemplo: grupo de equipamentos que emitem radiação, ionizante ou não (raio X, tomógrafo, ultrassom, etc.); grupo de equipamentos de mecânica (congeladores, geladeiras, ar-condicionado, bebedouros, autoclaves, balanças, mesa cirúrgica, etc.); grupo de equipamentos eletromecânicos (serras de gesso, equipamentos de odontologia, ventiladores, estufas, etc.); grupo de equipamentos eletrônicos (monitores cardíacos, eletrocardiógrafos, eletroencefalógrafos, desfibriladores, etc.), e grupo de ótica (microscópio cirúrgico, microscópio de bancada, lensômetro, lâmpada de fenda, laser, etc.);
- Agrupamento por utilização médico-hospitalar, ou seja, equipamentos de imagem, diagnóstico, terapia, laboratório, apoio, infra-estrutura. Por exemplo: grupo de equipamentos por imagem (raio X, ultra-som, ressonância, etc.); grupo de equipamentos de diagnóstico (eletrocardiógrafo, eletroencefalógrafo, esfigmomanômetro, monitor de temperatura, etc.); grupo de equipamentos de terapia (ventiladores, diatermia, bisturi elétrico, carro de anestesia, etc.); grupo de equipamentos de apoio (ar-condicionado, autoclaves, estufas, processadoras de filmes, geladeiras, congeladores, etc.), e grupo de equipamentos de infra-estrutura (grupo gerador, sistema de iluminação, no-break, transformadores, filtros de água, etc.);
- Agrupamento por sistema fisiológico, ou seja, equipamentos destinados ao tratamento ou diagnóstico de sistemas fisiológicos: cardiovascular, pulmonar, nervoso, endócrino, etc. Esse tipo de classificação causa uma superposição considerável de equipamentos com o mesmo princípio de funcionamento. Nesse caso, sugerimos que o responsável pelo grupo de EC somente utilize essa classificação quando o EAS contar com um grupo de médicos especializados e com equipamentos de alta complexidade para o tratamento de um dos sistemas fisiológicos mencionados acima;

- Agrupamento por especialidade clínica, ou seja, equipamentos utilizados em serviços médicos tais como: pediatria, obstetrícia, cardiologia, radiologia, etc.

3.5.2 Dimensionamento do pessoal

A quantidade de pessoas necessárias para cada grupo de equipamentos está diretamente relacionada com a quantidade de horas de trabalho anual que o grupo deve efetivamente dispor para manter todos os equipamentos selecionados para serviço interno. Para esse cálculo deve-se conhecer o número médio de horas necessárias para manutenção corretiva de cada equipamento (TMR), o tempo médio entre falhas de cada um desses equipamentos (TMF) e a quantidade de cada tipo de equipamento (Brasil, 2002b).

Nesse cálculo, somente devem ser considerados os equipamentos selecionados pelo grupo para a manutenção corretiva interna. A manutenção preventiva também não deve ser considerada aqui, pois esse procedimento só deverá ser adotado algum tempo (aproximadamente doze meses) após a implantação do grupo de corretiva. Para o cálculo anual da quantidade de horas de trabalho necessárias para manutenção corretiva (NHT/ano), pode-se utilizar a Equação 3.1

NHT/ano

$$= (\text{numero de equipamentos do mesmo tipo}) \times (TMR) \times (12 \text{ meses} / TMF)$$

Equação 3.1

Onde:

TMR – tempo médio de reparo

TMF – Tempo médio para falha

Utilizando o mesmo procedimento de cálculo para todos os equipamentos enquadrados pelo grupo para manutenção corretiva interna e somando todos os tempos (NHT/ano) obtidos, é possível obter o número total de horas técnicas de que o grupo efetivamente deverá dispor para atender a manutenção interna do hospital. Tendo o número total de horas de que o grupo deve dispor para a manutenção corretiva anual de todos os equipamentos selecionados para a manutenção interna, torna-se possível calcular o número de pessoas necessárias para realizar todo o trabalho (Brasil, 2002b).

O primeiro valor a ser obtido é o número de horas por ano em que um técnico realmente trabalha na manutenção corretiva, ou seja, o tempo total por ano em que esse técnico está, de fato, consertando um equipamento. Para esse cálculo tem-se:

- Total de horas de trabalho/ano = (40 horas/semana x 52 semanas) = 2.080 horas.

- Total de horas a serem descontadas:
- Mínimo de 10 feriados por ano = 80 horas;
- Férias anuais do funcionário = 160 horas;
- Média anual de dias que o funcionário pode adoecer = 40 horas;
- Número de horas que o técnico está disponível no hospital = $2.080 - 280 = 1.800$ horas.

Um outro ponto a ser considerado nesse cálculo é a produtividade do funcionário. Embora ele esteja presente no hospital, nem sempre está na oficina reparando um equipamento. De um modo geral, a literatura (Bronzino, 1995) sugere que seja usado um valor aproximado de 70%. Embora bastante otimista para um cálculo inicial, esse valor deverá ser ajustado de acordo com a produtividade medida no desenvolvimento do trabalho pelo grupo de EC.

Assim, adotando o valor de 70% para a produtividade, o tempo total no período de um ano que o técnico estará realmente consertando um equipamento, ou seja, o tempo real para manutenção (TMC), será de 1.260 horas. Dividindo a quantidade de horas de trabalho necessárias para manutenção corretiva (NHT/ano) pelo TMC, teremos o número total de técnicos necessários para a manutenção de todos os equipamentos selecionados pelo grupo para a manutenção corretiva interna (Brasil, 2002b).

3.5.3 Dimensionamento do Estoque

O dimensionamento de estoque é um processo estratégico que envolve a definição precisa da quantidade, variedade e reposição de materiais, peças de reposição e insumos técnicos necessários para o funcionamento contínuo e seguro dos equipamentos médico-hospitalares. Este processo exige uma análise criteriosa da criticidade dos dispositivos da frequência de falhas, do tempo médio de reposição de componentes (lead time), bem como da disponibilidade de fornecedores e da capacidade de armazenamento físico da instituição. No contexto da engenharia clínica, o estoque não se limita apenas a itens de consumo mas abrange desde componentes eletrônicos sensíveis até ferramentas especializadas, baterias, sensores, transdutores e acessórios proprietários. A gestão adequada do estoque exige a instituição de metodologias como o sistema PEPS (Primeiro entrar, Primeiro sair), o controle ABC (classificação por criticidade e valor de consumo), e o uso de softwares integrados de gestão de ativos como os sistemas CMMS (Computerized Maintenance Management System), que permitem rastreabilidade e otimização de recursos.

Para as instituições de saúde, o dimensionamento eficaz do estoque técnico da

engenharia clínica representa um diferencial competitivo e assistencial. Permite a redução de interrupções em procedimentos médicos, melhora os indicadores de desempenho dos equipamentos como MTBF e MTTR e sustenta a gestão de risco institucional. Em cenários de crise, como durante pandemias ou colapsos logísticos a existência de um estoque estratégico bem planejado pode assegurar a continuidade do atendimento e salvar vidas. Além disso, serve como base para a implantação de políticas de sustentabilidade, uma vez que evita desperdícios e permite o reaproveitamento inteligente de materiais. A literatura aponta que a maturidade na gestão de estoque técnico está diretamente ligada à profissionalização da engenharia clínica e à sua integração com os setores de compras, almoxarifado, tecnologia da informação e gestão hospitalar (SILVA & MACHADO, 2020).

3.5.4 Dimensionamento dos Serviços

O dimensionamento dos serviços na engenharia clínica refere-se ao processo técnico e gerencial de definir, planejar e ajustar a quantidade, o tipo e complexidade das atividades e os recursos necessários para a adequada execução das funções deste setor dentro de uma instituição de saúde. Esse processo envolve uma análise sistemática da demanda assistencial, da base instalada de equipamentos médico-hospitalares, da criticidade tecnológica envolvida, do perfil da equipe multiprofissional usuária dos dispositivos e da estrutura organizacional disponível.

O dimensionamento deve considerar tanto os serviços internos, como manutenção corretiva, preventiva, calibração e gestão de contratos, quanto os serviços de apoio, como treinamentos, apoio à aquisição tecnológica, e participação em comissões técnicas. A correta definição de escopo e carga de trabalho permite o estabelecimento de indicadores de desempenho, escalas de trabalho coerentes, e planos de contingência alinhados com a realidade da instituição.

No contexto da administração da manutenção, o dimensionamento deve considerar três modalidades principais:

– Serviços de Manutenção Corretivas

A manutenção corretiva é aquela realizada após a falha do equipamento, com o objetivo de restabelecer sua funcionalidade. Embora inevitável em algumas situações, o excesso de manutenções corretivas indica falhas na gestão da manutenção preventiva e impacta negativamente nos indicadores de disponibilidade e segurança (PEREIRA & SILVA, 2018).

– Serviços de Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva (ou sistemática) consiste em ações planejadas e programadas, com base em recomendações do fabricante, normas técnicas (como a NBR 5462:1994) ou histórico de uso. Ela reduz a incidência de falhas inesperadas e aumenta a vida útil dos equipamentos.

– Serviços de Manutenção Condicionadas

A manutenção condicionada ocorre quando a intervenção depende de parâmetros monitorados em tempo real ou por inspeções periódicas, como o desgaste de peças ou variações em padrões de desempenho. Essa modalidade é mais eficaz para equipamentos de alta criticidade e custo elevado, e pode ser facilitada por sistemas de monitoramento integrados.

3.5.5 Logística da Manutenção

Um dos pontos importantes que tangem a administração operacional da engenharia clínica é a logística hospitalar pois através desta que o setor de engenharia clínica obtém recursos, envia e recebe equipamentos entre outras coisas. A logística é denominada, no mundo empresarial, como a atividade que oferece produtos, serviços e artigos comerciais com rapidez, baixo custo e satisfação aos clientes (Kobayashi, 2000). A logística também é definida como atividade que distribui o produto certo, com quantidades e condições corretas, para o cliente correto, no local certo, com o custo adequado (Rutner e Langley, 2000). Ou ainda, a logística é o setor da empresa que dá condições práticas e adequadas para a realização das metas definidas pelo setor de marketing.

Em termos práticos, a logística é o processo de movimentação e armazenamento de materiais, peças e produtos acabados (e os fluxos de informações correlatas) em toda a organização (Christopher, 1997; Ballou, 2006) e, portanto, estratégico para os serviços de manutenção. Essa perspectiva qualifica a logística como uma cadeia de suprimentos: um fluxo de processos integrados de uma cadeia produtiva desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com vistas a fornecer produtos, serviços e informações com valor agregado aos clientes e outros públicos de interesse.

Para um bom resultado da logística dentro de uma empresa, é necessário um sistema de informação eficaz para que não haja empecilhos à comunicação entre setores. Pelos aspectos inerentes ao gerenciamento da logística, no que tange às informações envolvidas, a tecnologia da informação pode proporcionar ganhos efetivos e eficientes de controle, acompanhamento e

suporte a decisões. Algumas formas comuns de informações logísticas são as movimentações nos armazéns, pedidos de clientes, necessidade de estoque, documentação de transportes e faturas (Fleury, Wanke e Figueiredo, 2000).

A racionalização de recursos e a melhoria da eficiência da logística de um hospital são de extrema importância, principalmente no Brasil, em que o sistema público de saúde sofre uma ineficiência administrativa (Castelar et al., 1995). Há de se lembrar que, de acordo com estudo de Rivard-Royer, Landry e Beaulieu (2002), para cada dólar gasto na aquisição de suprimentos em geral, há um adicional de US\$0,70 a US\$1,00 na logística de abastecimento de estoque e distribuição interna de medicamentos. Assim, fica evidente que a manutenção do sistema logístico gera um custo que em alguns casos pode acabar interferindo no orçamento financeiro da entidade, o que paradoxalmente acaba levando a diminuir os investimentos em um bom sistema logístico.

3.5.6 Logística da Distribuição

A logística de cadeia de distribuição baseia-se no pressuposto de que a eficiência ao longo do caminho de distribuição depende diretamente do compartilhamento de informações e de um planejamento, realizado pelos agentes que compõem a cadeia (Batalha, 2001). Para a transação de mercadorias, esse planejamento deve considerar critérios como velocidade, frequência, confiabilidade, capacidade, disponibilidade, rastreabilidade e custo (Kotler, 2000).

A logística de distribuição em organizações hospitalares tem a função de garantir a entrega de materiais, equipamentos e medicamentos no momento e local necessários. De acordo com Castelar et al. (1995), o sistema de distribuição é um dos pontos mais críticos do processo de administração de materiais nos hospitais. Isso ocorre porque geralmente o fluxo da distribuição não é bem definido e nem sempre é possível prever com segurança todos os materiais necessários a algum procedimento médico.

A distribuição física é um processo crítico, pois, para que os resultados saiam conforme o planejado, o produto ou serviço tem que estar disponível para uso ou consumo no momento desejado. Além disso, os custos dos transportes são considerados os mais elevados para as organizações (Bertaglia, 2003; Chopra e Meindl, 2006). A funcionalidade da cadeia de distribuição depende da logística adotada pela organização. Diante do exposto, nota-se que a atenção da logística de distribuição se volta para as instalações de armazenagem e como elas podem contribuir para atender de forma eficiente as atividades da organização, fornecendo materiais e medicamentos no tempo e locais adequados.

3.6 Terceirização de Serviços

A terceirização de serviços na engenharia clínica tem se tornado uma prática cada vez mais comum em instituições de saúde ao redor do mundo. Esse processo envolve contratação de empresas especializadas para realizar uma variedade de atividades relacionadas à gestão de tecnologia médica, manutenção de equipamentos, treinamento de pessoal e outras funções essenciais dentro do contexto hospitalar (Brasil, 2002b).

Existem inúmeras razões pelas quais instituições de saúde optam pela terceirização de serviços na área de engenharia clínica. Uma delas é a crescente complexidade dos equipamentos médicos que demandam conhecimentos técnicos específicos para manutenção e reparo. Ao terceirizar esses serviços, as instituições podem contar com a expertise de profissionais altamente qualificados, sem a necessidade de investir em treinamento interno ou contratar uma equipe dedicada (Brasil, 2002b).

Segundo D'Antona (2024) alguns dos motivos pelos quais, as organizações estão terceirizando seus serviços, podem ser evidenciados:

- Redução de custos: a terceirização pode ser mais econômica do que manter uma equipe interna dedicada à engenharia clínica. As empresas especializadas geralmente têm uma infraestrutura estabelecida e podem se beneficiar de economias de escala, o que resulta em custos mais baixos para as instituições de saúde;
- Flexibilidade e escalabilidade: A terceirização permite que as instituições se adaptem às flutuações na demanda. Elas podem aumentar ou reduzir os serviços conforme necessário, sem comprometer a qualidade;
- Foco no *Core Business*: Ao terceirizar as atividades de Engenharia Clínica, as instituições podem concentrar seus esforços no atendimento ao paciente em suas atividades principais. Isso melhora a eficiência geral;
- Redução de riscos e responsabilidades: Respeitando a responsabilidade solidária (como as responsabilidades trabalhistas), ao transferir os serviços para uma empresa terceirizada, parte dos riscos associados à manutenção e reparo dos equipamentos também é transferida. Isso pode ser benéfico para a instituição de saúde.

Uma das funções da engenharia clínica também é gerenciar os serviços contratados de terceiros, onde em Brasil (2002b, p. 135-136), apresenta os principais tipos de contratos

realizados nas instituições de saúde, sendo esses:

3.6.1 Contrato de serviço por período determinado

Esse tipo de contrato geralmente é feito para serviços de manutenção de equipamentos mais complexos (raios X, ressonância magnética, tomografia, etc.). A escolha por este tipo de contrato de serviço deve ser considerada quando o valor dos equipamentos necessários para teste e calibração, a dificuldade de obtenção de peças de reposição, e provavelmente, o salário diferenciado a ser pago para o técnico, não justificam a manutenção interna. Geralmente, são feitos nas seguintes modalidades:

- Serviço completo: inclui um número específico de manutenções preventivas realizadas em intervalos regulares, chamadas ilimitadas para reparo, incluindo todas as peças (exceto material de consumo), todo trabalho, despesas de viagem e disponibilidade de 24h por dia, sete dias por semana, 365 dias por ano;
- Serviço com hora limitada: inclui um número específico de chamadas de manutenção preventiva em intervalos regulares, chamadas ilimitadas para reparo, inclui todas as peças (exceto material de consumo), todo trabalho e despesas de viagem durante dias específicos da semana (normalmente de segunda a sexta, das 8h às 16h);
- Serviço limitado: inclui um número específico de chamadas de manutenção preventiva em intervalos regulares, todas as peças (exceto material de consumo) e despesas de viagem até um número máximo de chamadas de serviços especificados no contrato;

3.6.2 Contrato de serviço por demanda

Esse tipo de contrato é geralmente utilizado para equipamentos de média e baixa complexidade, nesta modalidade destacam-se dois tipos: contrato de serviço sob demanda no qual é feito um contrato formal com um determinado prestador de serviço, inclui manutenção preventiva e serviço de reparo fornecido após requisição pelo cliente, é pago baseado no tempo e no material utilizado. Embora, pouco utilizado no Brasil, este tipo de contrato pode trazer algumas vantagens em termos de custos, tendo em vista a exclusividade, durante a vigência do contrato, do prestador de serviço, quem em princípio foi também escolhido em função do preço e qualidade;

3.6.3 Solicitação de conserto para empresas prestadoras de serviços:

Nesse caso, a empresa só é chamada quando ocorre a necessidade de uma manutenção corretiva, sendo que o responsável pelo grupo deve sempre verificar o preço cobrado pelo serviço e a qualidade do serviço prestado, comparando-o com outras empresas. Para grupos de manutenção pertencentes a instituições públicas, de acordo com o valor do serviço, será necessária a abertura de um edital, com cláusulas que prevejam o valor e a qualidade do serviço.

Um aspecto relevante é a necessidade de estabelecer contratos claros e abrangentes com as empresas terceirizadas, definindo claramente as responsabilidades, obrigações, padrões de desempenho e procedimentos de monitoramento e avaliação. Isso é essencial para evitar mal-entendidos e conflitos, e para garantir uma parceria eficaz e transparente entre a instituição de saúde e a empresa terceirizada.

Outro ponto que deve-se levar em consideração ao terceirizar um serviço, seria na questão da garantia da qualidade dos serviços prestados, pois estes devem atentar para que estejam dentro dos padrões de qualidade e segurança exigidos e que cumpram com as devidas regulamentações aplicáveis. Pode-se citar alguns aspectos de qualidade dos serviços ao considerar sua terceirização:

- Seleção criteriosa de parceiros: Ao escolher uma empresa terceirizada, as instituições de saúde devem realizar uma avaliação rigorosa. Isso inclui verificar o histórico da empresa, sua experiência, certificações e referências. A empresa terceirizada deve estar alinhada com os padrões de qualidade e segurança exigidos;
- Contratos detalhados: os contratos de terceirização devem ser minuciosos e específicos. Eles devem abordar claramente os padrões de qualidade esperados, os procedimentos de manutenção, os tempos de resposta para reparos e outras obrigações. Isso ajuda a estabelecer expectativas claras;
- Monitoramento contínuo: deve-se implementar um sistema de monitoramento contínuo para avaliar o desempenho da empresa terceirizada. Isso pode incluir auditorias regulares, avaliações de satisfação do cliente e revisões de relatórios de serviço;
- Auditorias e certificações: é necessário verificar se a empresa terceirizada possui certificações relevantes, como ISO 13485 (para dispositivos médicos) ou outras normas específicas da área de saúde. Além disso, realize auditorias periódicas para garantir a conformidade contínua;
- Comunicação aberta: deve-se manter uma comunicação transparente com a empresa terceirizada. Se surgirem, problemas de qualidade, é importante abordá-los imediatamente e trabalhar em conjunto para resolvê-los;
- *Feedback* dos usuários finais: Ouça os usuários finais (médicos, enfermeiros, técnicos) que interagem diretamente com os equipamentos devem ser ouvidos.

Eles podem fornecer insights valiosos sobre a qualidade dos serviços prestados;

- **Avaliação de riscos:** Realizar é necessário realizar uma avaliação de riscos para identificar possíveis áreas de preocupação. Isso ajuda a priorizar ações corretivas e preventivas.

Em resumo, a terceirização pode ser uma solução eficaz, mas requer diligência na seleção de parceiros e monitoramento constante para garantir a qualidade dos serviços prestados. As instituições de saúde devem estar comprometidas em manter os mais altos padrões de segurança e atendimento ao paciente, independentemente de quem esteja realizando os serviços de Engenharia clínica. Por fim, as instituições devem ter cuidado com a dependência excessiva de serviços terceirizados pois podem resultar em perda de controle sobre as operações internas e processos internos, ou seja, as instituições precisam encontrar um equilíbrio entre a terceirização de serviços e a manutenção de uma equipe interna capaz de supervisionar e gerenciar as atividades dos terceirizados.

3.7 Organização dos Serviços

A organização dos serviços na gestão da engenharia clínica é um componente fundamental para garantir o adequado funcionamento dos sistemas de saúde que dependem fortemente da disponibilidade, desempenho e segurança das tecnologias médico-hospitalares. Esse processo compreende a estruturação lógica, sistemática e funcional dos diferentes setores, recursos humanos, processos operacionais, ferramentas de gestão e fluxos de trabalho que compõem a engenharia clínica dentro das instituições de saúde. Essa organização precisa considerar desde a definição clara de responsabilidades, papéis e hierarquias, até o alinhamento com os objetivos institucionais e as normas técnicas e regulatórias vigentes, como a RDC nº 2/2010 da ANVISA e as boas práticas recomendadas pela ABEClin, 2017. O conceito envolve ainda a padronização de procedimentos operacionais, a implementação de sistemas informatizados de gerenciamento de manutenção, controle de inventário, logística de peças, planejamento de aquisições e descarte, entre outros elementos críticos ao bom desempenho do setor.

A importância da organização reside na capacidade de promover uma gestão eficaz dos equipamentos médico-hospitalares e das tecnologias em saúde, com impacto direto na qualidade assistencial prestada aos pacientes. A organização permite que o setor de engenharia clínica atue de forma proativa na gestão do ciclo de vida dos equipamentos, desde a aquisição e instalação, passando pela manutenção preventiva, corretiva e calibração, até a desativação e

descarte responsável. Essa abordagem estruturada contribui para a segurança do paciente, a conformidade com normas sanitárias, a rastreabilidade de intervenções técnicas e a redução de custos operacionais, por meio da diminuição do tempo de inatividade dos equipamentos e do uso racional de recursos.

Em um cenário de crescente complexidade tecnológica e de pressão por resultados, com uma estrutura organizacional bem definida, fluxos operacionais otimizados, equipe capacitada e alinhamento com estratégias de gestão hospitalar, é possível alcançar altos níveis de eficiência técnica e qualidade assistencial. Instituições que investem na organização da engenharia clínica demonstram maior resiliência frente às crises (como a escassez de equipamentos em pandemias), maior capacidade de inovação tecnológica e melhor reputação perante órgãos acreditadores e a sociedade.

3.8 Infraestrutura de tecnologia da informação

Compreende o conjunto de sistemas, equipamentos, redes, softwares e protocolos responsáveis por apoiar a gestão e a operação técnica dos equipamentos médico-hospitalares e tecnologias de saúde. Esta infraestrutura é essencial para garantir a rastreabilidade de dados de manutenção, controle de inventário, monitoramento remoto de dispositivos, gestão de contratos e avaliação de desempenho operacional. De acordo com a RDC nº 2/2010 da ANVISA, o gerenciamento eficaz das tecnologias em saúde deve considerar a implantação de sistemas informatizados capazes de registrar e auditar todas as ações relacionadas ao ciclo de vida dos equipamentos, desde a aquisição até a desativação (ANVISA, 2010). Assim, a infraestrutura de TI deve ser robusta, segura e compatível com os requisitos de interoperabilidade, assegurando a integridade e disponibilidade das informações, especialmente diante do crescente volume de dispositivos conectados em rede, como ocorre com o advento da Internet das Coisas Médica (IoMT).

3.8.1 Surgimento do Software e seus benefícios

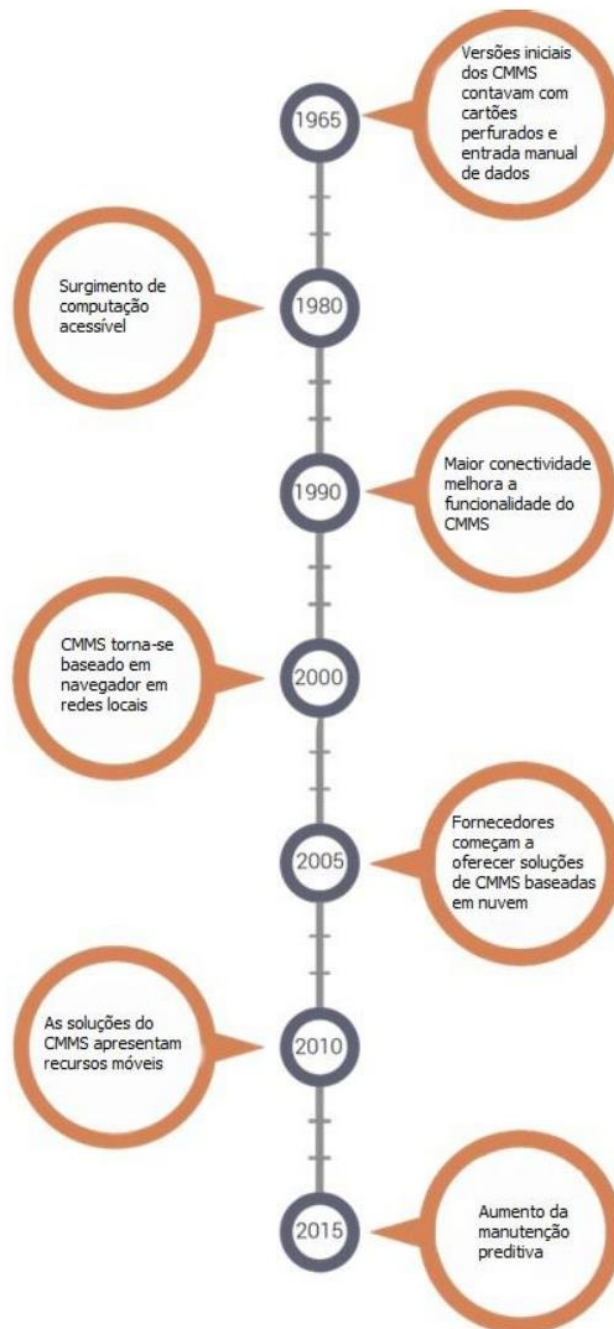
O CMMS (Computerized Maintenance Management System) começou em torno de 1965 com cartões perfurados. Os técnicos relatavam em listas as ordens de serviços, de manutenção dos equipamentos. Essas listas eram entregues para funcionários de entrada de dados, para realizar o envio das listas de software CMMS (Oliveira e Borges, 2018).

Na década de 80, surgiu uma nova geração do CMMS, permitindo que as empresas de pequeno e médio porte, pudessem investir na tecnologia, com o surgimento do hardware. Na década de 90, as empresas conseguiam personalizar as aplicações através da conexão de rede local, podendo fazer o compartilhamento do uso de dados, com mais eficiência e agilidade entre computadores, pela primeira vez.

Atualmente o CMMS está disponível na nuvem, pelo sistema que possui uma arquitetura “*multitennant*” permitindo o acesso do cliente na aplicação. Isso facilita ao cliente o acesso à conta, para atualizações e recursos disponíveis (Oliveira e Borges, 2018). Deste modo, é possível que os fornecedores deem o suporte necessário com eficiência e habilidade, em tempo curto de inatividade do equipamento médico-hospitalar. Com isso, o cliente não terá a necessidade de depender de uma equipe que seja especializada em resolução de futuros problemas.

A computação em nuvem traz inúmeros benefícios, e tende cada vez mais a ocupar espaço na tecnologia. A aplicação CMMS, desfruta de alguns benefícios que são oferecidos pela nuvem, como por exemplo, a agilidade de implementação mais rápida e eficiente da aplicação. Segue a figura 6, que traz como imagem a linha do tempo do software CMMS.

Figura 6 - Linha do tempo do software CMMS.



Fonte: Oliveira e Borges, 2018.

❖ Benefícios do CMMS

Os principais benefícios que o CMMS traz para os usuários segundo Oliveira e Borges (2018), são:

- Auxilia na tomada de decisão: as empresas coletam as informações que são geradas na manutenção, e são transformados em dados para ter um entendimento de como funcionam os processos;
- Vida prolongada do equipamento e tempo de inatividade reduzido: O acompanhamento da manutenção leva a um tempo mais confiável de atividade,

onde beneficia o programa de manutenção em relação ao fluxo de trabalho na linha de produção;

- Reduzir os custos de mão de obra: às vezes ocorrem falhas e reparos que não estão programados. Tendo um sistema inteligente para a manutenção programada, evita que a equipe de manutenção tenha que trabalhar horas extras, e reduz os custos de mão de obra extra;
- Economia de custos em peças de reposição e estoque: controle de estoque para dispor de peça sobressalente sempre que necessário e evitar solicitar peças erradas que não terão utilização imediata. Defina o limite para cada peça no estoque e o reorganize para saber o que solicitar, sem excesso;
- Maior produtividade: diminuir o tempo percorrendo arquivos e documentos para extrair informações. A aplicação CMMS tem módulos de aplicativos móveis onde os técnicos de manutenção possuem acesso direto as ordens de serviços, entre outros.

3.8.2 CMMS aplicado na gestão da engenharia clínica

O CMMS na área da saúde tem a eficiência de gerenciar e manter a organização em boas condições, segundo as competência do programa de GTS. O gerenciamento dos equipamentos médico-hospitalares é de responsabilidade da engenharia clínica que tem como objetivo, dar a devida atenção aos testes, reparos e manutenções dos equipamentos de diagnóstico e tratamento clínico, a fim de garantir que possam ser utilizados com segurança e eficácia.

Segundo o artigo ‘Sistema computadorizado de *gestión del mantenimiento*’, o CMMS é um sistema de computador que contém um banco de dados com as operações de manutenção de uma organização (Organização Mundial da Saúde, 2012). No GTS, o CMMS é utilizado para automatizar a documentação de todas as atividades relacionadas a dispositivos médicos, como planejamento de equipamentos, gerenciamento de inventário, procedimentos de manutenção e retirada de dispositivos médicos ou avisos sobre eles.

Os dados coletados podem ser analisados e utilizados na gestão de tecnologia, garantia de qualidade, controle de ordens de serviço e elaboração de orçamentos para dispositivos médicos (Oliveira e Borges, 2018). O CMMS procura atender as necessidades do usuário, para auxiliar na manutenção e gerenciamento dos dispositivos médicos. Caso o usuário queira um software mais específico a possibilidade de adaptar o sistema de acordo com a necessidade do

cliente, mas o valor de custo é um pouco mais alto.

O software pode ser utilizado por engenheiros como ferramenta para complementar o programa GTS, que auxilia para alcançar os objetivos específicos dos departamentos. A boa implementação do CMMS tem o objetivo de melhorar o atendimento, com uma gestão mais eficiente, garantindo a manutenção dos equipamentos, com o intuito de garantir a operação confiável.

3.8.3 Estrutura de um software de engenharia clínica

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2012) será descrito a estrutura básica que ajuda no desenvolvimento e escolha do sistema adequado às necessidades:

- Campos e tabelas: o campo é um tipo de informação específico. Já a tabela é um conjunto de campos relacionados, por exemplo: tabela de localização de equipamentos;

No desenvolvimento do sistema é sugerido que se crie de forma mais simples e homogênea para melhor codificação. O campo é um dado que pode ser agrupado em tabelas. O CMMS comercial consegue entender um conjunto de códigos genéricos que se permitem ser personalizados ou adaptados conforme as necessidades da organização.

Com base nas informações do artigo Sistema computadorizado de gestión del mantenimiento, para a codificação do “tipo de equipamento” deve ser considerado o uso de sistemas de nomenclatura padronizados como o “*Universal Medical Service Nomenclature System*” e “*Global Medical Device Nomenclature System*” (Organização Mundial da Saúde, 2012). O uso das nomenclaturas apropriadas facilita o gerenciamento dos relatórios e alertas de vigilância (Oliveira e Borges, 2018).

A figura 7 a seguir, mostra as tabelas utilizadas e os campos associados.

Figura 7 – Tabelas usadas e campos relacionados.

Tabela	Campos
Tipo de equipamento	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo equipamento - Procedimentos de inspeção e manutenção preventiva (IMP) - Frequência de IMP - Nível de risco - Pessoal responsável
Modelo de equipamento	<ul style="list-style-type: none"> - Número do modelo - Número de série - Lista de peças - Código e nome das peças - Procedimentos de IMP
Fabricante / Vendedor	<ul style="list-style-type: none"> - Código e nome do fabricante - Código e nome do vendedor - Endereço eletrônico, telefone e endereço físico do fabricante - Endereço eletrônico, telefone e endereço físico do vendedor - Nome da pessoa de contato do fabricante - Nome da pessoa de contato do vendedor
Armazéns / Peças de reposição	<ul style="list-style-type: none"> - Código e nome do armazém - Código e nome das peças - Número da ordem da peça
Pessoal	<ul style="list-style-type: none"> - Código do empregado - Nome do empregado - Posição do empregado - Nível de acesso - Dados sobre capacitação
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> - Número de inventário - Número da ordem de trabalho - Provedor de serviços de suporte - Código do engenheiro do serviço - Código e nome da falha - Procedimentos de IMP
Estabelecimento de cuidados da saúde	<ul style="list-style-type: none"> - Código e nome do centro - Código e nome do prédio - Código e nome do departamento - Tipo de centro

Fonte: Oliveira e Borges, 2018.

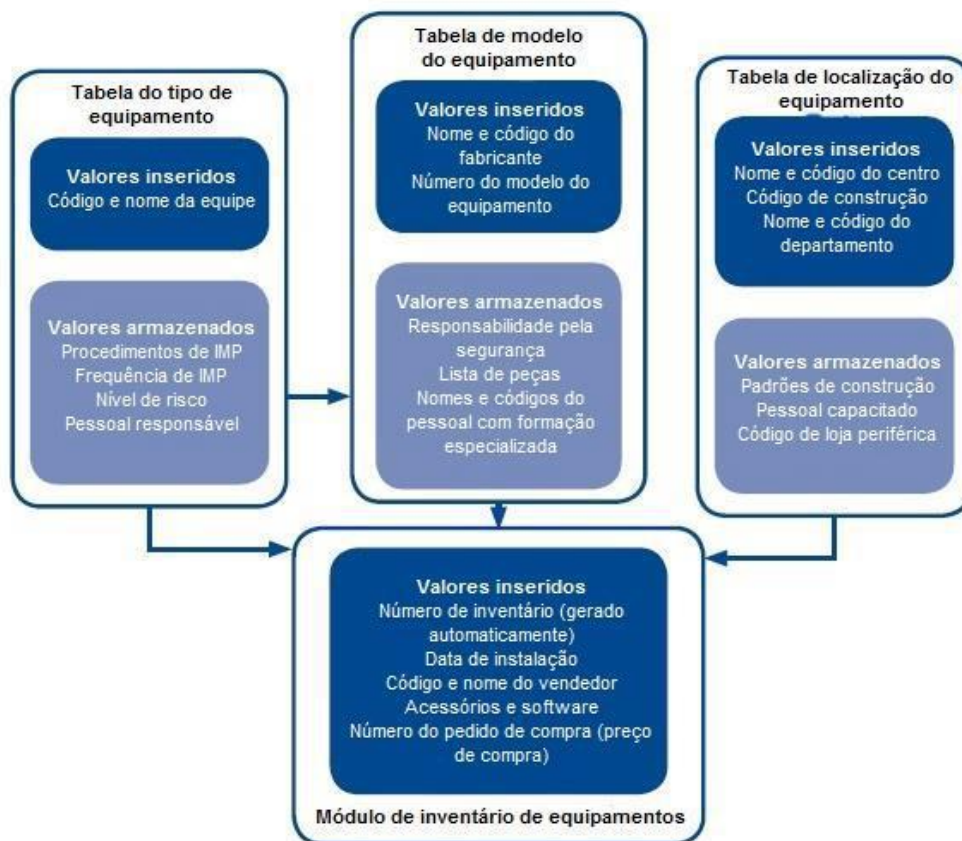
- Módulos: é um conjunto de tabelas e telas de dados, que consiste em tipos de

equipamentos, informações sobre o fabricante e localização do equipamento;

- Módulo de inventário de equipamentos: é o núcleo do CMMS e o primeiro módulo a ser desenvolvido. Porém é importante a inclusão de todos os campos para que o GTS seja eficaz. Quando se adiciona um equipamento novo ao inventário, é registrado no banco do CMMS por uma tela de entrada de dados.

A figura 8 a seguir ilustra a infraestrutura referente ao módulo de inventário de equipamentos. São mostradas as três tabelas que serão fornecidas as informações para a geração do inventário final. Para realizar novos registros de estoque de equipamentos novos, deve haver confiança nos padrões armazenados, faz com que o tempo de inserção de dados seja reduzido e evitar erros humanos.

Figura 8 - Infraestrutura da tabela correspondente a um módulo de inventários dos equipamentos.



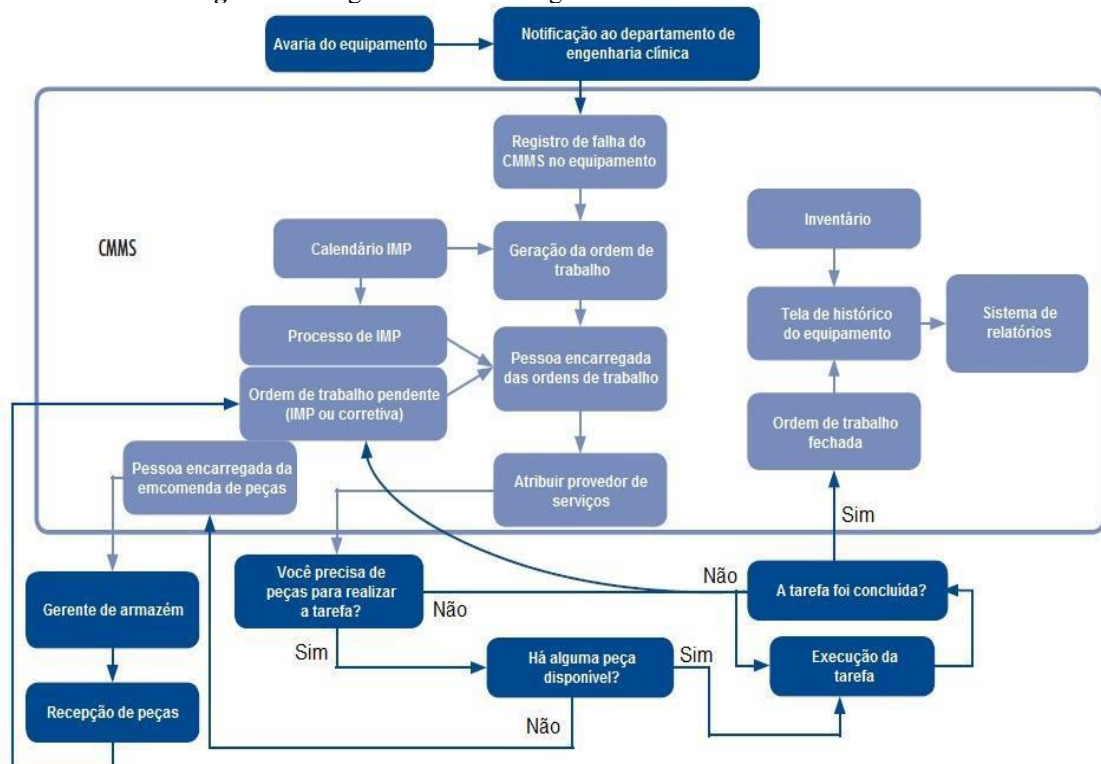
Fonte: Oliveira e Borges, 2018.

Na figura 8 que apresenta os dados e informações dos tipos de equipamentos, inclui os valores previamente armazenados, com os procedimentos de inspeção e manutenção preventiva, o nível de risco e o pessoal encarregado de cada tipo de equipamento médico. Só

será necessário inserir o código de um novo equipamento na tabela e todos os valores armazenados anteriormente associados a esse código serão adicionados ao inventário. De modo que outras áreas mostrem os valores padrões associadas ao modelo do equipamento, localização e número do inventário, permitindo criar os módulos com eficiência e manter a integridade dos dados. Neste sentido:

- O módulo de inventário e gerenciamento de peças de reposição é a expansão do módulo de estoque, serve para rastrear as peças de reposição relacionadas ao equipamento, mantendo os níveis de estoque. As peças podem ser armazenadas em diferentes equipamentos, como fusíveis, baterias e componentes eletrônicos básicos.
- Módulo de manutenção: auxilia o usuário do CMMS a gerenciar todo o cronograma com eficiência. Na figura 9 o diagrama ilustra como é a integração do CMMS com um sistema normal de um hospital, que pode ser utilizado tanto para manutenção preventiva planejada, como para manutenção corretiva;
- Manutenção preventiva planejada: com base nas informações o sistema tem a possibilidade de calcular quando é necessário realizar manutenção dos equipamentos e informa quando e quais partes dos equipamentos são necessários para fazer a manutenção;

Figura 9 - Diagrama do fluxo da gestão das ordens de trabalho.



- **Manutenção corretiva:** se ocorrer algum problema a equipe do departamento de engenharia clínica pode registrar uma falha no CMMS. Automaticamente é gerada uma OS para que a equipe responsável solicite um técnico a tomar as melhores decisões. Se na avaliação inicial da falha for detectado, que é necessária a troca de uma peça para concluir a ordem, o sistema registra esse fato e fornece ao técnico as informações que são relevantes para a conclusão.
- **Módulo de gerenciamento de contratos:** usado para rastrear os serviços de manutenção. O custo e desempenho são os principais fatores que devem ser controlados, tanto nos fornecedores, quanto dos equipamentos. Se a equipe possui cobertura por contrato seja garantia, serviço completo ou assistência parcial, o provedor tem a obrigação de fornecer a assistência técnica à equipe. O CMMS consegue gerar alerta automático informando o fornecedor do equipamento os registros no sistema, como falhas, inspeção e manutenção preventiva.
- **Telas e relatórios:** tela permite ao usuário adicionar, coletar e analisar dados de campos, tabelas e módulos. Essa é a principal função de um CMMS, pois contém as informações de inventários, atividades de manutenção, ordens de serviços, peças utilizadas e os custos. As telas também permitem a geração de relatórios que auxilia no controle das atividades que estão relacionadas ao gerenciamento dos equipamentos.

3.8.4 Implementação e instalação de um software de gerenciamento

A Organização Mundial da Saúde (2012), em seu artigo Sistema Computadorizado de *gestion del mantenimiento*, dispõem as etapas listadas a seguir, fazem parte da implementação de um Software de gerenciamento em um setor de Engenharia Clínica:

- **Avaliação:** nesta primeira etapa é realizado um estudo de viabilidade para avaliação da necessidade da implementação do CMMS. Durante toda esta fase é feita uma análise completa e definido o escopo do sistema, são tomadas decisões para definir as funções do sistema e quais são os dados necessários;
- **Seleção:** com o CMMS, o programa GTS pode ser dispensado ou automatizado. Por isso o número de recursos de um CMMS pode variar e a seleção é baseada nas necessidades do usuário, que pode querer o serviço total do sistema ou

somente parcial. Escolhida as especificações do sistema, pode-se selecionar algum programa de computador adequado, desde que atenda as necessidades do usuário, ou também pode ser projetado de acordo com as especificações de cada usuário;

- **Obtenção de dados:** deve ser realizado um estudo completo e análise de todos os dados disponíveis;
- **Instalação:** antes do processo de instalação ser efetuado é necessário colocar uma pessoa como administrador responsável pela manutenção técnica e gestão de segurança do sistema. O CMMS pode ser implantado integralmente ou parcial, essa decisão cabe apenas ao departamento de engenharia clínica, e dependendo dos recursos disponíveis. O sistema é instalado no servidor ou também pode ser instalado individualmente nos computadores dos usuários;
- **Configuração e personalização:** a configuração e personalização devem ser feitas antes de inserir os dados no sistema, na sua configuração o sistema abrange alguns aspectos como fluxo de trabalho, acesso, segurança e preferência do usuário. Na personalização são tratados os requisitos funcionais técnicos, como por exemplo, adaptação de telas e tabelas, fluxo de trabalho específico e campos de dados adicionais;
- **Entrada de dados:** envolve desde a introdução inicial dos dados em campos comuns, número do equipamento, código do inventário, localização do equipamento, entre outras. Nesta fase também são estabelecidos os níveis de segurança e senhas do usuário. Para alimentar as tarefas que devem ser realizadas a equipe de engenharia clínica fica responsável por inserir os dados no banco, já que eles possuem o conhecimento dos termos que são utilizados. Assim que os primeiros dados forem inseridos a funcionalidade do sistema já pode ser testada. O CMMS só estará funcionando corretamente assim que a entrada de dados e os testes forem concluídos com sucesso;
- **Treinamento:** é a fase mais importante, pois todos os usuários do departamento de engenharia clínica, devem conhecer e dominar as funções do CMMS. Os treinamentos devem iniciar na primeira etapa da implementação do sistema, para garantir que a equipe aceite como é o funcionamento e adquirir confiança. É conveniente também que a equipe tenha um treinamento básico sobre gerenciamento de banco de dados. Se caso for necessário que outros usuários

utilizem o sistema, também é obrigatório que eles façam o treinamento.

3.9 Implantação da engenharia Clínica

Provavelmente, ao contratar a implantação do grupo de gerência e manutenção, o responsável pela contratação apontou os problemas, relativos à área de equipamentos hospitalares que mais afligem o hospital. Esses apontamentos auxiliarão a priorizar os serviços do EAS (ambulatórios, centro cirúrgico, UTI, etc.) para os quais deverão ser desenvolvidas as atividades do grupo de EC. Assim, para iniciar a implantação do grupo, recomenda-se:

- Priorizar os pontos críticos apontados pela administração do hospital;
- Para serviços hospitalares cujos operadores, e o pessoal clínico em geral estejam satisfeitos com a manutenção externa e os custos dos contratos não sejam tão elevados, evitar, em um primeiro momento, a transferência da manutenção de equipamentos para o grupo a ser implementado;
- Para equipamentos cuja complexidade de manutenção exija técnicos com treinamento especializado, tentar manter os contratos de manutenção existentes até o momento em que haja a possibilidade de treinamento de técnicos internos do grupo.

Quaisquer que sejam os problemas apontados, o levantamento do inventário ou sua atualização, é o passo inicial indispensável na implantação / reestruturação da EC. Uma vez terminado todo o levantamento de dados sobre o parque de equipamentos existentes no EAS e calculados os recursos necessários para a implantação do grupo de EC, deve ser elaborada e apresentada à administração uma proposta para a implantação da equipe de EC contendo os resultados desse trabalho. Essa proposta, embora deva ser bastante concisa, deve apresentar todos os recursos necessários para a implantação do grupo. Uma estratégia que pode ser utilizada para esse caso é a divisão da proposta em duas partes. A primeira conteria uma breve descrição dos recursos humanos, materiais e financeiros necessários para a implantação do grupo (Brasil, 2002b).

A segunda parte da proposta seria mais descritiva, com a forma e o conteúdo sugeridos a seguir. Assim, caso o administrador queira maiores informações sobre as solicitações apresentadas na primeira parte da proposta, ele encontrará na segunda parte todos os cálculos e justificativas referentes a cada item solicitado. A utilização dessa estratégia tem como objetivo evitar textos extensos e cansativos, sendo necessário que várias páginas sejam lidas para

entender o que realmente está sendo solicitado (Brasil, 2002b).

Uma forma de apresentação e do conteúdo para a elaboração da segunda parte da proposta:

- **Introdução:** fazer uma descrição resumida da finalidade do grupo, os serviços a serem implantados prioritariamente e a sua justificativa. Críticas a determinados grupos e problemas devidos à má administração eventualmente detectados em cada um dos serviços do EAS não devem, em hipótese alguma, ser colocados na proposta;
- **Metodologia utilizada:** descrever os métodos utilizados para o cálculo dos valores de cada item de custo fixo e de custo variável. Expor o método utilizado para o cálculo do número de técnicos com os respectivos perfis para cada grupo de equipamentos, o método empregado para o cálculo da área física;
- **Cronograma de atividades:** elaborar um cronograma para mostrar a época de implantação de cada atividade (curto, médio e longo prazo) a ser desenvolvida pelo grupo, com a justificativa para as datas de implantação apresentadas. Nesse caso, é importante não só uma justificativa política, mas também a apresentação de uma fundamentação econômica, principalmente se esta tem a intenção de diluir ao longo do tempo, os custos iniciais da implantação de uma determinada atividade;
- **Cronograma de desembolso:** o cronograma de desembolso está fortemente ligado ao cronograma de atividades. Entretanto, algumas atividades não dependem de investimentos financeiros, mas de desenvolvimentos educacionais (treinamento) ou gerenciais. Assim, esse item deve ser ordenado de modo que os desembolsos sejam efetuados somente quando as atividades a desenvolver efetivamente demandem um investimento financeiro;
- **Conclusão:** expor as expectativas do responsável pelo grupo, ou seja, as metas que ele pretende atingir, uma vez que alguns problemas relativos aos equipamentos já foram estudados, e o tipo de apoio (não só financeiro) que ele espera da administração para atingir as metas propostas.

4. INTERVENÇÕES TÉCNICAS

A atividade fim da Engenharia Clínica é a manutenção do parque tecnológico disponível com confiabilidade adequada. Portanto o estabelecimento deve desenvolver e implementar procedimentos para inspeção, ensaio, manutenção, ajuste, verificação, calibração e testes de segurança elétrica nos EMH, quando couber. As manutenções preventivas dos EMH devem ser realizadas em conformidade com as características e periodicidade pelo fabricante, constantes no manual de cada equipamento ou determinado pela engenharia baseada nos dados de operação e no histórico do equipamento.

Sempre que houver alguma intervenção técnica que possa afetar as características inerentes ao desempenho e segurança do equipamento de saúde, este deve ser obrigatoriamente submetido a procedimentos de calibração e, caso necessário, ajuste, até que apresente conformidade com as prescrições normativas e legislação aplicáveis ao equipamento (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020).

4.1 Tipos de Manutenção

Na prática da engenharia clínica, as intervenções técnicas desempenham um papel crucial na garantia da funcionalidade, segurança e confiabilidade dos equipamentos médico-hospitalares. Entre os principais tipos de intervenção destacam-se: manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva, calibração e ensaios de segurança elétrica. Cada um desses procedimentos possui objetivos distintos e complementares dentro do ciclo de vida dos dispositivos médicos, sendo sua aplicação regulamentada por normas técnicas e diretrizes nacionais e internacionais, como a NBR ISO 13485:2016, a RDC nº 2/2010 da ANVISA e a IEC 62353.

A integração dessas diferentes intervenções técnicas proporciona um modelo de gestão mais robusto e eficaz. Os benefícios incluem a redução do tempo de inatividade dos equipamentos, o aumento da segurança do paciente, a conformidade com os requisitos regulatórios e o aprimoramento dos indicadores de desempenho, como MTBF e MTTR. Além disso, a padronização desses processos contribui para uma cultura organizacional orientada à qualidade e à segurança, elementos fundamentais para instituições que almejam acreditações nacionais e internacionais.

4.1.1 Manutenção Corretiva (MC)

Fazer a manutenção de um equipamento somente após apresentar falhas ou pane, é

considerada como a manutenção mais cara, pois leva tempo e gera prejuízos na produção (Abecom, 2021). Este tipo de manutenção atua utilizando os reparos necessários para que o equipamento volte ao seu uso normal com segurança e em melhores condições de performance o mais breve possível, conforme o grau de urgência. A necessidade da MC é normalmente identificada quando um usuário ou operador identifica e relata um problema no funcionamento do equipamento ou quando um funcionário do setor/unidade de engenharia clínica identifica a falha de um equipamento e sua necessidade de correção (Brasil, 2002b).

De maneira resumida, o processo de MC consiste na identificação do equipamento que apresenta falha, entendimento do problema apresentado e levantamento das possibilidades de execução do reparo. A depender da complexidade do equipamento e do defeito apresentado, pode-se considerar diferentes formas de se executar o reparo: via contratos externos de manutenção e garantias, pelo próprio corpo técnico do setor/unidade de engenharia clínica ou pela contratação de empresa externa.

Após o reparo é feita a verificação e inspeção de performance e segurança do equipamento e, se comprovado o seu perfeito funcionamento, é feita a devolução ao seu setor de uso. Dependendo do equipamento, do tempo de reparo e do impacto da indisponibilidade do mesmo na prestação de serviço do hospital, indica-se a disponibilização de um backup para o setor, sempre que possível, visando a não ocorrência de paralisação ou diminuição do serviço prestado (Brasil, 2002b).

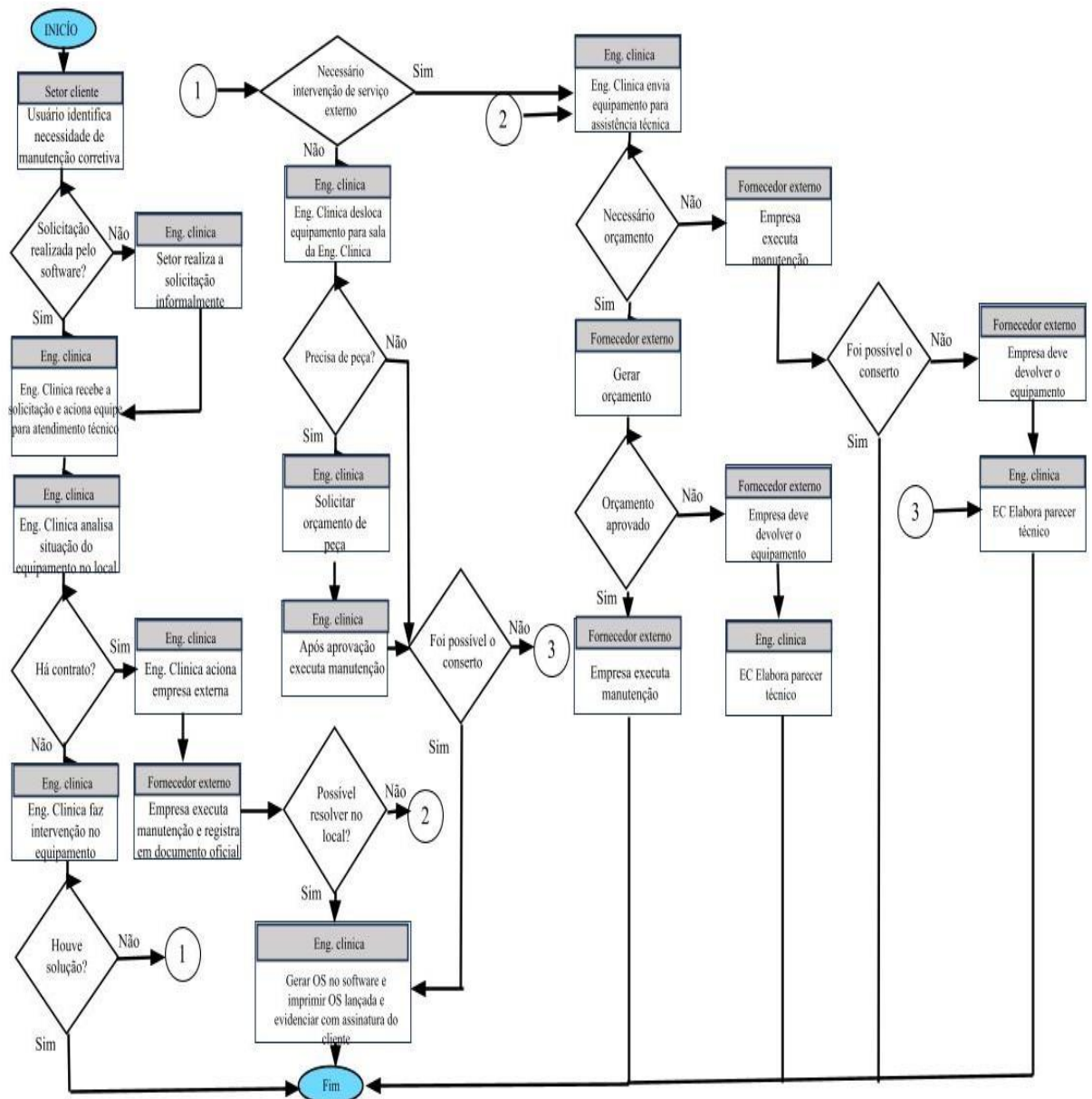
A MC faz parte das diretrizes para um programa de gerenciamento de equipamentos para a saúde, sendo normatizada pela ABNT: NBR 15.943 de 2011, onde prevê que sejam padronizados fluxos de realização da MC, as ações necessárias para recolocar o equipamento em uso, registros dos funcionários responsáveis pela execução e documentação da manutenção no registro histórico do equipamento. Tendo como exemplo a figura 10, onde mostra um fluxograma para uma rotina de manutenção corretiva em equipamentos médico-hospitalares.

A solicitação de manutenção de um determinado equipamento pode ser feita através de telefone, envio de OS, entrega pelo próprio usuário, entrega pelo serviço de patrimônio do EAS (utilizado principalmente em serviços públicos) e notificação a qualquer técnico do grupo que ocasionalmente esteja próximo ao equipamento.

Qualquer que seja a forma da solicitação, a abertura de uma OS deve ser feita de imediato. Existem grupos de EC que deixam um bloco de OS em cada departamento do EAS para ser preenchida pelo próprio usuário. Outros grupos, com maiores recursos computacionais, já possuem todos os equipamentos do EAS cadastrados em arquivos digitais e simplesmente providenciam junto ao solicitante o código do equipamento ou seu número de série, o nome do

solicitante, o departamento e a causa da solicitação de conserto. Os técnicos do grupo devem ser sempre notificados de que equipamentos consertados sem abertura de OS não serão computados nem para o técnico, nem para o departamento, caindo assim a produtividade de ambos.

Figura 10 - Fluxograma da sequência de atividades para a manutenção corretiva de um equipamento hospitalar.



Fonte: EFFORT, 2025

Em princípio, a OS deve ser encaminhada ao responsável pelo grupo, que deve verificar imediatamente se o equipamento está dentro do período de garantia de aquisição ou garantia de serviço. Para equipamentos sob contrato de manutenção, é necessário que o responsável

verifique o tipo de contrato efetuado para o equipamento em questão. Caso o equipamento não esteja em garantia, o responsável deve definir a equipe ou o técnico que executará o serviço. Nem sempre o equipamento está disponível no departamento de EC. Em vários casos, o equipamento deve ser localizado e levado para a oficina de EC, se necessário. Equipamentos de grande porte só podem ser consertados no local onde estão instalados (Brasil, 2002b).

Antes do início de qualquer reparo, o técnico deve seguir alguns procedimentos para evitar a abertura de um equipamento cuja falha pode ser simplesmente devida a erro de operação, queima de fusível ou qualquer outra causa de fácil solução. Para isso, é necessário que o responsável, em colaboração com o grupo, desenvolva algumas rotinas iniciais de manutenção e instrua cada técnico contratado dos procedimentos que devem ser adotados (Brasil, 2002b).

Quando o técnico não conseguir identificar ou reparar o defeito, é necessário o contato com o fabricante ou com a assistência técnica. Durante o reparo, é possível a necessidade de substituição de peças. Cada peça substituída deve ser rigorosamente anotada na OS. O controle de peças em estoque depende muito do sistema de almoxarifado adotado pelo EAS. Para peças de reposição de uso intenso e diário (resistores, capacitores, porcas, parafusos, arruelas, etc.), sugerimos o acesso livre dos técnicos, a quem caberia também o controle de estoque mínimo.

Para os casos em que a peça de reposição não esteja disponível, sugerimos que a OS seja devolvida ao responsável pelo grupo, acompanhada do formulário de aquisição, descrição da peça e a quantidade a ser solicitada. Tanto no caso de peças abaixo do estoque mínimo como para peças não disponíveis no almoxarifado, o pedido de compra deve ter o mesmo formato e seguir o mesmo procedimento (Brasil, 2002b).

Como foi mencionado, são fundamentais o treinamento e a conscientização do pessoal técnico da importância de um cuidadoso reparo em equipamentos hospitalares. Muitos deles (médico-hospitalares) são fundamentais para a segurança e principalmente para a sustentação da vida do paciente.

O controle de qualidade oferecido pelo grupo após a manutenção tem um reflexo bastante positivo para o usuário. É importante que o grupo crie alguns protocolos de teste que devem obrigatoriamente ser efetuados após a manutenção de equipamentos, principalmente aqueles que oferecem riscos ao paciente e ao operador.

Na OS há um campo para a assinatura do usuário, que deve ser obtida no momento do retorno do equipamento ao usuário. A OS é encerrada e arquivada para posterior utilização no controle periódico desenvolvido pelo grupo de manutenção.

4.1.2 Manutenção Preventiva (MP)

A MP, consiste em “(...) ações planejadas em intervalos predeterminados, com base na vida útil dos componentes, para reduzir a probabilidade de falhas nos equipamentos. Dessa forma é possível evitar paradas não programadas” (Abecom, 2021). No qual segue a ABNT NBR 5462/94 que atende aspectos de manutenibilidade e confiabilidade dos equipamentos, que correspondem às ações de caráter técnico, administrativo e de supervisão com a finalidade de manter ou repor os equipamentos.

Em suma, consiste na realização de manutenções planejadas em determinados períodos, conforme critérios pré-estabelecidos, pelo projeto Reforsus, podendo ser feitas:

(...) através do controle rigoroso das datas e horários para a manutenção de cada equipamento incluindo no programa, o conhecimento das pessoas responsáveis pelo serviço onde o equipamento está sendo utilizado, o estabelecimento de um roteiro detalhado com todos os procedimentos a serem realizados, a lista das ferramentas e dos equipamentos para teste, e o material de consumo (...) necessário (Brasil, 2002b, p. 95).

Os procedimentos de MP devem ser completos, a fim de que seja possível realizá-las sempre da mesma maneira, como asseguramento de uma mínima intervenção. Neste sentido o roteiro deve ser objetivo e superficial, sem detalhes com leituras extensas que possam vir a prejudicar a efetividade da MP (Brasil, 2002b). Neste sentido elenca-se um roteiro de MP, composto basicamente de:

- Inspeção geral: consiste na inspeção visual (verificação da integridade física da carcaça do equipamento e de seus componentes internos, como placa de circuito impresso, folgas, desgastes nas engrenagens e botões, amassados, ou ferrugens na pintura) e limpeza do equipamento (procedimentos a serem feitos, produtos de limpeza utilizados e ferramentas necessárias);
- Troca de peças e acessórios com a sua vida útil vencida: essas instruções para substituição de partes e peças normalmente estão incluídas nos manuais do equipamento fornecidos pelos fabricantes;
- Lubrificação geral: descrição dos tipos de lubrificantes necessários, periodicidade, locais de aplicação, equipamentos e ferramentas que devem ser utilizados e orientações para abertura do equipamento ou partes dele;
- Aplicação e posterior calibração do equipamento: como e onde deve ser feita a leitura e verificação de indicadores e níveis (corrente, tensão, potência, rotação, pressão, vazão, etc.), quando necessário;

- Testes de desempenho e de segurança (elétrica, radiológica, mecânica, biológica): explicação da execução dessa tarefa através da leitura e verificação de níveis de líquidos lubrificantes e indicadores em geral e observação de anomalias como calor, vibração, vazamentos ou odores, quando necessário (Brasil, 2002b, p. 96).

Para elaborar um plano de manutenção preventiva deve-se levar em consideração alguns critérios, como:

- Realizar um checklist da manutenção realizada em cada equipamento;
- Verificar os custos envolvidos em cada manutenção;
- Definir um cronograma com frequência e periodicidade das manutenções;
- Definir o tamanho da equipe observando quantidade e qualificação;
- Atribuir papéis de acordo com as necessidades de manutenção;
- Acompanhar cada atividade e progresso do plano;
- Estabelecer métricas de produtividade relacionadas com as variáveis de tempo médio de atendimento, intervalo entre reparos e rentabilidade por máquina.

Após definir os termos para a elaboração do cronograma de manutenção preventiva será necessário definir quais equipamentos estão aptos a participar do plano de manutenção preventiva. Segundo o MS em um EAS, a maioria dos equipamentos estão aptos para receber a MP, podemos então fazer a seleção dos equipamentos através de um checklist conforme exposto no Anexo D.

Outro método para a realização da seletividade dos equipamentos para a MP seria através de ferramentas já estabelecidas, “(...) para identificar as falhas dos equipamentos como a Análise dos Modos e Efeitos das Falhas (FMea), que tem sua origem na “Failure Modes and Effects Analysis” (“Análise de modos de falha e efeitos”), (Abecom, 2021).

Originada na década de 50, esta ferramenta surgiu “para estudar problemas e avarias nos sistemas militares”, envolvendo “uma revisão do maior número de componentes, bem como de montagens e subsistemas”, tendo como objetivo “investigar os tipos de falhas e suas respectivas causas e efeitos” (Abecom, 2021).

Tal fato é possível, por tratar-se de uma ferramenta de análise qualitativa que transforma esses dados em quantitativos, sendo de grande importância para a MP, pois: “Permite a determinação dos modos de falha; Faz a análise de riscos de cada modo de falha; Faz o cálculo

do “Risk Priority Number” (RPN), (“Número de prioridade de risco”), (Abecom, 2021).

4.1.3 Manutenção Preditiva (MPR)

A Manutenção Preditiva está associada às práticas de manutenção com caráter preventivo e antecipado de todo o aparato físico utilizado nas operações. Na prática, a manutenção preditiva é uma metodologia de manutenção que tem um maior apelo para a prevenção de danos e previsibilidade de falhas (Equipe totvs, 2024). A manutenção preditiva tem como finalidade definir os parâmetros a serem medidos e determinar os limites a serem tolerados. Assim, com essas informações são tomadas para antecipar possíveis falhas mais graves, minimizando o tempo de parada de um equipamento e diminuindo o custo de reparo (Francisco, 2019).

Segundo a NBR 5462 a MPR também conhecida como manutenção sob condição ou manutenção com base no estado do equipamento, é baseada na tentativa de definir o estado futuro de um equipamento ou sistema, por meio dos dados coletados ao longo do tempo por uma instrumentação específica, verificando e analisando a tendência de variáveis do equipamento.

Elenca-se algumas técnicas de MPR:

- Subjetiva: essa técnica depende muito da mão de obra qualificada do executor, onde através dos sentidos, visão, audição, tato, olfato detectam alguma anormalidade no equipamento;
- Objetivo: é realizado ou acompanhado com base em medições utilizando equipamentos ou instrumentos especiais. Esses dão resultados que são arquivados e comparados com parâmetros base, ou histórico do equipamento que definem a ação a ser tomada pela manutenção;
- Contínuo: é uma técnica usada para monitoramento de defeitos ou falhas geralmente em equipamentos de alta responsabilidade. Usualmente vem associado a dispositivos que tomam alguma ação, interagem com o operador ou responsável técnico, uma vez atingindo o valor limite estipulado (Francisco, 2019).

Após conhecer as principais técnicas empregadas na predição pode-se verificar as principais formas de aplicá-las na prática:

- Análise de vibração: esta é uma técnica extremamente comum na aplicação da manutenção preditiva, ela busca analisar a taxa de vibração das máquinas através

do monitoramento de suas partes móveis. Nas indústrias metalomecânicas, máquinas como fresadoras, tornos mecânicos, máquinas CNC e furadeiras podem passar por esse tipo de inspeção, a análise é feita de diversas formas e busca entender a variação de forças dinâmicas. Simplificando é uma forma de detectar desníveis na máquina, como folgas, falta de lubrificação, desgastes de rolamentos ou engrenagens, desalinhamentos, etc. essa técnica pode ser aplicada sem precisar interromper o funcionamento do maquinário;

- Ultrassom: serve especialmente para conferir a existência de vazamentos na máquina é uma forma de detectar falhas invisíveis, realizada através da análise de frequências sonoras. Este tipo de técnica é muito aplicado em sistemas de ar-comprimido, transporte de gases e vapores;
- Termografia: esta técnica visa analisar o nível de temperatura emitido pelo maquinário. Ela funciona através de um equipamento ou sensor inteligente que mede a taxa de radiação infravermelho emitida por cada corpo em seu campo de análise, quando a temperatura está acima do 0°C, a radiação é irradiada em tons mais quentes, como vermelho, laranja e amarelo. Dessa forma é possível analisar distúrbios em máquinas ou partes delas que, rotineiramente, não seriam notadas;
- Análise de óleo: a análise de óleo normalmente não é efetuada sem um cronograma definido, pois ela é realizada em laboratório ou com uso de equipamentos específicos, como o teste de cor ASTM, através desta técnica é possível analisar se há oxidação ou mesmo microrganismos vivos que possam prejudicar as propriedades químicas dos produtos como fungos;
- Análise de trincas: ao analisar as trincas de um sistema, como uma tubulação, é possível prever, com muita antecedência falhas, agindo em seu reparo. Essa técnica é realizada com a magnetização do dispositivo ou parte do equipamento (precisa ser de metal), basta despejar algumas aparas metálicas ou limalhas sobre o dispositivo. Com a magnetização do metal quaisquer trincas ou fendas geram uma ruptura no campo magnético, com isso, as aparas costumam se acumular sobre as fendas, “desenhando” o defeito e possibilitando uma visualização clara (Equipe totvs, 2024).

4.1.4 Calibração

A calibração de equipamentos médico-hospitalares é um procedimento muito

importante para garantir a confiabilidade dos serviços médicos, ela consiste em:

- a) Comparar o equipamento sob teste com um padrão conhecido, para identificar se o equipamento está medindo ou fornecendo valores de acordo com o estipulado pelo fabricante. O processo de calibração é feito através da comparação direta do instrumento a ser calibrado com um instrumento que é periodicamente avaliado com base em normas internacionais, conhecido comumente como “padrão”(DHMED, 2024).

É através da calibração que pode-se assegurar a assertividade dos diagnósticos oferecidos e o aumento da disponibilidade dos equipamentos médicos, bem como o bem-estar de quem passa por exames, cirurgias, entre outros procedimentos.

A calibração é crucial para cumprir os requisitos regulatórios e normativos estabelecidos pelas autoridades de saúde e agências de certificação. Em processos de certificação e acreditação hospitalar é de vital importância que os equipamentos estejam em dia com as suas calibrações e que se tenham os registros das atividades de forma regulamentada.

Nas calibrações deve-se levar em consideração algumas normas como:

- a) ISO/IEC 17025:2017: Esta normatização está definida como a norma mais importante dentre todas as outras para a calibração e para ensaios laboratoriais. O documento foi emitido primordialmente pela Organização Internacional de Normatização (ISSO) e pela Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC). Dessa forma, para que o laboratório seja considerado competente na realização dos testes de precisão e calibragem, é preciso a observância das normas e, em alguns casos, a certificação de órgãos específicos;
- b) RDC 509/2021: dispõe a respeito do gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde;
- c) NBR 15943: Mostra as diretrizes para um programa de gerenciamento de equipamentos de infraestrutura de serviços de saúde e de equipamentos para saúde;
- d) NBR/IEC 60601: Lista os equipamentos eletromédicos, seus requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial.

Outros órgãos importantes que não podem deixar de ser mencionados são: ANVISA, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), o Instituto de Pesos e Medidas (IPEM) e a RBC. Também é válido dizer que a calibração é obrigatória dentro das

normas ISO/IEC 17025, ISO 9001, RDC 59.

No procedimento de calibração é comum confundirem-na com ajuste, sendo que estes têm significados totalmente diferentes, mas são de vital importância um para o outro. De uma maneira geral, a calibração é a forma de certificar, por meio de uma comparação entre o equipamento e o instrumento de medição, se os valores exibidos no ensaio estão corretos, dentro dos limites especificados. Enquanto isso, o ajuste está relacionado à intervenção técnica necessária caso o resultado da calibração ou de uma aferição prévia apresente um resultado em não conformidade com os parâmetros estabelecidos.

No ambiente hospitalar nem todos os equipamentos são suscetíveis à calibração pois para haver calibração é necessário que tenha o padrão para poder fazer-se a comparação dos valores, isso porque a principal função do procedimento está diretamente ligada à determinação da precisão das leituras das grandezas simuladas.

Exemplos de equipamentos passíveis de calibração:

- Ventilador pulmonar;
- Bisturi elétrico;
- Monitor multiparâmetros.

As calibrações destes equipamentos acima são realizadas habitualmente anualmente, mas em ambiente hospitalar existe uma variedade de equipamentos e alguns equipamentos os fabricantes preconizam as calibrações que sejam realizadas de 4 a 4 meses outros de 6 a 6 meses isso difere-se de fabricante para fabricante, segue alguns pontos que podemos levar em consideração para que possa definir no plano de manutenção o período das calibrações:

- Frequência da utilização do equipamento;
- Criticidade do equipamento;
- Experiência do pessoal clínico e técnico envolvido;
- Frequência da manutenção corretiva;
- Tempo de vida do equipamento.

Em suma, a calibração de equipamentos médico-hospitalares é de fundamental importância para a garantia da qualidade e segurança dos cuidados de saúde. Os hospitais aos quais as suas calibrações estão em conformidade passam muito mais credibilidade e podem garantir a confiabilidade dos seus equipamentos gerando assim muito mais segurança aos pacientes.

A RDC nº 509, de 27 de maio de 2021 (Brasil, 2021b), orienta que os serviços de saúde devem elaborar e implantar um Plano de Gerenciamento para cada tecnologia utilizada no serviço, incluindo todos os equipamentos. Geralmente todos os equipamentos críticos devem ser qualificados antes de cumprirem a finalidade pretendida, isto é, entrarem em regime de trabalho.

4.1.5 Teste de Segurança Elétrica

A segurança elétrica na engenharia clínica refere-se ao conjunto de práticas, normas técnicas e procedimentos voltados para a garantia de que os equipamentos médico-hospitalares e as instalações elétrica associadas operem de forma segura, minimizando os riscos de choques elétricos, curtos-circuitos, incêndios e falhas que possam comprometer o atendimento ao paciente. Essa área é de extrema relevância dentro das instituições de saúde, uma vez que envolve diretamente a integridade física dos pacientes e dos profissionais de saúde, além da continuidade operacional dos serviços prestados. O conceito está fundamentado em normas nacionais e internacionais, como a NBR IEC 60601-1 (ABNT, 2010), que define os requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial de equipamentos eletromédicos, e a NBR ISO 14791 (ABNT, 2010), que trata da aplicação de gerenciamento de risco a dispositivos médicos. Essas normas estabelecem diretrizes para o projeto, manutenção e uso seguro dos dispositivos eletromédicos, assegurando conformidade regulatória e técnica.

A segurança elétrica na engenharia clínica é muito importante pois, ela protege os pacientes, que muitas vezes encontram-se em condições de alta vulnerabilidade, como nos caso de procedimentos cirúrgicos, terapia intensiva e monitoramento contínuo com equipamentos conectados diretamente ao corpo. E outro ponto, é que ela garante a segurança dos profissionais que operam tais dispositivos, evitando acidentes de trabalho relacionados a falhas elétricas. E por fim, preserva a integridade dos próprios equipamentos, evitando danos que poderiam resultar em altos custos de substituição ou reparo, além de comprometer a disponibilidade dos dispositivos essenciais ao funcionamento da instituição. A literatura aponta que falhas elétricas são uma das principais causas de retiradas de equipamentos médicos de operação, muitas vezes por falta de manutenção preventiva e testes de segurança elétrica regulares (ARAÚJO et al., 2018).

Entre os principais benefícios de se manter um programa de segurança elétrica eficaz na engenharia clínica estão a redução de riscos de eventos adversos, o aumento da confiabilidade dos equipamento, a conformidade com a legislação vigente e a melhoria da qualidade dos serviços de saúde. A realização periódica de testes de fuga de corrente, resistência de isolamento

e continuidade de aterramento, conforme estabelecido na NBR IEC 62353 (ABNT, 2014), é fundamental para garantir que os equipamentos estejam em condições seguras de uso. No entanto, existem desafios e desvantagens que devem ser considerados, como a necessidade de mão de obra qualificada, equipamentos de teste específico e investimentos contínuos em treinamento e atualização tecnológica. Ainda assim, os custos relacionados à implementação desses procedimentos são significativamente inferiores aos prejuízos decorrentes de acidentes ou perdas operacionais por falha elétrica.

Diversos equipamentos médico-hospitalares são suscetíveis a riscos relacionados à segurança elétrica, especialmente aqueles que mantêm contato direto com o paciente ou operam com alta potência elétrica. Exemplos incluem monitores multiparamétricos, desfibriladores, ventiladores mecânicos, bombas de infusão, bisturi elétricos, sistemas de hemodiálise e equipamentos de imagem como raios-X, tomógrafos e ressonância magnética. Todos esses dispositivos devem passar por ensaios de segurança elétrica antes da primeira utilização, após manutenções corretivas e periodicamente conforme definido pelo plano de manutenção preventiva. A classificação de equipamentos quanto ao tipo de aplicação elétrica no corpo humano (Tipo B, BF ou CF), definida na NBR IEC 60601-1, também orienta os parâmetros de teste e os limites de segurança aceitos, sendo os equipamentos tipo CF os mais críticos, pois se destinam a aplicações intracardiacas, exigindo limites mais rigorosos de corrente de fuga.

Em resumo, a segurança elétrica constitui um dos pilares centrais da engenharia clínica moderna. Sua abordagem sistemática é baseada em normas técnicas e promove a excelência no cuidado à saúde, ao mesmo tempo que mitiga riscos operacionais e financeiros. A gestão eficaz desse aspecto depende do comprometimento institucional, capacitação contínua das equipes técnicas e integração com os demais setores hospitalares. Assim, a segurança elétrica, quando tratada com a devida importância, é capaz de transformar o ambiente hospitalar em um espaço mais seguro, eficiente e confiável para todos os envolvidos.

4.2 Desinfecção de Materiais e EMHS

Os equipamentos utilizados no hospital que são encaminhados ao setor de engenharia clínica originam dos mais variados setores; seja para manutenção, regulagem e limpeza, com o objetivo de atender às demandas das intervenções técnicas. Por estarem nos diversos setores os equipamentos têm como habitual e permanente contato com materiais biológicos e químicos, e esses riscos não devem acompanhar o equipamento até a intervenção técnica (Empresa brasileira de serviços hospitalares, 2020).

Para que o serviço seja desenvolvido de maneira adequada é necessário que o

equipamento seja enviado já esterilizado para a engenharia clínica, portanto é necessário que este processo seja incluído no POP de desinfecção do EAS.

4.3 Plano de Gerenciamento de Equipamentos Médico-Hospitalares PGEMH

O PGEMH é composto de um conjunto de estratégias relacionadas à gestão, planejamento, ações e normativas técnicas com o desígnio de garantir a rastreabilidade, qualidade, eficácia, efetividade, segurança e bom funcionamento das tecnologias médico-hospitalares (Brasil, 2021b; Brasil, 2002b).

O PGEMH é um documento elaborado para cumprir as exigências legais em instituições de saúde no que diz respeito aos procedimentos e diretrizes fundamentais para a gestão de equipamentos e tecnologias utilizadas na assistência clínica e hospitalar. Segundo a RDC nº 509/2021 (Brasil, 2021b) e NBR 15943 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2011b) é fundamental a importância de um gerenciamento interno bem elaborado com cronograma de atividades, conhecimentos científicos e orientações de normas técnicas.

O PGEMH tem como objetivo instituir um plano de gestão que garanta a segurança e eficácia dos equipamentos médico-hospitalares, da aquisição pelo estabelecimento de saúde até o seu descarte. O plano abrange todas as etapas do ciclo de vida dos equipamentos, desde a fase de planejamento e aquisição, passando pela instalação, operação, manutenção preventiva e corretiva, até a eventual desativação e descarte dos equipamentos médico-hospitalares.

O objetivo central deste plano é além de fazer cumprir as exigências legais, garantir a eficiência e controle para os estabelecimentos de saúde. Isso porque sua execução permite melhorar a qualidade do atendimento aos pacientes e aumentar a segurança para toda equipe médica. Isso traz ainda redução de custos e proporcionando uma maior disponibilidade de equipamentos na instituição. Com isso, é possível a organização e estruturação do plano de gerenciamento com o intuito de facilitar a construção, implementação, monitoramento, prevenção e controle de riscos (Brasil, 1995).

Segundo Rezende (2003), as empresas enfrentam muitas dificuldades no mercado em relação às tecnologias médico-hospitalares por falta de planejamento, comunicação, cumprimento de prazos, mudanças no projeto original, problemas com orçamentos de aquisições e manutenções, entre outros fatores. Neste cenário, o hospital precisa de um plano adequado com atividades conjuntas de gerenciamento e gestão para as tecnologias em saúde, de forma a atender às necessidades ou demandas da instituição (Margotti, 2012).

Por sua vez, a engenharia clínica possui um papel importante buscando novas ferramentas para melhores resultados e perspectivas relacionadas ao gerenciamento e ciclo de

vida dos equipamentos médico-hospitalares, aprimorando-se em conhecimentos científicos e tecnológicos, processos, engajamento multidisciplinar e Gestão da Tecnologia em Saúde (GTS), (Bronzino, 1995).

O gerenciamento é indispensável em um hospital, pois por meio dele é possível planejar, identificar, analisar, monitorar e minimizar os riscos adversos. A execução desse processo faz com que seja integrado uma gestão de planejamento da manutenção traçando diretrizes para diminuir ações que são capazes de danificar ou prejudicar o funcionamento do equipamento (Terra et al., 2014). Fica responsável pela aplicação do plano de gerenciamento do parque tecnológico dos estabelecimentos em saúde e, também, realizando o monitoramento dos processos de gestão da tecnologia em relação ao ciclo de vida, logística, prestação de serviços, gerenciamento de riscos, treinamento de profissionais e estratégia de boas práticas, garantindo segurança aos pacientes e operadores e reduzindo custos (Souza et al., 2013; Trindade, 2008).

4.4 Plano de Manutenção

Consiste em um conjunto sistematizado de ações planejadas, documentadas e executadas com o objetivo de assegurar a funcionalidade, segurança e disponibilidade dos equipamentos médico-hospitalares ao longo de seu ciclo de vida. Esse plano abrange rotinas de manutenção preventiva, corretiva, preditiva, calibração e testes de segurança elétrica de acordo com as exigências normativas e regulamentares. A elaboração de um plano de manutenção eficaz deve considerar variáveis como a criticidade do equipamento, sua frequência de uso, histórico de falhas, recomendações do fabricante e os riscos clínicos associados à sua eventual indisponibilidade. De acordo com a NBR 5462 (ABNT, 1994), manutenção é o conjunto de ações técnicas e administrativas destinadas a manter ou restaurar um item em um estado no qual ele possa desempenhar uma função requerida. No contexto hospitalar, essa definição se estende às particularidades da assistência à saúde, o que exige abordagem multidisciplinar, especialmente no que diz respeito à interação entre o equipamento e o paciente.

A importância de um plano de manutenção reside na sua capacidade de garantir a continuidade e a qualidade dos serviços assistenciais. Equipamentos médicos são frequentemente empregados em procedimentos críticos e de alta complexidade, como anestesia, terapia intensiva, hemodiálise e diagnóstico por imagem, onde qualquer falha pode ter implicações diretas na vida do paciente. A ausência de um plano de manutenção compromete não apenas a segurança do paciente e da equipe clínica, mas também eleva os custos operacionais devido à maior incidência de manutenções corretivas, interrupções não planejadas e substituições prematuras de equipamentos. Segundo a RDC nº 2/2010 da ANVISA, é

obrigatória a implementação de programas de manutenção preventiva, com registros de execução e relatórios técnicos que garantam a rastreabilidade das intervenções. Assim, o plano de manutenção deve ser encarado como uma ferramenta estratégica de gestão da tecnologia em saúde, integrada aos processos de acreditação hospitalar, como os promovidos pela ONA.

Em resumo, o plano de manutenção contribui diretamente para a qualificação dos serviços assistenciais, assegurando que os equipamentos estejam sempre aptos para o uso seguro e eficaz. Além disso, promove uma cultura organizacional voltada para a prevenção, reduzindo a dependência de intervenções emergenciais e mitigando riscos clínicos e legais. Em termos econômicos, um plano de manutenção bem estruturado permite maior previsibilidade orçamentária, redução de custos com reparos e maior retorno sobre o investimento em tecnologia médica. Do ponto de vista institucional, favorece o cumprimento de requisitos legais e normativos, fortalece os processos de auditoria e acreditação e contribui para a imagem positiva da organização perante pacientes, órgãos reguladores e parceiros. Dessa forma, a elaboração e a implementação de um plano de manutenção técnico-operacional devem ser encaradas como parte essencial da governança tecnológica em saúde, com impacto direto na sustentabilidade, eficiência e qualidade dos serviços prestados.

4.5 Periodicidade das Intervenções Técnicas

A periodicidade das intervenções técnicas na engenharia clínica refere-se ao intervalo de tempo previamente estabelecido entre ações programadas de manutenção, calibração, testes de segurança elétrica e verificações operacionais nos equipamentos médico-hospitalares. Essa periodicidade é definida com base em critérios técnicos, normativos e operacionais, levando em consideração o grau de criticidade do equipamento, o tempo médio entre falhas (MTBF), as orientações dos fabricantes, os registros históricos de manutenção e a intensidade de uso clínico. A ABNT NBR ISO 13485:2016, que estabelece requisitos para sistemas de gestão da qualidade aplicáveis a dispositivos médicos, destaca a importância de manter a rastreabilidade e a consistência na execução das intervenções técnicas, inclusive no que se refere à sua frequência. Assim, a periodicidade não deve ser definida de forma arbitrária, mas sim fundamentada em evidências técnicas e análises de risco, com o objetivo de garantir a continuidade da assistência à saúde com máxima segurança e eficiência tecnológica.

A importância da definição da periodicidade adequada das intervenções técnicas está principalmente na prevenção de falhas, na otimização da disponibilidade dos equipamentos e na redução de riscos associados à utilização de dispositivos defeituosos. Equipamentos como monitores multiparamétricos, ventiladores pulmonares, bombas de infusão, desfibriladores,

entre outros, desempenham um papel críticos em unidades como UTIs e centro cirúrgico. A ausência de intervenções periódicas pode comprometer diretamente a funcionalidade desses equipamentos, resultando em interrupções nos cuidados ao paciente ou, em casos mais graves, em eventos adversos. A RDC nº 2/2010 da ANVISA reforça que os estabelecimentos de saúde devem garantir a execução de manutenções periódicas, com registros formais e técnicos, a fim de promover um ambiente seguro e assistencialmente eficaz. Logo, a periodicidade adequada das intervenções técnicas deve ser planejada como parte integrante da estratégia de gestão de tecnologia em saúde, incluindo políticas de manutenção preventiva e programas de gestão de qualidade.

A aplicação sistemática de intervenções com periodicidade definida possibilita que o hospital conheça o comportamento de seus ativos, antecipe falhas e atue preventivamente com base em indicadores operacionais, como o tempo médio de atendimento, taxa de disponibilidade técnica e índice de conformidade dos equipamentos. Isso contribui para a formação de um banco de dados técnico confiável, o que, por sua vez, alimenta análises preditivas e permite o aprimoramento contínuo dos processos. Além disso, a previsibilidade gerada por uma periodicidade bem definida facilita o planejamento logístico de peças de reposição, a alocação da equipe técnica e a integração com os sistemas informatizados de gestão de manutenção (CMMS), conforme apontado por Chassot et al. (2019).

A definição adequada da periodicidade contribui para a construção de um ambiente assistencial mais seguro, com menor ocorrência de eventos adversos relacionados a falhas tecnológicas, fortalece a cultura da qualidade e da segurança do paciente, além de aumentar a maturidade da gestão de ativos tecnológicos. Em longo prazo, impacta positivamente na sustentabilidade financeira da instituição, reduzindo gastos com substituições prematuras de equipamentos, otimizando contratos de manutenção e promovendo o uso racional dos recursos tecnológicos. A periodicidade planejada das intervenções também se alinha aos critérios de auditorias nacionais e internacionais, como os da ONA e da JCI, agregando valor institucional e reputacional à unidade de saúde. Portanto, tratar a periodicidade das intervenções técnicas como um elemento central da engenharia clínica é essencial para garantir excelência nos cuidados prestados, eficiência operacional e conformidade regulatória.

4.7 Manutenção dos Equipamentos Médicos

A manutenção dos equipamentos é uma atividade fundamental que visa garantir o pleno funcionamento, a segurança e a confiabilidade tecnológica dos dispositivos utilizados na assistência à saúde. Conceitualmente, a manutenção de equipamentos médicos compreende um

conjunto de ações sistemáticas, planejadas ou reativas, que têm como objetivo preservar ou restaurar as condições operacionais originais dos dispositivos, conforme especificações do fabricante, exigências regulatórias e parâmetros de desempenho clínico. Essas ações podem abranger desde a substituição de peças desgastadas, calibrações e ajustes técnicos, até procedimentos mais complexos de diagnóstico de falhas e testes de segurança elétrica.

A importância da manutenção dos equipamentos encontra-se no fato de que esses dispositivos são parte integrante dos processos assistenciais. A RDC nº 2/2010 da ANVISA estabelece diretrizes para a gestão de tecnologias em saúde, destacando a obrigatoriedade da manutenção como uma das práticas essenciais para a segurança dos dispositivos médicos.

O serviço de saúde deve desenvolver e implementar procedimentos de manutenção corretiva para cada equipamento que indiquem:

- O fluxo para realização da manutenção corretiva, desde a sua solicitação até seu encerramento;
- As ações necessárias para realocar o equipamento em condições de uso de acordo com as suas especificações;
- Os responsáveis pela sua execução;
- A documentação usada para registrar todas as informações referente à manutenção corretiva do equipamento;
- A documentação da manutenção corretiva deve fazer parte do registro histórico do equipamento.

O serviço de saúde deve desenvolver e implementar procedimentos de manutenção preventiva para cada equipamento que indiquem:

- As ações necessárias para verificar se o equipamento está em condições de uso e de acordo com suas especificações após realização da manutenção preventiva;
- A periodicidade destas ações;
- Os responsáveis pela sua execução;
- A avaliação da efetividade do serviço realizado;
- Documentação usada para registrar todas as informações referentes à manutenção preventiva do equipamento;
- A documentação da manutenção preventiva do equipamento deve fazer parte do registro histórico do equipamento.

Por fim, os benefícios institucionais de um programa de manutenção bem estruturado são

amplos e estratégicos. Além de assegurar a continuidade dos serviços e a segurança do paciente, uma política de manutenção eficiente contribui para a sustentabilidade do parque tecnológico, evita investimentos prematuros em reposição de equipamentos e fortalece a governança tecnológica. Do ponto de vista gerencial, a adoção de indicadores de desempenho técnico, como o MTBF e o MTTR, permite a análise do comportamento dos ativos e o aperfeiçoamento contínuo das práticas de manutenção. A engenharia clínica, neste contexto, deixa de ser um setor meramente operacional e passa a exercer um papel fundamental na qualidade assistencial e na eficiência da instituição de saúde.

5. GESTÃO DA ENGENHARIA CLÍNICA

Os métodos de gerenciamento para aquisição de um equipamento devem ser executados a partir da solicitação de aquisição por parte do grupo médico ou de qualquer outro setor de apoio aos serviços existentes na unidade. Ao grupo de engenharia clínica cabe uma participação efetiva no processo de especificação do equipamento, contato com os fabricantes ou fornecedores, avaliação dos equipamentos disponíveis no mercado, elaboração de critérios e exigências técnicas que devem constar do contrato de aquisição, elaboração do Termo de Referência, verificação da conformidade com o que foi solicitado, acompanhamento de testes e ensaios, realização do treinamento, aceitação e instalação do equipamento adquirido (Brasil, 2002b).

Após a instalação, os métodos de gerenciamento devem ser dirigidos à manutenção e descarte do equipamento.

Uma vez autorizada a implantação do grupo de engenharia clínica pela administração do EAS, é necessário desenvolver o sistema de gerenciamento a ser praticado pelo grupo. Esse sistema deverá definir (Brasil, 2002b):

- Os controles envolvidos no recebimento dos equipamentos adquiridos pela EAS;
- Os controles necessários, desde a solicitação do serviço para a manutenção corretiva até o retorno do equipamento à operação;
- Os controles periódicos em relação ao grupo de manutenção e à qualidade dos serviços por ele oferecido.

5.1 Gestão do Recebimento do Parque Tecnológico

O recebimento de um equipamento que chega ao EAS envolve três atividades: avaliação, aceitação e instalação. No processo de avaliação do equipamento recém-adquirido, a primeira atividade consiste na abertura da embalagem que acondiciona o equipamento, sempre um membro do grupo da engenharia clínica deve estar presente e ter em mãos a listagem do material adquirido, assim como as exigências técnicas contratuais definidas antes da aquisição. Caso falte algum item, este deverá ser anotado e reconhecido pelo fornecedor. É recomendável que toda a documentação que acompanha o equipamento seja devidamente arquivada, de modo a facilitar sua futura utilização (Brasil, 2002b).

A aceitação do equipamento depende não só da avaliação, mas de testes que possam ser executados pelo grupo, que podem variar desde a simples demonstração de que o equipamento está em perfeitas condições de funcionamento até a utilização de equipamentos de testes e o

uso de fantasmas específicos. A instalação do equipamento pode envolver atividades bastante complexas que exigem até a contratação de serviços externos ao EAS (Brasil, 2002b).

O equipamento a ser instalado pode exigir os mais diversos tipos de recursos para seu funcionamento. Assim, antes do processo de aquisição, é importante que o responsável pela engenharia clínica tenha se informado se todas as necessidades do equipamento e acompanhado todo o processo de execução da infraestrutura exigida pelo equipamento. Outro ponto importante é a verificação do reconhecimento, por escrito, por parte do fabricante/empresa fornecedora, de que todas as exigências feitas na pré-instalação para o funcionamento normal do equipamento foram atendidas. Isso evita que, em caso de problemas com o equipamento, a empresa alegue que o EAS não obedeceu às exigências ambientais, de energia ou qualquer outro pré-requisito para a instalação (Brasil, 2002b).

5.2 Gestão dos serviços de manutenção

Todos os dados essenciais para o gerenciamento do grupo sejam reunidos em um só formulário, preferencialmente a OS, uma vez que os técnicos necessariamente deverão tê-la em mãos ao fazer a manutenção do equipamento. Uma OS deve conter:

- Identificação do equipamento;
- Dados do serviço clínico solicitante;
- Tipo de serviço solicitado;
- Controle de falhas;
- Controle do trabalho executado, incluindo o controle de horas de serviço;
- Controle do material utilizado, com o custo de cada material.

Para grupos encarregados da manutenção de equipamentos médico-hospitalares, assim como da infra-estrutura predial, os dados contidos nessa OS são aqueles mais utilizados para o gerenciamento. Entretanto, a quantidade de dados existentes em uma OS pode ser ampliada de acordo com o aumento de atividades oferecidas e a conseqüente necessidade de um gerenciamento mais elaborado. É importante lembrar que todos os dados existentes em uma OS devem ser utilizados para o gerenciamento atual. Dados que poderão fornecer informações a longo prazo devem ser adicionados quando utilizados (Brasil, 2002b).

A OS proposta é dividida em quatro campos, cada campo, com vários quadros, é preenchido de acordo com o fluxo de trabalho executado pelo sistema de engenharia (Anexo C). Embora não esteja registrado em nenhum dos quatro campos, o primeiro item a ser

preenchido pelo grupo de engenharia é o número da OS, que pode ser codificado de maneira sequencial para cada ano (exemplo: 130/96, 330/97, 001/98, etc.), independentemente do tipo de serviço realizado (Brasil, 2002b).

A codificação utilizada para a numeração da OS pode também discriminar o tipo de serviço realizado através de uma numeração alfanumérica, de modo sequencial, por ano (exemplo: para manutenções em equipamentos, 130E/96, 330E/97, etc.). Esta última maneira de codificação pode facilitar a contagem mensal e conseqüentemente anual da quantidade de serviços realizados pelas diferentes equipes do grupo de EC.

O primeiro e o segundo quadro do primeiro campo da OS devem ser preenchidos pelo usuário. Eles identificam o tipo de serviço solicitado, ou seja, manutenção de equipamentos médico-hospitalares. O quadro 'Manutenção do equipamento', estão contidos os dados referentes ao equipamento a ser encaminhado à manutenção, além disso, o setor administrativo do grupo pode utilizá-los para identificar e cadastrar corretamente o equipamento para o controle mensal/anual da engenharia clínica (Brasil, 2002b).

Nesse quadro o usuário fornece informações sobre o tipo de equipamento, seu fabricante, número de série, número de identificação (pode ser o número de patrimônio ou o código de identificação do equipamento, caso o EAS disponha de um sistema de codificação), o modelo do equipamento e o serviço que o usuário deseja solicitar ao grupo de engenharia clínica.

Conforme será explicado adiante, nem sempre o serviço solicitado pelo usuário é exatamente aquele que o grupo irá executar. Nesse quadro, também existem espaços para a especificação do item em que a falha é apresentada e para a descrição do defeito conforme entendimento do usuário. No terceiro quadro do primeiro campo, deve ser informado o serviço/departamento ao qual pertence o usuário, o nome do funcionário solicitante do serviço, telefone de contato em caso de necessidade de maiores informações por parte do grupo de EC, a data e a hora em que ocorre a solicitação, o serviço a que o usuário pertence e o local (número de sala, nome do ambulatório, da enfermaria, etc.) onde está o equipamento (Brasil, 2002b).

Ainda nesse campo, o usuário deve preencher o grau de necessidade do serviço solicitado, ou seja, se o serviço deve ser executado de acordo com a disponibilidade do pessoal da engenharia clínica ou se existe um caráter de urgência na solicitação. Esses dados auxiliam o responsável pelo grupo a dividir com o usuário a priorização dos serviços a serem executados pela equipe. Há, entretanto, o risco de o usuário pedir todos os serviços com urgência, para que suas solicitações sejam executadas com maior rapidez.

Assim, a conscientização do usuário para o preenchimento correto desse item é

fundamental. Para isso, sugerimos que o chefe do grupo de engenharia clínica organize uma reunião com os responsáveis pelos serviços no hospital para esclarecer e definir quais as solicitações que apresentam condições de urgência (Brasil, 2002b).

O segundo campo da OS (Manutenção) deve ser preenchido pelo pessoal do grupo de engenharia clínica. O primeiro quadro desse campo contém os dados referentes ao local de execução da manutenção, ou seja, manutenção interna ou manutenção externa. Existe também nesse campo a informação referente ao grupo para o qual a OS será enviada para execução do serviço de manutenção.

No quadro 2 do segundo campo o grupo de engenharia clínica deve descrever o tipo de serviço executado. Às vezes, ocorre que uma solicitação de manutenção preventiva gera uma manutenção corretiva. Para melhor controle da quantidade e tipo de serviço que o grupo executa, seria interessante que nesse caso uma outra OS fosse aberta para a manutenção corretiva. Em outros casos, uma solicitação de manutenção corretiva é classificada pelo grupo de EC como uma rechamada, tendo em vista o curto período decorrente desde a última manutenção corretiva. As rechamadas podem ser utilizadas pelo grupo como um dos indicadores para avaliação da qualidade do serviço oferecido.

Nesse segundo campo, ainda no segundo quadro, existem duas tabelas para controle do trabalho, e o seu preenchimento é de fundamental importância para o gerenciamento do grupo de EC. A segunda tabela desse quadro é destinada ao controle do serviço realizado. Seu preenchimento deve ser cuidadosamente monitorado pelo responsável pelo grupo, para que os técnicos o preencham da maneira mais completa e correta possível. Na primeira coluna dessa tabela, o campo códigos de pendência deve ser preenchido no caso de, durante a realização de um trabalho, ocorrer uma interrupção devido a uma série de motivos, como falta de peças no almoxarifado, espera para aquisição de peças, etc.

A data de início do serviço e de cada reinício do serviço deve ser colocada na segunda coluna. A identificação do(s) técnico(s) deve ser corretamente preenchida pelo técnico que participou do serviço executado. No preenchimento do tipo de serviço realizado deve ser descrita a atividade. Tendo em vista que um ou mais técnicos de diferentes equipes podem participar de uma mesma OS, é importante que sejam registradas nessa tabela todas as etapas que foram necessárias para a realização do serviço. O preenchimento correto da hora de início e hora de término do trabalho de cada serviço realizado para cada dia de serviço define o número total de horas gastas por técnico que trabalhou na OS.

O controle de falhas apresentado nessa OS é ainda bastante incipiente, devido à não-existência de literatura para codificação de falhas de equipamentos hospitalares em geral

(Brasil, 2002b). Assim, o tipo de defeito aqui sugerido para inclusão na OS serve somente para distinguir entre um erro de operação, a falha de componente e abuso na utilização. Esse tipo de controle alertará o responsável pelo grupo acerca das causas das solicitações de serviços, levando-o a tomar providências para tentar corrigir distorções. Antes da entrega definitiva do equipamento ao usuário, é importante que seja elaborado um teste no equipamento para verificação não apenas da falha que ocasionou o serviço originalmente, mas de qualquer outra anormalidade que o técnico possa ter se esquecido de averiguar (Brasil, 2002b).

O terceiro campo da OS deve ser preenchido pelo usuário e é destinado ao Recebimento do serviço. É importante que o grupo de EC tenha controle do recebimento e da aceitação do serviço executado pelo próprio solicitante ou por algum membro do departamento que gerou a solicitação do serviço. É possível que o usuário solicitante não seja notificado pelos membros de seu próprio departamento do seu término, e algum tempo depois se queixe ao grupo ou à própria administração do EAS da demora no atendimento de sua solicitação (Brasil, 2002b).

O quarto e último campo da OS a ser preenchido pela equipe de EC tem a finalidade de auxiliar o responsável pelo grupo no Controle de manutenção externa, ou seja, quando o equipamento é enviado ao fabricante, representante técnico ou empresa prestadora de serviço para a realização da manutenção.

5.2.1 Controle Periódico dos Serviços de Engenharia Clínica

O problema que ocorre em qualquer tipo de monitoração ou controle de serviços é que nem sempre os técnicos estão conscientizados da necessidade do preenchimento correto dos dados existentes em todos os formulários desenvolvidos, assim como a indisponibilidade de pessoal administrativo para a digitação e processamento desses dados (Brasil, 2002b). Dessa maneira, é fundamental a existência de pelo menos um computador exclusivo para utilização do grupo de manutenção e de um bom esclarecimento aos técnicos da importância do correto preenchimento da OS. Para facilitar o processamento dos dados existentes na OS e, conseqüentemente, auxiliar o gerenciamento do grupo, será exposto no Anexo C um formulário para o controle mensal de ordens de serviço:

- Tempo gasto para atividades de mc e mp e outras;
- Produtividade de cada técnico;
- Gasto total do departamento de manutenção;
- Total de horas que o departamento trabalhou;
- Valor da hora técnica (geral ou por grupo de equipamentos);

- Produtividade média;
- Custo total do material gasto para os serviços executados;
- Valor do estoque que o departamento manteve no mês;
- Tempo médio de resposta para o atendimento das solicitações;
- Tempo médio para o reparo dos equipamentos;
- Número de rechamadas.

A produtividade de cada técnico é medida através da divisão entre o tempo total registrado nas OS e tempo pago ao funcionário. O tempo total é resultante da soma dos tempos registrados em todas as ordens de serviço em que houve participação do funcionário durante o período de um mês, independentemente do serviço executado. A manutenção, seja corretiva ou preventiva, é a principal atividade de um grupo de EC e, fundamentalmente, a razão de sua existência. Tempos dedicados a outras atividades podem comprometer seriamente a qualidade do serviço prestado pelo grupo. Assim, na ficha mensal de controle existe a discriminação para os tempos dedicados em MP, MC e outras atividades para que o responsável pelo grupo possa ter maior controle do que ocorre em seu departamento (Brasil, 2002b).

O cálculo do gasto total do departamento inclui todos os gastos envolvidos para a manutenção do grupo (fixos e variáveis) durante o mês em questão. Para os casos em que faltam dados para o cálculo do custo total, seria interessante colocar pelo menos os custos variáveis. Esses gastos serão básicos para o cálculo aproximado do Valor da Hora Técnica (VHT).

O total de horas trabalhadas é obtido através da soma de cada tempo total registrado na tabela para cada técnico. Essa informação é útil para o estabelecimento de metas para os próximos períodos, verificação da produtividade média do departamento e comparação com os tempos registrados em períodos anteriores.

O VHT é obtido pela divisão entre o gasto total do departamento e o total de horas trabalhadas. O ponto principal para o conhecimento desse valor é a possibilidade de avaliar o progresso do grupo de EC a partir da implantação de novos métodos de gerenciamento e do pessoal que retorna de programas de treinamentos.

Uma outra informação importante para avaliar o grupo é a variação mensal do número de rechamadas. Com essa informação, é possível verificar a ocorrência de problemas localizados no grupo (falta de treinamento, negligência ou descuido durante a manutenção e obsolescência do equipamento), ou na equipe que opera o equipamento (falta de treinamento em operação e mau uso do equipamento), (Brasil, 2002b).

O custo total do material informa o quanto o departamento tem despendido com peças de reposição, material de consumo. Com essa informação, o responsável pelo grupo de EC tem a possibilidade de solicitar ampliação de verbas para o grupo ou transferência dos gastos com peças de reposição para o respectivo departamento do EAS (radiologia, neonatologia, etc.). Esse procedimento evitará que o cômputo desse tipo de gasto seja registrado na administração do EAS como gasto com o grupo de EC (Brasil, 2002b).

O valor do estoque existente é uma informação muito importante, mas difícil de ser controlada por grupos que tenham deficiência de pessoal administrativo. A atual tendência de administração financeira é a de manter o mais baixo possível o valor do estoque. Material estocado representa espaço físico, pessoal para cadastrar e controlar, capital e lucro cessante. Assim, é importante que o responsável pelo grupo siga essa filosofia, mantendo em estoque somente material de consumo e peças de reposição essenciais para equipamentos que não podem ficar muito tempo em manutenção (tubo de raio X, tubo de tomografia computadorizada, etc.) e equipamentos que já estão fora da linha de produção, mas que ainda possibilitam alguns anos de utilização no EAS (Brasil, 2002b).

Em serviços públicos, o estoque de peças de reposição assume um caráter um pouco mais crítico. Devido à morosidade dos procedimentos para compra de peças, o valor do estoque normalmente é significativamente maior que o do setor privado. O tempo médio de resposta afere o período decorrido entre a solicitação de serviço por parte do usuário do equipamento e a presença do técnico no local (Brasil, 2002b).

Essa informação, obtida pela diferença entre a hora de chegada do técnico e a hora da solicitação existentes na OS, dá uma ideia ao responsável pelo grupo da disponibilidade de seus técnicos. Um excessivo tempo médio de resposta é um indicador da saturação do serviço de EC ou da baixa produtividade do grupo. Essa informação também serve para o estabelecimento de metas futuras para a melhoria da qualidade no atendimento.

Finalmente, o tempo médio para reparo indica o tempo médio que o grupo leva para fazer a manutenção dos equipamentos sob sua responsabilidade. É uma das informações mais importantes que o responsável pelo grupo tem em mãos e que pode ser obtida através dos dados sobre tempo de reparo existente nas ordens de serviço. Se o tempo médio de reparo está abaixo dos tempos registrados para a manutenção externa, é um dado bastante valioso para constar em relatório mensal ou anual que necessariamente será solicitado pela administração do EAS (Brasil, 2002b).

Se por outro lado, esse tempo estiver acima dos registrados para conserto externo, o responsável deve verificar as prováveis causas o mais breve possível (falta de pessoal, baixa

produtividade do grupo, excessiva demora nos processos de aquisição, falta de treinamento dos técnicos) e adotar as providências cabíveis. Uma excessiva morosidade em MC, além de refletir negativamente na imagem do grupo para a administração do EAS, ameaça a própria existência do grupo (Brasil, 2002b).

O processamento de todos esses dados pode gerar diagramas de evolução mensal ou anual que indicam parâmetros do tipo:

- Custo mensal do pessoal em relação ao valor do parque de equipamentos sob sua responsabilidade;
- Quantidade de horas trabalhadas de acordo com o número de técnicos por equipe;
- Comportamento do VHT em relação à produtividade média do grupo;
- Tempos registrados para MP, MC e outras atividades;
- Tempo médio de resposta para reparo;
- Evolução dos gastos do departamento, decorrentes da quantidade de OS.

5.3 Gestão de Compras

Compra é um termo utilizado para definir o ato e a responsabilidade funcional de promover a procura dos materiais e serviços e, então, fornecê-los para serem utilizados pela empresa (Gonçalves, 2004). O processo de compras leva em consideração aspectos diversos como relacionamento com fornecedores, negociação de preços, prazos de entregas e planejamento de compras programadas com vistas à redução de custos (Dias, 1995).

As tarefas mais importantes na área de compras de uma empresa são: inicialização e transmissão das ordens (pedidos) de compras, provimento do transporte dos carregamentos até o local da fábrica e manutenção dos estoques na planta (Ballou, 2006). Ballou (2006) explica que, normalmente, uma ordem de compra é preparada e enviada à empresa fornecedora com informações como quantidades, destino de entrega, data para entrega, preços e especificações sobre o frete. Em seguida, o fornecedor processa e prepara o material da ordem para remessa. Portanto, é possível afirmar que o abastecimento se inicia na fábrica do fornecedor ou no distribuidor e termina nas mãos do cliente final.

O ato de comprar deixou de ser simplesmente o de efetuar uma cotação de preços. Há três características básicas que devem ser consideradas em um processo de decisão para

selecionar um fornecedor: preço, qualidade e serviço. Uma das etapas mais importantes do processo de compras é a seleção dos fornecedores. Geralmente, um comprador seleciona fornecedores que satisfaçam requisitos de prazos de entrega qualidade conforme especificado no projeto solicitado e condições de pagamento satisfatórias.

No contexto hospitalar, segundo Paterno (1990), entende-se “compras” como a função mais importante da logística, constituindo um serviço que tem por finalidade prever os materiais necessários ao hospital, planejar as quantidades corretas e satisfazê-las no momento certo, na melhor qualidade e ao menor custo. A cadeia de abastecimento do setor de saúde é caracterizada por sua complexidade, que resulta de diferentes fontes de fornecimento usadas pelas instituições e os diversos canais de distribuição por meio dos quais os materiais fluem. Por conseguinte, pode-se argumentar que os hospitais necessitam empregar redes logísticas próprias para entregar os medicamentos e outros produtos/serviços às unidades de tratamento de pacientes.

5.4 Gestão de Estoque

O controle de estoques exerce papel de suma importância dentro de uma empresa, por ser ele que mantém todos os produtos necessários para o funcionamento da organização. Sem estoque, é impossível uma empresa trabalhar, pois ele funciona como amortecedor entre os vários estágios da produção até a venda final do produto. Contudo, estoque em excesso pode significar maiores custos e até mesmo desperdícios.

Sendo assim, entende-se que todas as decisões tomadas nesse setor se refletiram no desempenho das empresas, já que a falta de determinado material pode ocasionar um atraso na entrega para o cliente e, por conseguinte, trazer prejuízos para a empresa. Assim como em qualquer organização, o estoque no escopo dos hospitais deve garantir a disponibilidade de medicamentos e materiais no momento e no lugar onde são necessários (Choudhury, Tiware e Mukhopadhyay, 2004).

Na gestão de estoque dos hospitais públicos, existe uma estimativa de gastos mensal e anual. A estimativa é definida de acordo com as necessidades do hospital, baseando-se nos seguintes aspectos: gasto do ano anterior, quantidade de material disponível para uso, prazo de validade do material, necessidade e importância do material, bem como impacto do material nas planilhas de gastos. Tendo um bom funcionamento e controle de estoque, os gestores contam com uma melhor previsão do que comprar e quando comprar, o que facilita na hora da compra e do armazenamento de produtos. Se, por um lado, justifica-se o controle de estoques orientados para minimizar custos, por outro, deve-se garantir suprimento adequado, em termos

de respostas rápidas, para atender às necessidades de demandas dos clientes (Pride e Ferrel, 2001).

5.5 Gestão de Risco

O gerenciamento de risco é uma atividade proativa e permanente desenvolvida por todos os profissionais pertencentes ao EAS e tem o objetivo de mitigar os riscos clínicos e não clínicos intrínsecos ao serviço. O estabelecimento deve disponibilizar recursos, apoiar politicamente e tecnicamente o desenvolvimento das atividades de gerenciamento de risco. O gerenciamento de risco é baseado no ciclo de identificação/reconhecimento do risco, a avaliação e quantificação e a implantação de medidas de controle e análise final de eficácia das medidas de controle de risco. O resultado da análise de eficácia das medidas de controle realimenta as etapas anteriores.

O estabelecimento assistencial deve possuir um sistema de monitoração e gerenciamento do risco para os equipamentos médico-hospitalares e processos de trabalho. Este sistema deve estar integrado à sistematização de gerenciamento de risco hospitalar. O responsável técnico pelo PGEMH é o engenheiro, este profissional também responde pela implantação e monitoramento das etapas do gerenciamento de risco da tecnovigilância do seu EAS. É facultado ao responsável técnico delegar a outros profissionais da saúde a execução das atividades de gerenciamento e monitoração de risco.

O estabelecimento assistencial deve buscar a redução e minimização da ocorrência dos eventos adversos e quase falha relacionados aos EMH. O sistema de monitoração e gerenciamento de risco deve:

- Seguir protocolos e procedimentos padronizados;
- Definir e monitorar indicadores de avaliação da prevenção ou redução dos eventos adversos pertinentes ao serviço de saúde em questão;
- Coletar, analisar, estabelecer ações corretivas e preventivas para reduzir os riscos relacionados à EMH, e quando notificar eventos adversos para o órgão sanitário competente;
- O estabelecimento deve notificar para o órgão competente os eventos adversos graves inesperados.

A gestão de riscos de equipamentos hospitalares é um processo crítico dentro da infraestrutura hospitalar, especialmente em um ambiente onde a segurança do paciente é uma

prioridade absoluta. Este conceito refere-se ao conjunto de práticas e políticas destinadas a identificar, avaliar e mitigar os riscos associados ao uso de equipamentos médicos dentro de uma instituição de saúde. Isso inclui desde a aquisição e instalação de novos dispositivos até a manutenção regular e a retirada segura de equipamentos obsoletos. A definição dada pela “*Committee of Sponsoring Organizations*” (COSO), (“Comitê de Organizações Patrocinadoras”), para a gestão de riscos segundo o Gabinete de avaliação e auditoria camões (2014) é:

Um processo desenvolvido pela administração, gestão e outras pessoas, aplicado na definição estratégica ao longo da organização, desenhado para identificar potenciais eventos que podem afetar a entidade, e gerir os riscos para níveis aceitáveis, fornecendo uma garantia razoável de que os objetivos da organização serão alcançados (Gabinete de avaliação e auditoria camões, 2014).

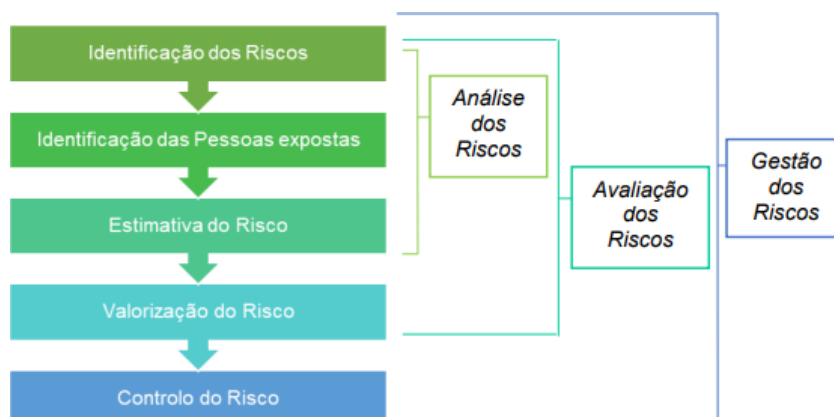
O processo da gestão de risco tem como principal objetivo o controle de riscos, inclusive a sua diminuição ou, em casos possíveis, eliminação de eventuais riscos. Contudo, nos casos em que não é possível evitar situações de risco, pretende-se que existam medidas de ação preventivas com o intuito de diminuir o impacto destas e respetivas consequências e gravidade dos mesmos. A gestão de riscos é uma área em desenvolvimento, com vista ao crescimento de qualquer organização e ao aumento da eficácia e da eficiência da mesma (Águas, 2018).

A gestão de risco deve incluir todas as atividades de uma dada organização, bem com a tomada de decisões estratégicas e a análise e identificação de todas as possibilidades e alternativas às mesmas, deve incluir também a planificação de atividades envolventes na estrutura, na eficácia operacional, na eficiência, segurança em bens e informações, na continuidade das atividades, gestão do pessoal e, por fim, comunicação interna e externa (Gabinete de Avaliação e Auditoria Camões, 2014).

Os equipamentos médicos desempenham um papel vital na prestação de cuidados de saúde de qualidade, desde diagnósticos precisos até procedimentos cirúrgicos complexos. No entanto, esses dispositivos também apresentam riscos significativos para os pacientes e profissionais de saúde se não forem devidamente gerenciados. Falhas mecânicas, calibração inadequada, mau funcionamento do software e outros problemas podem resultar em diagnósticos errôneos, lesões ou até mesmo morte. Portanto, a gestão de riscos de equipamentos hospitalares é essencial para garantir a segurança e eficácia desses dispositivos no ambiente clínico.

A gestão de risco engloba outros processos relativos à identificação e à análise do risco, na figura 11 será ilustrada essas etapas.

Figura 11 - Gestão de Risco e respetivas etapas.



Fonte: Águas, 2018 *apud* Ministério da Saúde e Administração Regional da Saúde de Lisboa e Vale do Tejo, 2010.

5.5.1 Análise de Risco

O início de uma boa gestão de riscos deve começar por uma correta análise e identificação de todos os riscos existentes em cada equipamento médico, de forma contínua e sistemática, controlando os diferentes danos, segundo os fatores analisados. Esta etapa, padronizada pela ISO 3100: 2018 - Gestão de risco, define análise de riscos como: “Processo de compreender a natureza do risco e determinar o nível de risco” (Associação brasileira de normas técnicas, 2018b).

A análise de riscos fornece a base para a avaliação de riscos e para as decisões sobre o tratamento de riscos; A análise de riscos inclui a estimativa de riscos. A análise de riscos é constituída pelas fases ilustradas na figura 11, identificação dos riscos, identificação das pessoas expostas e a estimativa do risco. Esta é uma das etapas da gestão de risco mais detalhada e com maior poder de observação e de análise, de forma a caracterizar profundamente todos os riscos existentes nos equipamentos médicos, identificando-os e analisando as eventuais consequências da ocorrência dos mesmos, tendo em conta os danos para as pessoas expostas (Águas, 2018).

A análise e identificação de riscos deve ser realizada em conjunto com informações técnicas, de fabricantes e de regulamentações dos equipamentos médicos e baseada ainda, na experiência profissional dos profissionais de saúde que operam diariamente com estes mesmos equipamentos e dispositivos médicos, assegurando uma análise completa e o mais detalhada

possível dos riscos existentes para cada equipamento, permitindo conhecer o nível do risco, consoante a sua probabilidade de ocorrência e severidade das consequências em caso de dano (Braz, 2014).

Cada risco identificado deve ser estimado para que se permita defini-lo consoante a sua magnitude, caracterizando-o através da sua probabilidade/frequência de ocorrência e a gravidade deste. As figuras 12, 13 e 14 mostram respectivamente tabelas com as classificações e descrições para os indicadores da probabilidade de ocorrência de falha, da severidade das potenciais consequências e a da probabilidade de detetabilidade do modo de falha (Saúde, 2016). As seguintes tabelas permitem auxiliar na atribuição da pontuação de cada indicador através da breve descrição de cada um, permitindo uma classificação subjetiva para o número de risco de cada modo de falha e, respetivo, equipamento e dispositivo médico.

Figura 12 - Indicadores relativos à probabilidade de ocorrência.

Probabilidade de Ocorrência					
Classificação	1 RARA	2 IMPROVÁVEL	3 POSSÍVEL	4 PROVÁVEL	5 CERTA
Descrição	Falha incomum; Tempo para que ocorra a falha: Superior a 10 anos	Quando as falhas são isoladas, sendo improváveis de ocorrer; Tempo para que ocorra a falha: Entre 10 e 5 anos	Apresentam falhas ocasionais; Tempo para que ocorra a falha: Entre 5 e 1 ano	Associa-se quando as falhas são frequentes Tempo para que ocorra a falha: Entre 1 ano e 6	Falha é inevitável. Tempo para que ocorra a falha: Inferior a 6 meses

Fonte: Águas, 2018.

Figura 13 - Indicadores relativos às consequências e gravidade das falhas.

Severidade das Potenciais Consequências						
Classificação	1 Insignificante	2 Pequena	3 Média	4 Elevada	5 Catastrófica	
Descrição	<i>Utentes</i>	Ausência de lesões; Não existe violação nos procedimentos hospitalares nem clínicos.	Pequenos danos ou problemas de saúde; Violação de um requisito legal e/ou procedimento.	Lesões moderadas.	Lesões graves ou incapacidade de longo termo.	Morte e/ou incapacidade permanente
	<i>Profissionais de Saúde</i>	Ausência de lesões; Não existe violação nos procedimentos hospitalares nem clínicos.	Pequenos danos ou problemas de saúde; Violação de um requisito legal e/ou procedimento.	Lesões moderadas.	Lesões graves ou incapacidade de longo termo.	Morte e/ou incapacidade permanente
	<i>Ambiente Hospitalar</i>	Sem perturbações ou perturbações mínimas; Não existe violação de procedimentos ou linhas de orientação.	Possibilidade de ligeira perturbação; Ligeiro impacto nos procedimentos ou linhas de orientação.	Perturbação moderada; Violação de um requisito legal.	Grave perturbação no ambiente hospitalar; Violação de vários requisitos legais.	Encerramento da serviço/unidade hospitalar; Violação de vários requisitos legais.
	<i>Negócio</i>	Sem impacto ou mínimo.	Impacto localizado	Impacto moderado	Impacto grande/significativo	Impacto crítico

Fonte: Águas, 2018.

Figura 16 - Indicadores de controle da falha e causas.

		Probabilidade da Detetabilidade				
Classificação	1	2	3	4	5	
	QUASE CERTA	ELEVADA	MODERADA	BAIXA	INCERTEZA	
Descrição	É possível de certeza detetar a potencial causa da falha.	A possibilidade de encontrar a potencial causa para o modo de falha é elevada.	Possibilidade moderada de que se encontra a falha antes de ocorrer.	Baixa possibilidade de encontrar a potencial causa da falha.	Não é possível detetar a causa ou mecanismo subjacente à falha.	

Fonte: Águas, 2018.

A estimativa de risco pode ser mensurável através do número prioritário de risco associado a cada modo de falha ou equipamento médico ou dispositivo médico. Através da multiplicação entre as classificações atribuídas à probabilidade de ocorrência, à severidade/gravidade e à detetabilidade ou possibilidade de controle dos modos de falha, obtém-se o valor do risco para cada modo de falha de cada equipamento ou dispositivo médico (Moura, 2000).

5.5.2 Avaliação de Riscos

A avaliação de riscos é a etapa da gestão de riscos que inclui a valorização destes. Ou seja, a valorização de riscos corresponde à comparação da magnitude do risco, o número prioritário de risco, com os valores padrões. A comparação da magnitude de risco com valores padrões permite concluir a aceitabilidade do risco e a necessidade de medidas preventivas ou de correção, com o intuito de monitorizar e controlá-los. A aceitabilidade dos diferentes riscos de cada dispositivo médico deve incluir as medidas de ação preventivas e um maior controle e estudo dos mesmos, para que toda a equipe tenha acesso a esta informação (Águas, 2018 *apud* Ministério da Saúde e Administração Regional da Saúde de Lisboa e Vale do Tejo, 2010).

5.5.3 Técnica de Análise e Avaliação de Risco

Ainda que a análise e avaliação de riscos sejam duas fases do processo de gestão de riscos, são etapas complementares uma da outra, isto é, as técnicas de análise e avaliação de riscos interligam as duas fases numa só metodologia. Cada técnica permite avaliar diferentes problemáticas, ou seja, existem ferramentas que avaliam a causa do risco, as consequências desse mesmo risco, entre outras questões importantes na temática da gestão de riscos (Dicionário Financeiro, 2018).

As diferentes técnicas de análise e avaliação de riscos que existem podem ser do tipo qualitativo ou quantitativo. A primeira é baseada na percepção e conhecimento/experiência profissional ou de trabalho, enquanto no tipo quantitativo é possível quantificar o grau do risco, em número, obtendo-se uma maior compreensão (Notícias, 2018).

❖ Análise da árvore de falhas (FTA)

É uma técnica de análise e avaliação das falhas de um sistema, processo ou qualquer equipamento. Contudo é uma análise do tipo “topdown”, ou seja, é uma técnica que reconhece as causas originadas por um determinado risco, ao invés de determinar as causas que o originam, até a identificação da causa básica da ocorrência do risco (Notícias, 2018; Quintella, 2011).

A FTA é uma técnica que permite o estudo das diferentes causas até a ocorrência do evento indesejável, permitindo avaliar as falhas e avarias do sistema, processo ou equipamento, desenvolvendo-se medidas de ação com uma resposta adequada a essas mesmas falhas. Esta é uma análise que permite determinar as falhas bem como a probabilidade da sua ocorrência, sendo por isso uma metodologia dos dois tipos tanto quantitativa quanto qualitativa (Águas, 2018).

❖ Análise de Perigos e Operabilidade (HAZOP).

Esta técnica identifica os perigos e os problemas operacionais de um processo ou de um equipamento. É uma técnica com elevada utilização e que deve ser aplicada em sistemas ou processos novos ou quando sofrem alguma alteração. É uma metodologia qualitativa que além de identificar perigos, apresenta riscos e perigos decorrentes de um desvio do processo ou na sua linha de seguimento e ainda, consequências ou eventuais riscos e perigos que possam suceder. Além do reconhecimento de riscos e causas, a metodologia HAZOP promove ações de resposta ao risco ou acidente, visando a redução e diminuição de riscos (Moura, 2000; Dicionário Financeiro, 2018; Notícias, 2018).

Esta análise é desenvolvida em grupo, com trabalhadores de diferentes funções para que seja possível abranger um maior número de problemas ou eventuais riscos durante uma linha de processo, aliando uma vasta e diversificada experiência para maiores vantagens na gestão de risco (Borelli *et al.*, 2015).

❖ Análise preliminar de riscos (PHA).

É uma das metodologias de análise e avaliação de riscos, do tipo qualitativo, que tem como principal finalidade a antevição de riscos antes da ocorrência dos mesmos e a posterior análise e identificação de consequências adjacentes desses mesmos riscos. Esta técnica identifica todas as atividades que compõem o equipamento ou produto, ou noutros casos os processos que se encontram em avaliação, tentando garantir uma completa previsão de todos os riscos possíveis de ocorrer.

A PHA identifica também as causas adjacentes do risco e as suas consequências, para que seja viável a construção de uma matriz de risco combinando as variáveis da ocorrência do risco e da gravidade do mesmo, permitindo a classificação dos riscos e a tomada de medidas de prevenção consoante o grau do risco (Moura, 2000; Dicionário Financeiro, 2018).

❖ CheckList

Esta metodologia baseia-se numa listagem de itens relacionados com riscos ou causas de riscos, bem como adoção e utilização de medidas preventivas. Esta é uma ferramenta utilizada após uma primeira análise e avaliação de riscos, de modo a evitar erros e a verificar o uso das recomendações de prevenção aos riscos. É uma medida que permite identificar as necessidades de correção em casos em que as medidas de resposta aos riscos não são tomadas ou não cumprem a sua finalidade (Moura, 2000; Dicionário Financeiro, 2018).

5.5.4 Controle dos Riscos

Após uma análise e avaliação cuidadosa e detalhada dos riscos existentes dos equipamentos médicos é necessário efetuar-se um controle dos riscos identificados e medidos. O controle dos riscos deve guiar o risco a níveis aceitáveis e promover o desenvolvimento e implementação de medidas de controle devidamente controladas, para que não exista transferência de riscos (Saúde, 2011). As medidas de resposta de controle devem ser realizadas com o intuito de reduzir ou eliminar o risco, sendo necessário reavaliações periódicas destas medidas, tal como uma monitorização das mesmas (Braz, 2014). A comunicação e o registro de todos os riscos e medidas devem ser realizados, para que se permita a troca de informação, aceitabilidade e acessibilidade nos registros relativos aos riscos, permitindo uma correta gestão do risco.

Por fim, a gestão de riscos de equipamentos hospitalares desempenha um papel crucial

na melhoria contínua da qualidade dos cuidados de saúde. Ao analisar incidentes e eventos adversos relacionados a dispositivos médicos, os hospitais podem identificar áreas de melhoria e implementar medidas corretivas e preventivas. Isso não apenas reduz o risco de recorrência de problemas similares, mas também promove uma cultura de aprendizado e inovação dentro da organização. Ao adotar uma abordagem baseada em dados para a gestão de riscos, os hospitais podem impulsionar a excelência clínica e garantir que continuem a fornecer os mais altos padrões de cuidados de saúde aos pacientes.

5.6 Avaliação do PGEMH

Ato periódico de valorar os resultados alcançados até o momento, as ações em andamento e aquelas que não tenham sido realizadas, para determinar se os objetivos estão sendo atingidos e para orientar a tomada de decisões.

- ❖ Modelo propositivo de formato para a avaliação
 - O processo de implementação do PGEMH inclui:
 - Descrição de como ocorreu o processo de elaboração, implantação e aprovação do plano (descrição da metodologia de trabalho, ações desenvolvida, equipes responsáveis).
 - O processo de monitoramento da execução:
 - Relato com a descrição de como foi definido o processo de monitoramento contínuo e avaliação periódica do plano (descrição da metodologia de trabalho, ações desenvolvidas, equipes responsáveis).
 - Avaliação das metas e estratégias, onde para cada meta deve-se:
 - Contextualização sobre a importância do plano;
 - Como as estratégias se relacionam com as metas;
 - Sistematização dos dados obtidos (gráficos ou tabelas);
 - Sistematização das contribuições contidas nos relatórios de monitoramento;
 - Análise a respeito da evolução dos indicadores observados no momento da aprovação do plano e no momento da avaliação.

Em resumo, o PGEMH e seus processos é um componente essencial no planejamento hospitalar, oferecendo benefícios significativos em termos de segurança do paciente, eficiência

operacional, conformidade regulatória e sustentabilidade financeira. A implementação eficaz desse plano não só garante o funcionamento seguro e eficiente dos equipamentos médicos, mas também contribui para a melhoria contínua da qualidade dos cuidados de saúde e para o fortalecimento da reputação institucional. Dessa forma, o PGEMH deve ser uma prioridade estratégica para todas as instituições de saúde que buscam excelência em suas operações.

5.7 Ferramentas da Gestão de Ativos

Uma das ferramentas utilizadas na gestão de processos com finalidade de estruturar um método para análise e solução de problemas, que busca a melhoria contínua dos processos é o *Plan-Do-Check-Act* (PDCA). A aplicação direta desse ciclo é um meio efetivo para o aumento da produtividade, redução de custos, melhoria em processos administrativos, tratamento de não conformidades, entre outras. Esse ciclo de melhoria contínua proporciona a identificação e tratamento de problemas reais, potenciais ou oportunidades de melhoria (Brasil, 2016).

O ciclo PDCA poderá ser usado para implantar um novo produto, para adquirir um equipamento, ou para criar um processo através do gerenciamento de tomada de decisões que garanta o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização. A figura 15, apresenta as etapas do ciclo PDCA onde:

- P (planejar): definir antecipadamente objetivos, metas, caminhos, requisitos, políticas e processos necessários para gerar resultados de acordo com as necessidades dos clientes e dos negócios, ou problemas que interferem nos resultados. E, a partir destes fixar um plano de intervenção com as devidas ações e correções;
- D (fazer do inglês ‘do’): programar os objetivos e procedimento, executar todo o plano de ação conforme planejado;
- C (checar): controlar e medir periodicamente os resultados dos processos, produtos e serviços, bem como o alcance de tudo o que foi planejado na etapa ‘P’ e o andamento do plano de ação, podendo detectar acertos e erros;
- A (agir): realizar as ações para promover melhoria contínua do desempenho dos processos agindo conforme o que foi avaliado na etapa ‘C’ corrigindo eventuais erros a partir de investigações de suas causas e, com base nelas, criar e fazer as ações corretivas.

Figura 15 - Representação do ciclo PDCA.



Fonte: Acervo do Autor.

Fonte: Brasil, 2016.

6. DESEMPENHO DA GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS

Para Rediske (2023 apud Kaplan e Norton, 1997) a importância e a dificuldade da mensuração e da avaliação do desempenho de um organização, afirmando que “medir é importante: o que não é medido não é gerenciado”. Já outros autores como Libby, Salterio e Webb (2004) vão além, ao colocar que a crença de que “o que é medido é gerenciado” deve ser substituída por “o que é medido e usado nas avaliações é gerenciado”. A consequência disso é que a gestão de uma organização não se torna capaz de avaliar, comprar ou corrigir o desempenho sem relatórios que contenham informações apropriadas e significativas sobre esse desempenho (Rediske, 2023).

6.1 Medidas de Desempenho

Nas práticas de gestão estratégica dos empreendimentos, mensuração de desempenho organizacional consiste num dos principais elementos, sendo capaz de identificar a distância existente entre a situação atual do empreendimento e o nível considerado de excelência, através da proposição de metas alinhadas com o planejamento estratégico e o uso de indicadores (Rediske, 2023 apud Kaplan, R. e Norton, 2008).

A literatura sugere que as medidas de desempenho atendam dados financeiros e não financeiros. Muitas vezes dados não financeiros isolados não são suficientes para que os gestores monitorem o desempenho do seu empreendimento, pois são incapazes de refletir satisfatoriamente o desempenho. Assim, desenvolvimentos recentes em sistemas de medição de desempenho têm defendido o uso de medidas de desempenho não financeiras, além das métricas financeiras tradicionais (Rediske, 2023).

As medidas de desempenho não financeiras são consideradas mais prospectivas, mais capazes de prever o desempenho futuro e mais úteis para desenvolver e sustentar vantagens competitivas de longo prazo do que as métricas financeiras tradicionais, pois as medidas de desempenho não financeiro enfocam os fatores de sucesso de longo prazo de uma empresa. Em uma organização de qualidade total bem-sucedida, o desempenho será medido por todo o conteúdo que participa do processo (Rediske, 2023).

No processo de avaliação de desempenho são utilizados diferentes métodos como: Administração Por Obejtos (APO); Três níveis de desemeprho; *Mckinsey 7-S*; *Baldrige*; *Quantum*; *Performance prism*; *Balanced Scorecard* (BSC) e *Key Performance Indicators* (KPI) (Neuenfeldt Júnior, 2014).

Neste estudo será abordado o BSC e o KPI que retrata um composto de medidas que representam o desempenho atual do empreendimento (Rediske, 2023).

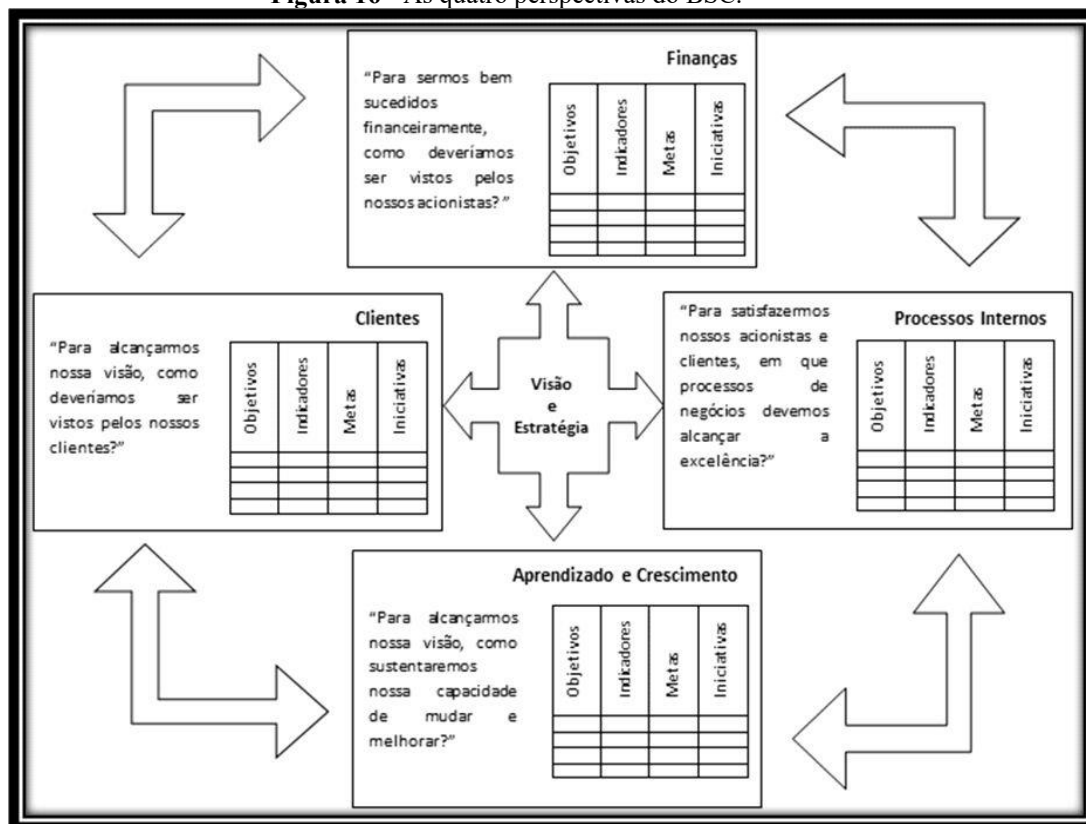
6.1.2 Balanced Scorecard

O BSC é um instrumento de gestão que permite o estudo qualitativo do desempenho empresarial, levando o conjunto de objetivos das organizações além das medidas financeiras, completando-as. O BSC mede o desempenho operacional usando não apenas indicadores financeiros, mas também indicadores de satisfação do cliente, de eficácia dos processos operacionais e da capacidade de inovação da organização, comparando esses indicadores ao estabelecimento do planejamento estratégico. Dessa forma possibilita aos gerentes o poder de mensuração não apenas no nível financeiro, tornando possível a identificação do desempenho empresarial considerando resultados no âmbito das finanças e indicadores de atendimento das necessidades dos clientes, de eficiência dos processos e de potencial de crescimento e de aprendizado da organização (Rediske, 2023 *apud* Kaplan e Norton, 1997).

O processo do scorecard tem início com um trabalho de equipe para traduzir a estratégia de sua unidade de negócios com objetivos estratégicos específicos. É frequente as organizações possuírem uma visão e estratégias que não são devidamente esclarecidas e discutidas. A clarificação e tradução da visão estratégica, pelos membros da organização, facilitam o seu sucesso. É preciso definir o mapa estratégico através de uma sequência de relações de causa e efeito entre resultados e vetores de desempenho, o BSC ajuda a esclarecer as ações a empreender. Este método também contribui para a criação de consenso, entre os gestores, da visão e estratégia da organização (Rediske, 2023).

Dessa forma, para a correta implantação do BSC é necessário que sejam alinhados os objetivos estratégicos das empresas nas quatro perspectivas relacionadas na figura 16. Faz-se, portanto, um levantamento dos objetivos críticos para o sucesso da empresa e verificar-se os mesmos estão ou não sendo atingidos. As metas devem estar ser formuladas e estabelecidas no plano de ação (estratégias) para que os objetivos sejam alcançados, definindo cada uma das quatro perspectivas que estruturam o BSC:

Figura 16 - As quatro perspectivas do BSC.



Fonte: Marquez *et al.*, 2015 *apud* adaptado de Kaplan e Norton, 1997.

Indicadores da perspectiva financeira: Mostram se a implementação de uma estratégia e sua execução estão contribuindo para os resultados financeiros da empresa, o BSC leva em consideração os objetivos financeiros de longo para implementação da estratégia e relaciona esses objetivos com ações relacionadas às demais perspectivas a fim de que seja alcançado o desempenho econômico.

Perspectiva dos clientes: Permite identificar os segmentos de clientes e mercados em que a empresa irá atuar além das medidas de desempenho da organização nesses mercados-alvo, sendo possível adotar medidas que indicam se uma estratégia foi bem implementada, como nível de satisfação, índice de retenção e lucratividade dos clientes.

Perspectivas dos processos internos: Permite identificar os processos internos que são críticos e que possibilitam atingir a missão da organização, ou seja, processos nos quais deve-se ter um alto nível de qualidade a fim de atrair e reter clientes e satisfazer as expectativas dos acionistas da organização quanto a retornos financeiros.

Perspectiva do aprendizado e crescimento: Está relacionada à capacidade, motivação e participação dos colaboradores nas organizações, para que se alcancem os objetivos das demais

perspectivas.

Nem sempre a infraestrutura da empresa está adequada aos seus objetivos estabelecidos, no entanto, essa adequação é feita no BSC com os objetivos da perspectiva do aprendizado e crescimento, capacitando os empregados, melhorando os procedimentos e rotinas da organização (Marquez *et al.*, 2015).

O BSC permite uma visão balanceada e integrada da organização, sendo necessário o envolvimento da alta administração para que essa ferramenta seja corretamente desenvolvida, traduzindo a missão e a estratégia das organizações em um conjunto de indicadores de desempenho que possibilitem as mesmas a terem uma visão de longo prazo, relacionado causa e efeito dos indicadores.

6.1.3 Indicadores Chaves

Os KPIs são um tipo de medida que tem como objetivo avaliar o sucesso ou desempenho de determinada atividade. Eles podem ser usados como auxílio na implementação de metas estratégicas da organização (Marquez *et al.*, 2015). O objetivo dos KPIs é permitir identificar se os processos estão sob controle e onde melhorias são necessárias, além de permitir ações sobre as causas geradoras de desempenho futuro (Marquez *et al.*, 2015).

As análises de desempenho auxiliam os gestores no estabelecimento de seus objetivos estratégicos e operacionais. Os KPIs estabelecidos e suas relações com as metas e atividades devem ser determinados e verificados. É fundamental para o sucesso do empreendimento identificar os indicadores apropriados, determinar como se relacionam com os objetivos formulados pela empresa e como dependem das atividades desempenhadas (Marquez *et al.*, 2015).

Os KPIs não fornecem informações detalhadas, mas apresentam gerenciamento barato e simples que auxilia de forma intensa os gestores nas questões diárias. Determinar adequadamente os KPIs ampara as pessoas a distinguir o importante do trivial, o que “deve ser feito” do que “poderia ser feito” e permitir que os funcionários definam suas próprias prioridades para fazer o que é aceitável (Marquez *et al.*, 2015).

De forma didática pode-se afirmar que os KPIs são ferramentas que retratam o desempenho para uma meta ou objetivo específico e a distância entre o objetivo e o estado atual do sistema. Os resultados que estes KPIs fornecem são usados não apenas para melhorar os processos, mas também podem ser usados para preparar decisões na gestão estratégica (Marquez *et al.*, 2015). Em vez de reagir a erros ou não conformidades já detectadas, procura-se entender o funcionamento normal do sistema e focar no monitoramento de suas mudanças

por meio de indicadores de alerta precoce (Marquez *et al.*, 2015).

Marquez *et al.*, (2015) retrata uma estrutura de registro de medidas de desempenho que pode ser usada para projetar e auditar medidas de desempenho. A figura 17 detalha a estrutura de registro, baseada em recomendações feitas na literatura e depois testadas através de uma série de estudos de pesquisa. Esses estudos demonstram a validade prática e a utilidade da estrutura.

Figura 17 – Elementos para definição dos KPIs.

Elemento	Detalhamento
Título	Um bom título é aquele que explica o que é a medida e por que ela é importante. Deve ser autoexplicativo.
Propósito	A lógica subjacente à medida deve ser especificada.
Refere-se a	Os objetivos empresariais a que a medida se refere devem ser identificados.
Alvo	Conhecimento explícito da meta e determinação de uma escala de tempo para alcançá-la.
Fórmula	Refletir exatamente o processo a ser medido e ser claramente definida.
Frequência de medição e frequência de revisão	É uma função da importância da medida e do volume de dados disponíveis.
Quem mede?	A pessoa que deve coletar e relatar os dados deve ser identificada.
Fonte de dados	A fonte dos dados brutos deve ser especificada.
Quem age nos dados?	A pessoa que deve agir sobre os dados deve ser identificada.
O que eles fazem?	Nome das pessoas que irão promover ações a partir das informações geradas. Explicitar o comportamento requerido das pessoas que agirão em cima das informações provindas da medição.

Fonte: Redisk, 2023 apud Neely et al., 1997.

Na determinação desses KPIs, é necessário garantir que eles forneçam informações mensuráveis, precisas, confiáveis e utilizáveis para implementar ações corretivas quando o desempenho não está em conformidade com os objetivos ou para melhorar a eficiência de processos.

O resultado dos serviços de uma engenharia clínica precisa ser medido adequadamente. Pois somente através da leitura deste resultado, é possível justificar de forma qualitativa e quantitativa, a importância de uma EAS avaliando-o no gerenciamento da tecnologia hospitalar. Neste ponto a utilização de indicadores é importante, já que eles compõem uma ferramenta que permite monitorar e avaliar atividades de um determinado serviço. Sendo assim, pode-se conhecer e comparar os verdadeiros custos e o real desempenho de toda estrutura (Rocco, 1998).

De acordo com Autio e Morris (1995), as rápidas mudanças (na forma de gerenciar, no

aparecimento cada vez mais rápido de novas tecnologias, etc.), que estão ocorrendo no ambiente de saúde fazem necessário que as Estruturas de Engenharia Clínica (EEC), tenham uma visão mais orientada aos negócios e às justificativas de custos do que há 15 anos atrás.

Com estas mudanças, as EEC precisam justificar em seu desempenho a própria existência delas da mesma forma como qualquer outro tipo de negócio, isto é, tem que desempenhar funções com alto nível de qualidade e a um custo competitivo. Os indicadores são essenciais para a sobrevivência das organizações e são absolutamente necessários para o gerenciamento efetivo destas mudanças, as EEC não são exceções a esta regra. Segundo Cardoso e Calil (2000), “os indicadores são medições de diversas variáveis”. Ou seja, através do uso de indicadores tem-se as medidas das variáveis inerentes ao processo de gerenciamento de tecnologia realizado pelas EEC.

Pegoraro (1999) define 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. Já para a Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade, o termo “indicadores de desempenho” apresenta o seguinte conceito: “uma relação matemática que mede, numericamente, atributos de um de seus resultados, com o objetivo de comparar esta medida com metas numéricas preestabelecidas” (Pegoraro, 1999).

6.2 Objetivo de um indicador

Pelas definições acima, o uso de indicadores auxiliará as EEC na tomada de decisões, com o intuito de melhorar o gerenciamento das tecnologias médico-hospitalar. A razão fundamental de utilizar-se indicadores nas EEC, é aprender como melhorar os processos de gerenciamento e aumentar a competitividade destas estruturas, tanto em relação às avaliações internas quanto às avaliações externas. Uma das principais vantagens de um estudo, sobre indicadores, bem estruturado, é dar condições de esclarecimento das características de processo que podem ser implementadas com o objetivo de alcançar melhoria de desempenho (Watson, 1994).

A avaliação dos níveis de qualidade, custo e eficiência permitem que uma organização, através de indicadores relativos ao cliente interno/externo, aos serviços, a elementos operacionais e financeiros, possa medir o desempenho dela (Pegoraro, 1999).

Entende-se por cliente interno a própria EEC, onde a leitura de certos indicadores só interessa à esta estrutura. Já cliente externo diz respeito às pessoas interessadas no acompanhamento do trabalho da EEC no EAS. São utilizados indicadores específicos para este propósito.

6.2.1 Monitorar operações internas

Certos indicadores, denominados internos, podem ser utilizados para fazer uma medida precisa de diferentes serviços realizados por uma EEC. Eles podem medir parâmetros de performance de um indivíduo, equipe ou estrutura específica. Como indicadores internos típicos, citam-se: o nível de esforço de cada atividade, produtividade, porcentagem de tempo gasto em cada atividade, trabalhos de manutenção não contemplados dentro de 30 dias, dentre outros (Autio e Morris, 1995).

Este tipo de monitoração permite a Engenharia Clínica determinar o que pode ser aplicado de melhor internamente para conseguir-se atingir as metas preestabelecidas.

6.2.2 Comparação externa

A utilização de indicadores, conhecidos como externos, permitem a comparação dos serviços realizados por programas de EC de diversas instituições. Isto é muito importante, pois permitem a uma EEC ter referências padronizadas para o nível de qualidade e custo do trabalho realizado por ela. Como exemplos de indicadores externos, citam-se: o custo do trabalho por hora, o custo de mão-de-obra por reparo, o custo de manutenção por leito, o número de dispositivos por leito, custo de manutenção como porcentagem do valor de aquisição de um determinado equipamento, etc. (Autio e Morris, 1995).

6.3 Características de um indicador

As características gerais dos indicadores precisam ser definidas antes que pensem em utilizá-los. Eles devem refletir a visão que o cliente possui da EEC, ou seja, devem dar possibilidades à verificação da qualidade de acordo com a percepção do cliente. Devem, ainda, mostrar o nível de utilização de recursos, ser sensíveis às variações do processo, de maneira

que indiquem se os serviços estão sendo feitos dentro do que previamente foi definido pela estrutura e fornecer respostas na periodicidade adequada. De modo que forneça respostas antes que o processo por ele medido gere perdas para a estrutura, estar próximos ao ponto de ocorrência dos problemas, isto é, precisam estar disponíveis para quem toma decisões no processo (Pegoraro, 1999).

A utilização de diferentes indicadores podem ser necessários para a avaliação e a comparação cruzada dos dados gerados por uma EEC. Através da leitura dos resultados de vários indicadores, combinados entre si, é obtido uma resposta mais objetiva e completa sobre os problemas encontrados por esta estrutura no gerenciamento da tecnologia.

É importante a apresentação de gráficos e tabelas destes indicadores, o que permite uma análise visual rápida de tendências e padrões. Uma tendência é a direção geral que a medição do indicador toma sobre um período de tempo, podendo ser desejável ou indesejável (Rocco, 1998).

6.4 Indicadores da Engenharia Clínica

A utilização de indicadores para monitorar o nível de eficiência de uma EEC é a forma mais fácil, clara e objetiva encontrada para apresentar aos profissionais que, diretamente ou indiretamente, lidam com tecnologia médica e a importância de se ter uma EEC fazendo parte de uma EAS. Os indicadores foram implementados seguindo a sequência proposta por Beulke e Bertó (1997), que contemplam as seguintes fases:

- Identificação dos problemas;
- Correção de rumos;
- Parametrização;
- Monitoramento.

A identificação precisa de onde surgem os principais problemas dentro de um estabelecimento de saúde e da própria equipe de EC permite a EEC pesquisar e, posteriormente, identificar quais os indicadores que melhor os representa.

Um dos problemas a ser enfrentados por uma EEC é a necessidade de justificar os recursos financeiros despendidos pelo EAS para o seu funcionamento. Desse modo, utiliza-se indicadores financeiros como: custo de um equipamento parado, custo de manutenção versus

valor do equipamento e custo diário de um leito parado de forma a justificar os gastos com uma EEC.

Com respeito ao acompanhamento do nível de qualidade e eficiência do trabalho das equipes das EEC, é necessário utilizar indicadores que permitam quantificar parâmetros, tais como porcentagem de conclusão do programa de manutenção, tempo de resposta, horas produtivas por horas disponíveis, tempo médio de retorno e número de ordens de serviço por setor do hospital.

Manter a segurança dos pacientes e dos funcionários de um EAS em relação a utilização dos EMH é outro aspecto importante do trabalho de uma EEC. Dessa forma faz-se necessária a utilização de indicadores como reparos repetidos e número de ordens de serviço por setor do hospital, com propósito de verificar a qualidade e segurança dos equipamentos.

A medida que estes problemas forem sendo constatados, é possível estabelecer as correções imediatas de rumos no sentido de manter a busca pela excelência dos serviços na direção de atingir metas previamente definidas pela própria EEC.

No momento em que metas são colocadas como objetivos a serem atingidos pelas EEC, entra-se na fase de parametrização, que pode ser consequência de estabelecimentos de padrões. É, em suma, o planejamento daquilo que se quer como viável. Por último, tem-se a fase de monitoramento, quando o responsável pelas atividades do centro de EC acompanha em caráter permanente o grau de execução das metas preestabelecidas.

A sequência proposta por Beulke e Bertó (1997) adequa-se perfeitamente ao objetivo, no que diz respeito ao uso de indicadores como forma de demonstrar a melhoria de qualidade e eficiência no atendimento dos pacientes e no trabalho dos profissionais de saúde, que uma EEC proporciona quando passa a administrar o gerenciamento da tecnologia médico-hospitalar de uma EAS.

Santos (2019) destaca que hospitais precisam avaliar com atenção as suas necessidades atuais e decorrentes de requisitos, serviços e custos, com o intuito de designar a melhor maneira de oferecer os serviços referentes a manutenção, considerando a tecnologia existente. Cardoso e Waqued (2019) apontaram que a utilização de indicadores para monitorar e analisar as condições dos equipamentos hospitalares pode ser uma ferramenta importante para os gestores auxiliando na tomada de decisão e na racionalização dos recursos financeiros, que geralmente são escassos em relação aos hospitais públicos.

Dessa forma, a aplicação, discussão e divulgação de tais indicadores entre o corpo clínico do hospital e os membros das equipes, acompanhado de um programa de melhoria contínua, são um importante sistema de feedback, otimizando ainda mais os processos

(Mamede, 2022). Darold, Pereira e Rodrigues Junior (2021) em um estudo de revisão sobre o tema, dividiram os indicadores em três classes: Tempo, Custo e Qualidade.

A recomendação é que seja aplicado ao menos um KPI de cada classe no processo de gestão a fim de alcançar um serviço de qualidade, de forma dinâmica, adequada aos prazos e a realidade financeira da instituição, otimizando os recursos. Escolher indicadores de desempenho bem definidos e estruturados pode ser determinante para alcançar os objetivos e resultados desejados (Mamede, 2022).

Santos e Dallora (2019) não encontraram de forma evidente na literatura quantos e quais indicadores devem ser utilizados para análises da área, por isso sugerem que fica a critério das instituições a escolha. Indicam ainda que essa escolha precisa ser estruturada de acordo com o tipo da instituição, sua complexidade, tamanho da estrutura física e complexidade dos equipamentos que possui. Neste trabalho será exemplificado três indicadores de cada classe segundo Darold, Pereira e Rodrigues Junior (2021), com a seguinte sequência, respectivamente: custo, qualidade e tempo.

6.4.1 Indicadores de Custo

A classe dos indicadores de custo abrange o custo de manutenção, que é o cálculo de quanto o estabelecimento gasta com manutenções; custo da aquisição do equipamento, âmbito no qual o gestor analisa fabricantes, modelos e valores para adquirir. Muitas vezes, é estabelecido um valor a ser gasto com manutenções, para fazer uma relação de quanto é gasto com manutenções e o custo para comprar um equipamento novo de modelo igual (Darold, Pereira e Rodrigues Junior, 2021).

Uma pesquisa realizada por Iadanza *et al.* (2019), teve por objetivo verificar a viabilidade de implementação de um método baseado em evidências, ou seja, com base no histórico de falhas para manutenção de um hospital de alta complexidade com sua vasta e variada tecnologia. O processo foi dividido por etapas, a primeira etapa foi classificar as ordens de serviços por meio de um conjunto de códigos e a segunda etapa constituiu por um projeto de um novo conjunto de indicadores para avaliar o desempenho da manutenção dos equipamentos.

Foram realizadas comparações entre dois indicadores, por exemplo: o custo de manutenção externa e o custo de manutenção interna de um determinado equipamento. Notou-se que, durante um determinado período, o custo da manutenção externa apresentava uma média de 93,03% do custo total. Depois de notarem essa porcentagem, a política de manutenção

mudou, e os técnicos internos começaram a fornecer a manutenção. Com isso, a manutenção externa caiu para 69,48% do custo total, ajuste que, na política com base nas evidências de trabalho, mostrou uma melhora econômica (Darold, Pereira e Rodrigues Junior, 2021).

Será demonstrado a seguir exemplos de indicadores de custo:

6.4.1.1 Custo de um Equipamento Parado

Este indicador baseia-se nas perdas de receita por parte do EAS quando certos exames deixam de ser realizados por causa da indisponibilidade do equipamento (Ferreira; Rocco; Garcia, 2000). Matematicamente, é expresso como:

$$RGE = MDXVPS(I) \quad (6.1)$$

Conforme a Eq. (6.1)

Onde:

RGE = Receita gerada por equipamento;

MD = Média diária de exames;

VPS = Valor pago pelo SUS por exame em reais;

A principal vantagem deste indicador está no fato de apresentar aos responsáveis pelo setor financeiro do EAS o valor que se deixa de receber em comparação com o valor que seria necessário para colocar o EMH em funcionamento novamente. Além disso, não se pode esquecer a diminuição de qualidade no atendimento aos pacientes resultante da falta de exames mais detalhados do seu estado de saúde.

6.4.1.2 Custo de manutenção versus valor do equipamento

Tem-se como principal objetivo deste indicador saber qual o percentual máximo ideal que pode ser gasto com a manutenção de um equipamento em relação ao valor de aquisição de um novo com as mesmas características. Dessa forma, a EEC pode assessorar os tomadores de decisão do EAS indicando o melhor momento para realizarem novas aquisições (Ferreira; Rocco; Garcia, 2000).

Com isso, é possível, também, a elaboração de um estudo para programação da

desativação e eventual substituição dos equipamentos em virtude dos custos de manutenção envolvidos. Para tomar a decisão de desativação e/ou substituição de um EMH, são levados em conta o custo da mão de obra a ser envolvida na sua manutenção, o nível de dificuldade para obtenção de peças de reposição, o número de vezes que o equipamento vem apresentando falhas, a existência de tecnologias mais modernas com um menor custo de operação, a disponibilidade financeira do EAS, dentre outros (Calil e Teixeira, 1998).

A vantagem deste indicador é que leva em consideração todos os custos que a aquisição de um equipamento de determinado fabricante possui. Isso permite a comparação de uma grande variedade de equipamentos de fornecedores diferentes, possibilitando a escolha daquele que tem a melhor relação custo-benefício.

6.1.4.3 Custo de um leito parado

A utilidade deste indicador é mais bem observada em setores mais críticos de um hospital (por exemplo, UTI e centro cirúrgico), já que está relacionado com equipamentos de suporte à vida, isto é, equipamentos médico-assistenciais (Ferreira, Rocco e Garcia, 2000).

Ressalta-se que esses setores são os que geram uma maior receita financeira tanto para o estabelecimento quanto para o corpo clínico. A vantagem desse indicador está em demonstrar numericamente para a administração do EAS e para o corpo clínico o quanto se está deixando de receber com a indisponibilidade do leito em virtude do não funcionamento de um equipamento.

No cálculo do custo diário, é levada em consideração a soma do valor pago pelos serviços profissionais e pelos serviços do EAS. De acordo com Beulke e Bertó (1997), dentre os vários dados que compõem a receita de um leito ocupado, citam-se:

- Horas de utilização de equipamentos;
- Diárias de pacientes;
- Honorários médicos;
- Medicamento e anestésicos (os quais podem ser diminuídos se o equipamento estiver em bom estado);
- Curativos;
- Alimentação parenteral;
- Entre outros.

Muitas vezes, não é permitido pela administração encaminhar o equipamento para manutenção em razão do custo financeiro que esta decisão terá para as finanças do EAS. Porém a mesma administração não leva em conta que na maioria dos casos, a perda de receita pelo não-conserto ou falta de compra de peças para o equipamento acarretará perda para o estabelecimento. Assim, pode haver um prejuízo bem maior que o inicialmente admitido.

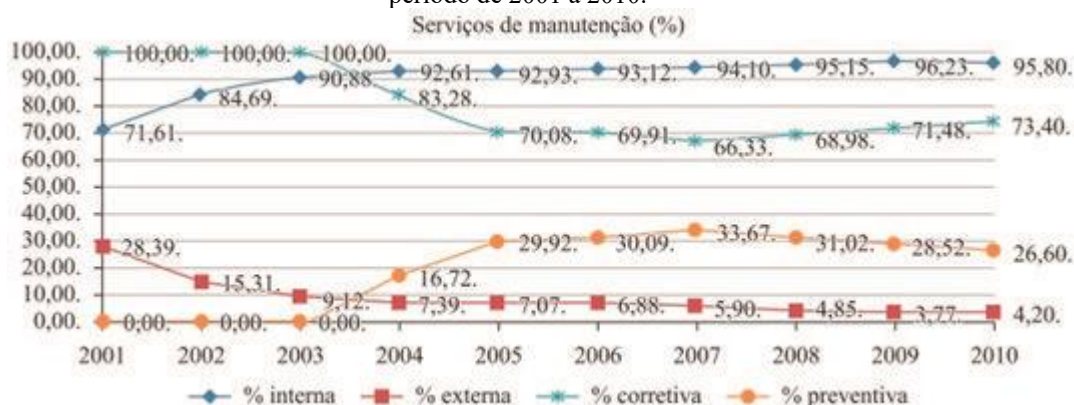
6.4.2 Indicadores de qualidade

A classe dos indicadores de qualidade engloba as manutenções preventivas que foram realizadas e as que iram ser realizadas. São observadas e calculadas em um período em que o responsável possa verificar se o plano de manutenções está sendo executado como o esperado.

Em pesquisa realizada por Souza, Milagre e Soares (2012), em um hospital público do Brasil, foi possível observar grandes mudanças com a aplicação de processos para o monitoramento e gestão dos processos de manutenção. Como pode ser visto na figura 18, ao longo do período de implementação do setor de manutenção, os processos deixaram de ser exclusivamente corretivos para se tornarem parcialmente preventivos e corretivos.

Esse acompanhamento do indicador de manutenção corretiva/manutenção preventiva permite às equipes avaliarem a presença ativa do setor em práticas sistemáticas de controle do equipamento e da qualidade de implementação dos serviços. A presença da manutenção preventiva em detrimento a manutenção corretiva é vantajosa ao hospital, pois tende a reduzir o tempo de equipamento parado, maximizando as práticas em saúde.

Figura 18 – Evolução dos percentuais de manutenção interna, externa e corretivas e preventivas no HC-UFU, no período de 2001 a 2010.



Fonte: Souza, Milagre e Soares, 2012.

Segue como exemplo os indicadores de qualidade a seguir:

6.4.2.1 Porcentagem de conclusão do programa de manutenção

É definido como sendo a razão do programa de manutenção realizado pela equipe de engenharia clínica, que é completado em relação ao iniciado num determinado período (um mês, por exemplo), ou seja, é a razão entre as ordens de serviços concluídas e abertas nesse período, conforme a Eq. (6.2).

$$R = \left(\frac{\Sigma OSC}{\Sigma OSA} \right) \times 100 \quad (6.2)$$

Onde:

R = Razão de conclusão do programa de manutenção, em %;

OSC = Ordens de serviços concluídas;

OSA = Ordens de serviços abertas.

A equipe de engenharia clínica deve medir esforços no sentido de aumentar o valor deste indicador (R), como forma de demonstrar ao cliente o avanço obtido dos problemas relativos ao programa de manutenção do EAS. Apesar de este indicador não analisar os custos do serviço, fornece um sentido de valor ao trabalho que está sendo realizado (Rocco, 1998).

6.4.2.2 Número de ordens de serviço por setor do hospital

É definido como o número total de ordens de serviço abertas mensalmente para cada setor do EAS. Sabendo-se claramente, por meio da utilização deste indicador, qual é o setor do estabelecimento que demanda maior quantidade de serviços, facilita-se a definição da melhor composição (em termos de conhecimento profissional), da equipe de trabalho de uma EEC (Rocco, 1998).

Este indicador auxilia a EEC na formação das equipes necessárias ao trabalho em cada tipo de hospital existente, seja qual for a sua referência: em cardiologia, ortopedia e traumatologia, ginecologia e obstetrícia, etc.

6.4.2.3 Número de reparos repetidos

É o número de reparos efetuados em um determinado equipamento num curto período especificado. Este indicador é uma boa ferramenta para identificar os EMH que estão apresentando problemas crônicos. Além disso, permite a identificação de técnicos e operadores que necessitam de treinamento adicional em manutenção e/ou em operação de determinado equipamento (Rocco, 1998).

Pode-se, ainda, comparar o resultado deste indicador com o indicador de tempo médio entre falhas do equipamento, o que permitiria observar se realmente o equipamento está obedecendo a esse valor. Se isso não ocorrer, deve ser feito um estudo a fim de detectar o que ocorre com o equipamento. Neste caso, o problema pode estar localizado no nível de usuário ou do fabricante.

Este indicador também permite a elaboração de um estudo para programação da desativação e eventual substituição dos equipamentos em virtude da frequência de corretivas.

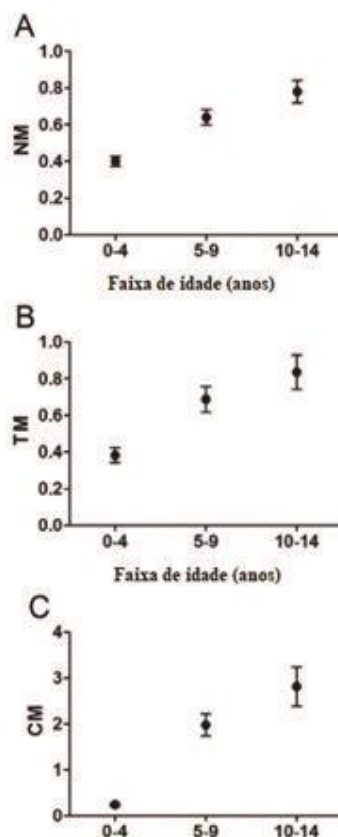
6.4.3 Indicadores de Tempo

A classe dos indicadores de tempo aborda o tempo de parada do equipamento. Esse indicador apresenta o tempo calculado em horas que o equipamento parou de funcionar devido a alguma falha e o tempo médio entre falhas, que mede o índice de falhas não previstas, que podem ser do software ou algum defeito da fabricação do equipamento. Esse indicador pode ser medido em horas, dias, semanas ou meses (Darold, Pereira e Rodrigues Junior, 2021).

Os indicadores de manutenção estão sendo aplicados para conhecimento do efeito da idade do parque tecnológico e como isso afeta os processos e tempos de manutenção. Um estudo realizado na Universidade de Campinas, em que 2134 equipamentos foram estudados, sendo estes divididos entre três classes de idade (Darold, Pereira e Rodrigues Junior, 2021).

Os indicadores usados foram: número de ordens de serviço de manutenção corretiva; horas de manutenção corretiva e custo total para ordens de serviço de manutenção corretiva. Conforme apresentado na figura 19 pode-se observar, de forma clara e objetiva, que um parque tecnológico mais velho acarreta maior despendimento financeiro, necessita de maior número de horas de manutenção e impacta em mais tempo de máquina parada (maior número de ordens de serviço de manutenção corretiva). Esses resultados são importantes para o setor de manutenção demonstrar a necessidade de atualização do parque, bem como a demanda de mão de obra e peças para o parque, justificando gastos totais praticados.

Figura 19 – Média dos valores para cada indicador em relação a idade dos equipamentos. Número de ordens de serviço de manutenção corretiva (NM), horas de manutenção corretiva (HM) e custo total para ordem de serviço de manutenção corretiva (CM).



Fonte: Souza Milagre e Soares, 2012.

A seguir será exemplificado três indicadores de tempo:

6.4.3.1 Tempo de resposta

É definido como tempo em horas da chamada inicial à resposta inicial, isto é, do momento em que, por exemplo, se entra em contato com uma determinada empresa até o momento em que ela se apresenta no estabelecimento para prestar a assistência técnica solicitada.

Este indicador é frequentemente incluído em contratos de serviços e constitui-se num indicador apropriado para EEC monitorar os serviços executados por terceiros. Um excessivo tempo de resposta é um indicativo da baixa produtividade dos serviços, porém, lembra-se que este indicador não determina a qualidade ou custo dos serviços. É um indicador que monitora o grau de satisfação do cliente (Rocco, 1998).

6.4.3.2 Tempo médio de retorno

É o indicador que apresenta de forma mais clara e objetiva a eficiência de uma EEC já que mostra o tempo médio, em dias, que os equipamentos levam ao estado operacional normal após terem sido encaminhados para manutenção. Para a realização deste cálculo, a Eq. (6.3).

$$TMR = \frac{\Sigma PD}{\Sigma NE} \quad (6.3)$$

Onde:

TMR = Tempo médio de retorno em dias;

PD = Período de indisponibilidade do equipamento, em dias;

NE = Número de equipamentos.

O responsável pela equipe da EEC pode propor valores de metas a serem atingidas, como forma de demonstrar aos clientes do serviço de gerenciamento que a estrutura está em permanente busca de qualidade e eficiência do seu trabalho. É importante lembrar que essas metas devem ser factíveis e alcançáveis, pois, em caso contrário, corre-se o risco da perda de credibilidade dos indicadores (Tancredi; Barrios; Ferreira, 1998).

6.4.3.3 Horas produtivas por Horas disponíveis

É o tempo efetivo de trabalho das equipes de uma EEC num período (por exemplo, mês, ano) previamente definido pela pessoa responsável por aquela equipe. A vantagem deste indicador está em identificar se as equipes estão documentando adequadamente os tempos despendidos no trabalho, isto é, se registram o tempo de serviço efetivo trabalhado. Quando as desvantagens, a principal está relacionada à reação contrária provocada na maioria dos profissionais em virtude do aumento de registros de controle que eles terão (Simmons e Wear, 1988). É calculado matematicamente conforme a Eq. (6.4).

$$P = \left(\frac{\Sigma DP}{\Sigma HD} \right) \times 100 \quad (6.4)$$

Onde:

P = Produtividade em %;

HP = Horas produtivas;

HD = Horas disponíveis.

As horas produtivas são as somas de horas trabalhadas, em que é levado em consideração também o tempo gasto em reuniões, estudos, treinamentos, etc. num período previamente determinado. As horas disponíveis são o número de horas que a equipe estava disponível na EEC no mesmo período definido para as horas produtivas, descontando férias, feriados e horas com atestado de saúde.

Em resumo, os indicadores são ferramentas essenciais para a gestão e melhoria dos serviços de saúde em instituições hospitalares. Eles fornecem uma base objetiva para tomada de decisões, promovem a transparência e a responsabilidade, e ajudam a melhorar a qualidade dos cuidados e a eficiência operacional. A adoção de indicadores de desempenho permite que os hospitais monitorem continuamente seu desempenho, identifiquem áreas de melhoria e implementem mudanças necessárias para alcançar melhores resultados.

Dessa forma, os indicadores desempenham um papel crucial no planejamento e na gestão estratégica das instituições de saúde, contribuindo para a excelência do serviço prestado.

7. CONCLUSÃO

Ao longo dos anos, o sistema de saúde passou por um grande aprimoramento dos seus equipamentos médico-hospitalares, a fim de garantir a qualidade e eficiência do serviço prestado para os usuários. Por conseguinte, necessitou-se que tivesse uma gestão de qualidade acerca destes equipamentos. A gestão eficiente da tecnologia médico-hospitalar, conduzida pela Engenharia Clínica (EC), emerge como um pilar indispensável para assegurar a qualidade e a segurança dos serviços de saúde. Esta gestão abrange integralmente o ciclo de vida dos equipamentos, desde a aquisição estratégica e regulamentada, passando pelo rigoroso recebimento, a instalação planejada, o uso monitorado com diversas intervenções técnicas, incluindo manutenções corretivas, preventivas e preditivas, calibrações e testes de segurança elétrica até o descarte responsável.

Para sustentar esses processos, é fundamental uma sólida estrutura administrativa da Engenharia Clínica, que envolve infraestrutura física adequada, recursos humanos qualificados, um inventário preciso, logística eficiente e a utilização de sistemas de informação, como o CMMS, que otimizam as operações e a gestão de ativos. A gestão de riscos é um componente crítico, integrada em todas as fases para identificar, analisar e controlar potenciais falhas, garantindo a segurança do paciente e a conformidade regulatória. Todas essas ações são formalizadas e guiadas pelo Plano de Gerenciamento de Equipamentos Médico-Hospitalares (PGEMH), um documento essencial que assegura a conformidade legal e a eficácia das intervenções.

Este trabalho de conclusão teve como resultado mais significativo a oportunidade de aprofundar a temática da gestão de equipamentos médico-hospitalares. O aumento da demanda na área da saúde exige que instituições hospitalares acompanhem a evolução do mercado e invistam em infraestrutura e eficiência do atendimento. O trabalho apresenta vários indícios de viabilidade e os aspectos favoráveis da utilização de processos de gestão, específicos em toda a cadeia de gerenciamento dos equipamentos nas instituições de saúde. Por fim, a medição contínua do desempenho da gestão é crucial, utilizando ferramentas estratégicas como o Balanced Scorecard (BSC) e Key Performance (KPIs). Estes indicadores, focados em custo, qualidade e tempo, permitem uma avaliação objetiva, justificam investimentos e impulsionam a melhoria e a excelência assistencial, contribuindo diretamente para a sustentabilidade e a reputação das instituições de saúde.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13485**: Produtos para saúde: Sistemas de gestão da qualidade requisitos para fins regulamentares. Rio de Janeiro: ABNT, 2016a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT **NBR 13534**: Instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2011a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15943**: Diretrizes para um programa de gerenciamento de equipamentos de infraestrutura de serviços de saúde e de equipamentos para a saúde. Rio de Janeiro: ABNT, 2011b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5419**: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2018a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6024**: informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2012a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6027**: informação e documentação: sumário: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2012b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6028**: informação e documentação: resumo, resenha e resenha: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR IEC 60601-1:2010**: Equipamentos eletromédicos: Parte 1: Requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial. Rio de Janeiro: ABNT, 2016b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 31000**: Gestão

de risco: diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2018b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 9001:** Sistemas de gestão da qualidade: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO/IEC 17025:** Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ÁGUAS, Beatriz Bicho. **Gestão do Risco em Unidades Prestadoras de Cuidados de Saúde.** Orientador: José Augusto da Silva Sobral. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Instituto Politécnico de Lisboa, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa. Lisboa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/15978/1/Dissertacao.pdf> . Acesso em: 01 maio 2024.

ALVES. Hellen de Souza. **Métodos e práticas de sustentabilidade no edifício hospitalar 8DJU.** Orientador: Selma Terezinha Milagre. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Biomédica) - Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <https://l1library.org/document/q013kw3z-metodos-praticas-de-sustentabilidade-no-edificio-hospitalar-dju.html>. Acesso em: 01 maio 2024.

AMORIM, A. S.; PINTO, V. L.; SHIMIZU, H. E. O desafio da gestão de equipamentos médico-hospitalares no Sistema Único de Saúde. **Saúde em Debate**, v. 39, n. 105, p. 350–362, jun. 2015. . Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-110420151050002004>>. ISSN 2358-2898. <https://doi.org/10.1590/0103-110420151050002004>. Acesso em: 13 out. 2024.

ANVISA SOBRE OBRIGATORIEDADE DE SE REVISAR E CALIBRAR APARELHOS MÉDICOS. Físio Fernandes. 2014. Disponível em: <https://www.assistenciafernandes.com.br/anvisa.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2023.

AUTIO, D. D.; MORRIS, R. L. Clinical Engineering Program Indicators. *In*: BRONZINO, J. D. (ed.). The Biomedical Engineering Handbook. 1. Hartford. Boca Raton, FL, CRC Press LLC, 1995.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos - Planejamento, Organização e Logística Empresarial.** Tradução: Raul Rubenich. - 5. ed. - Porto Alegre : Bookman,2006. 616 p. ISBN 978-85-363-0591- Disponível em: https://www.academia.edu/36531997/GERENCIAMENTO_DA_CADEIA_DE_SUPRIMENTOS_LOG%3%8DSTICA_EMPRESARIAL. Acesso em: 02 nov. 2023.

BATALHA, M. O. (org.). **Gerenciamento de Sistemas Agroindustriais: definições e correntes metodológicas.** São Paulo: Atlas, 2001. Disponível em: https://www.academia.edu/43841053/Batalha_e_Silva_2001_. Acesso em: 15 nov. 2024.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia deabastecimento.** São Paulo: Saraiva, 2003.

BEULKE, R.; BERTÓ, D. J. ; 1997. **Gestão de Custos e Resultado na Saúde: hospitais, clínicas, laboratórios e congêneres**. 1. ed. São Paulo: Saraiva.

BORELLI, S.; FERREIRA, R. E.; GABRIEL, V.; CAMPOS, F. C. Metodologia HAZOP: Segurança e Sustentabilidade no Processo Industrial. **Revista Eletrônica FACP**, n. 7, 2015. Disponível em: <https://revistaunifacp.com.br/revista/index.php/reFACP/article/view/38>. Acesso: 10 dez. 2023.

BRASIL. Lei Nº12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2010a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm . Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução normativa – IN nº 74, de 16 de setembro de 2020a**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2020/in074_16_09_2020.pdf. Acesso em: 24 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual para regularização de equipamentos médicos na Anvisa: Gerência de Tecnologia em Equipamentos Médicos – GQUIP**. Brasília, DF, 2021a. P.175. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/produtos-para-a-saude/manuais/manual-para-regularizacao-de-equipamentos-medicos-na-anvisa.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da diretoria colegiada – rdc nº 185, de 22 de outubro de 2001**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/rdc0185_22_10_2001.pdf. Acesso em: 31 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da diretoria colegiada – rdc nº 270, de 28 de fevereiro de 2019**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2019/rdc0270_28_02_2019.pdf. Acesso em: 01 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da diretoria colegiada – rdc nº 423, de 16 de setembro de 2020b**. Disponível em: https://bvs.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2020/RDC_423_2020_.pdf. Acesso em: 24 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da diretoria colegiada – rdc nº 40, de 26 de agosto de 2015**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2015/rdc0040_26_08_2015.pdf. Acesso em: 31 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução de diretoria colegiada – rdc nº 340, de 6 de março de 2020c**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2020/RDC_340_2020_.pdf. Acesso em: 24 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução de diretoria colegiada – rdc nº 509, de 27 de maio de 2021b.** Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2020/rdc0509_27_05_2021.pdf. Acesso em: 01 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, Resolução da Diretoria Colegiada – RDC, nº 509, de 27 de maio de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução-rdc nº50, de 21 de fevereiro de 2002a.** Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/res0050_21_02_2002.html. Acesso em: 07 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução-rdc nº59, de 17 de dezembro de 2010c.** Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2010/res0059_17_12_2010.html. Acesso em: 07 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Normas Técnicas. Coordenação Geral de Normas. Coordenação de Rede Física, Equipamentos e Materiais Médico-Hospitalares. Serviço de Engenharia Clínica. **Segurança no Ambiente Hospitalar. Brasília, 1995.** Disponível em: <https://bit.ly/3wMNJW9>. Acesso em: 30 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 1631, de 1º de outubro de 2015.** Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2015/prt1631_01_10_2015.html. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria. **Portaria MS nº 2.510, de 19 de dezembro de 2005** – Institui comissão interinstitucional para elaboração da Política de Gestão de Tecnologias em Saúde, sob coordenação da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos (SCTIE). Diário Oficial da União. Brasília, DF, 19 dez. 2005. Disponível em: http://ww.w.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/Pm_2510_2005.pdf. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. **Coordenação-Geral de Normas.** Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Brasília, 1994, 136 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/normas_montar_centro_.pdf. Acesso em: 13 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção a Saúde. Departamento de Atenção Especializada e Temática. **Gestão de Equipamentos: aplicação de conhecimentos e práticas da Hemorrede Pública Nacional: I Curso de Especialização em Engenharia Clínica: artigos de conclusão do curso.** 1ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 90 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/gestao_equipamentos_aplicacao_conhecimentos_hemorrede.pdf. Acesso em: 08 de jun. de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de atenção especializada. **Guia para elaboração do plano de gestão de equipamentos para serviços de hematologia e hemoterapia.** Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Especializada. Brasília: Ministério da Saúde, 2012. Disponível em: <https://bit.ly/3GjO1Hg>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão de Investimentos em Saúde. Projeto REFORSUS. **Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção: capacitação a Distância.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2002b. 709 p. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos_gerenciamento1.pdf. Acesso em: 01 nov. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 3.214, 08 de junho de 1978.** Norma Regulamentadora nº 15- Atividade e Operações Insalubres. NR 15. 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>. Acesso em: 17 jan. 2025.

BRAZ, Filipa Vanessa dos Santos. **Metodologia de Avaliação de Riscos em Equipamentos de Energias Renováveis: Solar e Biomassa.** Dissertação (Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho) - Instituto Politécnico de Setúbal. Escola Superior de Ciências Empresariais e Escola Superior de Tecnologia. Setúbal, 2014. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/6497>. Acesso em: 01 maio 2024.

BRONZINO, J. D. **Clinical Engineering: evolution of a discipline.** In: The biomedical engineer-ring handbook. Vols. I & II. Boca Raton: CRC Press; 1995. p. 2499. Disponível em: <https://archive.org/details/BiomedicalEngineeringHandbookVolumeIi/mode/2up>. Acesso em: 10 mar. 2024.

BUSSO, C. M.; MIYAKE, D. I. Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. **Production.** v. 23, n. 2, p. 205-225, abr. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/ZNJXTx55LBKrrQ33SVdLsyp/?lang=pt>. Acesso em: 21 out. 2023.

CALIL, S. J.; TEIXEIRA, M. S. **GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS HOSPITALARES.** São Paulo, SP: Editora Fundação Peirópolis Ltda, 1998. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_cidadania_volume11.pdf. Acesso em: 25 out. 2024.

CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total.** 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CARDOSO, G. B.; CALIL, S. J.; 2000. Estudo do Processo de Análise de Referência Aplicado à Engenharia Clínica e Metodologia de Validação de Indicadores de Referência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, 17. 2000, Florianópolis. [Anais]. Santa Catarina.p. 482 - 487. Disponível em: <https://sbeb.org.br/wp->

content/uploads/2023/04/17-AAAA-XVII-CBEB-2000SBEB-Vol1.pdf. Acesso em: 06 maio 2024.

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**. v. 11, n. 4, p. 87-98, dez. 2019. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/13502>. Acesso em: 21 jul. 2024.

CASTELAR, R.M.; MORDELET, P., e GRABOIS, V. (1995). **Gestão hospitalar: Um desafio para o hospital brasileiro**. [S.I.]: Éditions École de La Santé Publique.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. (2006), **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Prentice Hall.

CHOUDHURY, A. K.; TIWARI, M.K.; MUKHOPADHYAY, S.K. Application of na analytical network process to strategic planning problems of a supply chain cell: case study of a pharmaceutical firm. **Production Planning & Control – The Management of Operations**, v. 15, p. 13-26, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/239392153_Application_of_an_analytical_network_process_to_strategic_planning_problems_of_a_supply_chain_cell_Case_study_of_a_pharmaceutical_firm. Acesso em: 27 ago. 2023.

CHRISTOPHER, M. (1997). **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para redução de custos e melhoria de serviços**. São Paulo: Pioneira.

D'ANTONA, A. S. **Engenharia Clínica: quando vale a pena terceirizar?**. LinkedIn, 25 de jul. de 2024. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/engenharia-cl%C3%ADnica-quando-vale-pena-terceirizar-stegmann-d-antona-ikqif>. Acesso em 12 jan. 2024.

DAROLD, M. W.; PEREIRA, L. A. e RODRIGUES JÚNIOR, L. F. Indicadores da manutenção: estudo da sua eficiência no setor de engenharia clínica. **Disciplinarum Scientia**. v. 22, n. 2, p. 81-94, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/download/3979/2825/14082>. Acesso em: 15 jan. 2025.

DHMED- **Tecnologia médica. Calibração de equipamentos médico-hospitalares**, In: DHMED. RS, 2024. Disponível em: <https://www.dhmed.com.br/calibracao-de-equipamentos-medico-hospitalares/>. Acesso em: 28 set. 2023.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais**. Edição compacta. São Paulo: Atlas. 1995.

DICIONÁRIO Financeiro. **Ferramentas de Análise de Risco**. Disponível em: <https://www.dicionariofinanceiro.com/ferramentas-de-analise-de-risco/>. Acesso em: 01 maio 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES - EBSERH. **Norma Operacional de Gestão de Equipamento Médico Hospitalares- EBSERH**. Hospitais Universitários Federais. 2020. Disponível em:

<https://www.gov.br/ebserh/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/legislacao-e-normas/legislacao-e-normas-de-engenharia-clinica/norma-operacional-de-gestao-de-equipamentos-medico-hospitalares-ebserh.pdf/view>. Acesso em: 18 nov. 2023.

ENTENDA O QUE É MANUTENÇÃO PREVENTIVA E QUANDO DEVE SER REALIZADA. **Abecom**, 2021. Disponível em:

<https://www.abecom.com.br/o-que-e-manutencao-preventiva/>. Acesso em: 20 dez. 2023.

EQUIPE TOTVS. **Manutenção Preditiva: o que é, como funciona, vantagens e dicas**. In: TOTVS, Gestão Industrial. [S.I.]. Disponível em:

<https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/manutencao-preditiva/>. Acesso em: 26 jul. 2024.

FERREIRA, F. R.; A. DE ROCCO, E.; GARCIA, R. Proposta de Implementação de Indicadores para Levantamento de Produtividade em Estruturas de Engenharia Clínica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, 17. 2000. Florianópolis. [Anais]. Santa Catarina. p. 455 - 459. Disponível em: <https://sbeb.org.br/wp-content/uploads/2023/04/17-AAAA-XVII-CBEB-2000SBEB-Vol2.pdf>. Acesso em: 07 maio 2024.

FLEURY, P.F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas. 2000.

FRANCISCO, R. B. **Manutenção Preditiva na indústria 4.0**. LinkedIn, 2019. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/manuten%C3%A7%C3%A3o-preditiva-na-ind%C3%BAstri-a-40-rodrigo-barros-francisco?originalSubdomain=pt#:~:text=A%20manuten%C3%A7%C3%A3o%20preditiva%20tem%20como,diminuindo%20o%20custo%20do%20reparo>. Acesso em 12 jan. 2024.

GABINETE DE AVALIAÇÃO E AUDITORIA CAMÕES. Instituto da Cooperação e da Língua e Ministério dos Negócios Estrangeiros (2014). **Linhas da Orientação para a Gestão do Risco**. Disponível em: http://www.instituto-camoes.pt/images/transparencia/Linhas_Orienta%C3%A7%C3%A3o_Gest%C3%A3o_Risco.pdf. Acesso em: 01 maio 2024.

GONÇALVES, P.S. **Administração de Materiais**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2004.

IADANZA, E.; GONNELLI, V.; SATTA, F.; GHERARDELLI, M. Evidence-based medical equipment management: a convenient implementation. **Medical and Biological Engineering and Computing**, v. 57, n. 10, p. 2215-2230, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11517-019-02021-x>. Acesso em: 15 jan. 2025.

KOBAYASHI, S. **Renovação da logística: como definir estratégias de distribuição global**. São Paulo: Atlas. 2000.

KOTLER, P. **Administração de Marketing: a edição do novo milênio**. São Paulo: Prentice Hall. 2000.

LIBBY, T.; SALTERIO, S. E.; WEBB, A. The Balanced Scorecard: The Effects of Assurance and Process Accountability on Managerial Judgment. **The Accounting Review**, v. 79, n. 4, p. 1075–1094, out. 2004. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=317486. Acesso em: 20 jan. 2025.

MAMEDE, A. L. F.; RESENDE, A. A. de. Indicadores de desempenho na manutenção de equipamentos hospitalares: revisão da literatura. **Simpósio de Engenharia de Produção**, Universidade Federal de Catalão. 2022, Catalão, Goiás. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/INDICADORES_DE_DESEMPENHO_NA_MANUTEN%C3%87%C3%83O_DE_EQUIPAMENTOS_HOSPITALARES_REVIS%C3%83O_DA_LITERATURA.pdf. Acesso em: 20 jan. 2025.

MARGOTTI, A. E. **Metodologia para incorporação de equipamento médico assistencial em hospitais utilizando a avaliação de tecnologia em saúde na Engenharia Clínica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Florianópolis, SC. 2012. Disponível em: <https://bit.ly/3lJi1mm>. Acesso em: 17 maio 2021.

MARQUEZ, P. B. Et al. Proposta de medidas de avaliação de desempenho para o centro de engenharia clínica e bioequipamentos do HCFMRP-USP. **Medicina (Ribeirão Preto)**, Ribeirão Preto, Brasil, v. 48, n. 1, p. 65–76, 2015. DOI: 10.11606/issn.2176-7262.v48i1p65-76. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/97010>. Acesso em: 05 jan. 2025.

MOURA, C. (2000). **Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA)**. Manual de referência. SAE J-1739 - Disponível em: <https://www.estgv.ipv.pt/PaginasPessoais/amario/Unidades%20Curriculares/Inova%C3%A7%C3%A3o/Textos%20apoio/FMEA.pdf>. Acesso em 12 jun. 2024.

NEOVERO SISTEMAS. Desativação e Descarte de Equipamentos Médico-hospitalares. *In: Neovero*. [S.I.], 2024. Disponível em: <https://www.neovero.com/desativacao-e-descarte-de-equipamentos-medico-hospitalares/>. Acesso em: 06 mar. 2024.

NEUENFELD JÚNIOR, A. L. **Modelagem para a mensuração de desempenho do sistemas brus rapid transit no Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/21416/DIS_PPGEP_2014_NEUENFELDT%20JUNIOR_ALVARO.pdf.pdf?sequence=1. Acesso em: 25 ja. 2025.

NOTÍCIAS, E. (2018). **Técnicas de Análise de Risco**. Acedido a 2 de Agosto de 2018, em: <http://elseviernoticias.com.br/tecnicas-de-analise-de-riscos/>. Acesso em: 12 maio 2024.

OLIVEIRA, B., BORGES, L. Estudo da implementação do CMMS em um departamento de engenharia clínica. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica**. Local, v. 9, n. 3, p. 29-55, 2018. Disponível em: <http://periodicos.unifacef.com.br/resiget/article/viewFile/1628/1146>. Acesso em: 30 jan. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Sistema Computarizado de Gestión del Mantenimiento: Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos**. 2012. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44828/9789243501413-spa.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27 out. 2024.

PATERNI, D. **A administração de materiais no hospital: compras, almoxarifado e**

farmácia. 2ª ed. Centro São Camilo de Desenvolvimento em Administração da Saúde, São Paulo. 1990.

PEGORARO, A. H. **Uma Metodologia para a Avaliação e Melhoria da Qualidade em Empresas de Serviços com o Uso de Indicadores**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/80955>. Acesso em: 10 maio 2024.

PRIDE, W.M., & FERRELL, O.C. **Marketing: Conceitos e Estratégias**. São Paulo:LTC. 2001.

QUINTELLA, M. C. **Adaptação e Aplicação da Técnica HAZOP na Identificação de Risco na Área de Serviço de Saúde: Estudo de Caso HEMOCENTRO/UNICAMP**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Química. Campinas. p. 114. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/296860821.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2024.

REDISKE, G. **Modelo de avaliação do desempenho de operação e manutenção de usinas fotovoltaicas de minigeração distribuída**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós Graduação em Gerência da Produção. Santa Maria, RS. 2023. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/29379/TES_PPGEP_2023_REDISKE_GRACIELE.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 25 jan. 2025.

REZENDE, D. A. Metodologia para projeto de planejamento estratégico de informações alinhado ao planejamento estratégico: a experiência do Senac-PR. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 32, n. 3, dez. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-19652003000300017>. Acesso em: 23 maio. 2024.

RIVARD-Royer, H.; LANDRY, S.; BEAULIEU, M. Hybrid stockless: a case study – lessons for health-care supply chain integration. **International Journal of Operations & Production Management**, [S.I.], v. 22, n.4, p. 412-424, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235313301_Hybrid_stockless_A_case_study_Lessons_for_health-care_supply_chain_integration. Acesso em: 20 jun. 2024.

ROCCO, E. de. **Definição de procedimentos para levantamento de produtividade e eficiência em serviços de Manutenção de Equipamentos Eletromédicos - EEM**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/77710>. Acesso em: 6 fev. 2024.

RUTNER, S. M.; LANGLEY, C. J. Logistics Value: Definition, Process and Measurement. **The International Journal of Logistics Management**. vol. 11 No. 2, pp. 73-82. 2000. <https://doi.org/10.1108/09574090010806173>. Acesso em: 24 de fev. de 2024.

SANTOS, A. C. R. dos. **Avaliação dos Modelos de Gestão na Manutenção de Equipamentos Médicos num Hospital E.P.E.: estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde) - Curso de Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Faro, 2019. Disponível em:

<https://core.ac.uk/download/pdf/322888527.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2025.

SANTOS, R. M. dos; DALLORA, M. E. L. do V. Avaliação de indicadores de desempenho da área de engenharia clínica. **Medicina (Ribeirão Preto. Online)**, [S.L.], v. 52, n. 1, p. 34-46, 2 jul. 2019. Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v52i1p34-46>. Acesso em: 23 jan. 2025.

SAÚDE, M. d. **Orientações para a Organização e Funcionamento das Unidades de Cuidados de Saúde**. Orientações para a Constituição e Implementação das UCSP. Lisboa. 2011.

SILVA, Valmir Pereira da. **Gestão de patrimônio: sua importância como fator de eficiência para a gestão pública municipal do Recife**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Pública Municipal) - Unidade Acadêmica de Educação a Distância e Tecnologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2022. Disponível em: https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/4623/1/tcc_valmirpereiradasilva.pdf. Acesso em: 20 dez. 2023.

SIMMONS, D. A.; WEAR, J. O.; 1988. Clínica/ Engineering Manual. 3. ed. North Little Rock, AR: Scientific Enterprises, Inc. SOUZA *et al.* Análise da logística hospitalar e dos custos do Setor de Engenharia Clínica em um Hospital filantrópico. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, [S. l.], n. 4, p.35, set. 2014. DOI: <https://doi.org/10.15675/gepros.v9i4.1083> . Acesso em: 13 abr. 2024.

SOUZA, A. A.; PEREIRA, A. C. P.; XAVIER, A. D. O.; MENDES, E. S. Logística hospitalar: um estudo de caso diagnóstico das dificuldades na gestão logística do setor de engenharia clínica. **Tourism & Management Studies**, vol. 4, 2013, p. 1073-1084 Universidade do Algarve Faro, Portugal. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3887/388743877003.pdf>. Acesso em: 12 out. 2023.

SOUZA. D. B de, MILAGRE. S. T. e SOARES, A. B. Avaliação econômica da implantação de um serviço de Engenharia Clínica em hospital público brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 28, n. 4, p. 327-336, nov., 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/rbeb.2012.042>. Acesso em: 16 jan. 2025.

TANCREDI, F. B.; BARRIOS, S. R. L.; FERREIRA, J. H. G. Planejamento em Saúde. **Série Saúde e Cidadania**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, v. 2. 1998.

TERRA, T. G.; GUARIENTI, A.; SIMÃO, E. M.; RODRIGUES JÚNIOR, L. F. Uma revisão dos avanços da Engenharia Clínica no Brasil. **Disciplinarum Scientia | Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria (RS, Brasil), v. 15, n. 1, p. 47–61, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/1340>. Acesso em: 21 maio 2024.

TRINDADE, E. A incorporação de novas tecnologias nos serviços de saúde: o desafio da análise dos fatores em jogo. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 5, p. 951-964, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008000500002>. Acesso em: 04 mar. 2021.

VIEIRA JUNIOR, Petronio. Engenharia Clínica – Notas de Aulas, Faculdade de Engenharia

Elétrica e Biomédica, Universidade Federal do Pará, 2024

WATSON, G. H.; 1994. **Strategic benchmarking : how to rate your company's performance against the world's best.** New York : J. Wiley and Sons, 1993.

WORLD HEALTH ORGANIZATION WHO. **Expert Committee on Biological Standardization.** WHO Technical Report Series, n. 941. Geneva, Switzerland. 2007.

ANEXO

ANEXO A – Exemplo de laudo de desativação

ANEXO B – Ficha de inventário

ANEXO C – Ficha de OS parte 1

ANEXO D – Modelo de tabela para seleção de equipamentos para o programa de manutenção preventiva

ANEXO E – Modelo de ficha de inventário para cadastramento individual

LAUDO DE OBSOLESCÊNCIA

Código do Laudo: LO2024-0030

Data: 21/11/2024

Declaro para os devidos fins que o equipamento abaixo está fora de utilização, conforme Ordem de Serviço 202406070.

Equipamento: RAIJO X MÓVEL**TAG:** UTIA HRT-0065**Fabricante:** SIEMENS**Modelo:** POLY MOBIL PLUS**Número de Série:** 20020**Patrimônio:** 141190**Motivos da Obsolescência**

- ALTO CUSTO
 EQUIPAMENTO COM ALTO GRAU DE DETERIORAÇÃO
 EQUIPAMENTO NO FINAL DA VIDA ÚTIL

Observação

REALIZADO LAUDO DE OBSOLECENCIA DO EQUIPAMENTO, CONSIDERANDO O DESGASTE ELEVADO E O CUSTO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA QUE ULTRAPASSA 1/3 DO VALOR DE UM NOVO. (CUSTO DE MAIS DE 30K EM PEÇAS CONFORME ORÇAMENTO DA SIEMENS) PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO D952 \ PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO D927 \ PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO D971

Sugerimos encaminhar para o setor responsável para o devido descadastramento.

CARLOS ASSUNÇÃO**Responsável pela aprovação na instituição**

Nome: HÍVENA LIMA

Cargo: DIRETORA

Fonte: Calil e Teixeira, 1998, p. 5.

ORDEM DE SERVIÇO – MANUTENÇÃO		Nº O.S																											
Usuário	Manutenção de equipamento		Código do equipamento [][]-[][][][][][][][][]																										
	Equipamento: _____		Fabricante: _____																										
	Modelo: _____		Nº de série: _____		Nº de identificação: _____																								
	Serviço solicitado: <input type="checkbox"/> MC <input type="checkbox"/> MP <input type="checkbox"/> Instalação <input type="checkbox"/> Treinamento <input type="checkbox"/> Calibração																												
	Falha apresentada: <input type="checkbox"/> No equipamento <input type="checkbox"/> No acessório																												
	Acessórios acompanhantes: _____																												
	Falha apresentada/serviço solicitado: _____																												
	Manutenção predial		(Para verificação do tipo de serviço; ver classificação no verso)																										
	<input type="checkbox"/> Elétrica <input type="checkbox"/> Serralheria <input type="checkbox"/> Reforma <input type="checkbox"/> Pintura <input type="checkbox"/> Chaveiro <input type="checkbox"/> Hidráulica <input type="checkbox"/> Marcenaria <input type="checkbox"/> Serviços gerais <input type="checkbox"/> Jardinagem <input type="checkbox"/> Outros																												
	Descrição do serviço: _____																												
Serviço/departamento: _____ Local: _____																													
Funcionário solicitante: _____ Telefone/ramal: _____																													
Grau de necessidade: <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Urgente Data ___/___/___ Hora: ____ : ____																													
Manutenção	<input type="checkbox"/> Manutenção interna		<input type="checkbox"/> Manutenção externa		Grupo _____																								
	Tipo de serviço: <input type="checkbox"/> MC <input type="checkbox"/> MP <input type="checkbox"/> Recamada <input type="checkbox"/> Instalação <input type="checkbox"/> Treinamento																												
	Data: ___/___/___ Tempo de deslocamento (h:min) ____ : ____ Hora de chegada (h:min) ____ : ____																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº da requisição</th> <th>Código</th> <th>Material utilizado</th> <th>Quantidade</th> <th>Custo RS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>					Nº da requisição	Código	Material utilizado	Quantidade	Custo RS																			
	Nº da requisição	Código	Material utilizado	Quantidade	Custo RS																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Códigos de pendência</th> <th>Data</th> <th>Técnico</th> <th>Serviço realizado</th> <th>Hora início</th> <th>Hora término</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td>/</td> <td> </td> <td> </td> <td>:</td> <td>:</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>/</td> <td> </td> <td> </td> <td>:</td> <td>:</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>/</td> <td> </td> <td> </td> <td>:</td> <td>:</td> </tr> </tbody> </table>					Códigos de pendência	Data	Técnico	Serviço realizado	Hora início	Hora término		/			:	:		/			:	:		/			:	:
	Códigos de pendência	Data	Técnico	Serviço realizado	Hora início	Hora término																							
	/			:	:																								
	/			:	:																								
	/			:	:																								
Tipo de defeito:																													
<input type="checkbox"/> Erro de operação <input type="checkbox"/> Abuso na utilização <input type="checkbox"/> Falha de componente <input type="checkbox"/> Outro (descrever abaixo)																													
Descrição da falha: _____																													
Responsável: _____ Data: ___/___/___																													
Teste de desempenho realizado por: _____ Nº C.Q. _____																													
Usuário	Recebimento do serviço																												
	Nome: _____																												
	Data: ___/___/___																												
Assinatura: _____																													
Manutenção	Controle de manutenção externa		Controle nº _____																										
	<input type="checkbox"/> Garantia		<input type="checkbox"/> Contrato		<input type="checkbox"/> Demanda																								
	Empresa: _____		Tel: _____		Pessoa de contato: _____																								
	Chamada realizada em: ___/___/___ às ____ : ____ hs																												
	Atendido em: ___/___/___ às ____ : ____ hs																												
	Previsão de entrega: ___/___/___ às ____ : ____ hs																												
	Recebido por: _____ Data: ___/___/___ às ____ : ____ hs (Pessoal pertencente ao grupo de manutenção)																												
	Falha relatada: _____																												
	Serviço realizado: _____																												
	Código da pendência: _____ Valor do serviço (RS): _____																												
Vencimento da garantia do serviço: ___/___/___																													

Fonte: Calil e Teixeira, 1998, p. 64.

Tabela para auxílio na seleção de equipamentos para o Programa de manutenção preventiva

Tipo do equipamento: _____

Modelo: _____

Nº de série/código: _____

Fabricante: _____

QUESTÕES	S	N
1 - O equipamento tem partes móveis que requerem ajuste ou lubrificação?		
2 - O equipamento tem filtros que requerem limpeza ou trocas periódicas?		
3 - O equipamento tem bateria que requer manut. periódica ou substituição?		
4 - O uso do equipamento pode ocasionar algum dano ao usuário ou operador?		
5 - Você acredita que a manutenção preventiva irá reduzir uma determinada falha que ocorre de maneira freqüente?		
6 - Existe a necessidade de uma calibração freqüente do equipamento?		
7 - Em caso de paralisação deste equipamento, outros serviços ficarão comprometidos?		
8 - Existe alguma solicitação da administração para a manutenção		

Data ___/___/___

Responsável _____

FICHA DO EQUIPAMENTO EM BRANCO		
Identificação do Equipamento		
Situação:		Imobilizado <input type="checkbox"/>
Descrição:		
Modelo:	Fabricante:	
Setor:		
Centro de Custo:		
TAG:	Nº de Série:	Patrimônio:
Fornecedor:		
Data de Aquisição:	Data Instalação:	Valor Aquisição (R\$):
Valor Substituição (R\$):	Garantia Original:	Nº Nota Fiscal:
Observação:		
Setor Atual:		
Empresa Atual:		