



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**DEPARTAMENTO DE GESTÃO EM SAÚDE**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO DE SERVIÇOS DE SAÚDE**

Alexandre Peixoto Maia

**FERRAMENTA MULTICRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO DA OBSOLESCÊNCIA:**  
**melhorando a gestão dos equipamentos médico-assistenciais de um hospital**  
**universitário de Minas Gerais**

Belo Horizonte

2021

Alexandre Peixoto Maia

**FERRAMENTA MULTICRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO DA OBSOLESCÊNCIA:  
melhorando a gestão dos equipamentos médico-assistenciais de um hospital  
universitário de Minas Gerais**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Gestão de Serviços de Saúde da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Gestão de Serviços de Saúde.

Área de concentração: Gestão de Serviços de Saúde

Linha de pesquisa: Tecnologias Gerenciais em Saúde

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fátima Ferreira Roquete

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mery Natali Silva Abreu

Belo Horizonte - MG

2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Maia, Alexandre Peixoto.  
M217f Ferramenta multicritério para avaliação da obsolescência [manuscrito]: melhorando a gestão dos equipamentos médico-assistenciais de um hospital universitário de Minas Gerais. / Alexandre Peixoto Maia. - - Belo Horizonte: 2021.  
101f.: il.  
Orientador (a): Fátima Ferreira Roquete.  
Coorientador (a): Mery Natali Silva Abreu.  
Área de concentração: Gestão de Serviços de Saúde.  
Dissertação (mestrado): Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Enfermagem.

1. Engenharia Biomédica. 2. Avaliação da Tecnologia Biomédica. 3. Utilização de Equipamentos e Suprimento. 4. Dissertação Acadêmica. I. Roquete, Fátima Ferreira. II. Abreu, Mery Natali Silva. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Enfermagem. IV. Título.

NLM: QT 36

Bibliotecário responsável: Fabian Rodrigo dos Santos CRB-6/2697



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE ENFERMAGEM  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE SERVIÇOS DE SAÚDE

**ATA DE NÚMERO 42 (QUARENTA E DOIS) DA SESSÃO PÚBLICA DE ARGUIÇÃO E DEFESA DA DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELO CANDIDATO ALEXANDRE PEIXOTO MAIA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM GESTÃO DE SERVIÇOS DE SAÚDE.**

Aos 8 (oito) dias do mês de setembro de dois mil e vinte e um, às 16:00 horas, realizou-se por videoconferência, a sessão pública para apresentação e defesa da dissertação "FERRAMENTA MULTICRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA: MELHORANDO A GESTÃO DOS EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS DE UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO SITUADO EM MINAS GERAIS", do aluno Alexandre Peixoto Maia, candidato ao título de "Mestre em Gestão de Serviços de Saúde", linha de pesquisa "Tecnologias Gerenciais em Saúde". A Comissão Examinadora foi constituída pelas seguintes professoras doutoras: Fátima Ferreira Roquete, Mery Natali Silva Abreu, Luciana de Gouvêas Viana e Keli Bahia Felicíssimo Zocchetto, sob a presidência da primeira. Abrindo a sessão, a presidente, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato para apresentação do seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa do candidato. Logo após, os membros da Comissão se reuniram sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do seguinte resultado final:

- APROVADO;  
 APROVADO COM AS MODIFICAÇÕES CONTIDAS NA FOLHA EM ANEXO;  
 REPROVADO.

A Comissão Examinadora recomendou a mudança do título para: "FERRAMENTA MULTICRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO DA OBSOLESCÊNCIA: melhorando a gestão dos equipamentos médico-assistenciais de um hospital universitário de Minas Gerais".

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pela orientadora. Nada mais havendo a tratar, eu, Davidson Luis Braga Lopes, Secretário do Colegiado de Pós-Graduação em Gestão de Serviços de Saúde da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 8 de setembro de 2021.

Profª. Drª. Fátima Ferreira Roquete  
Orientadora (UFMG)

Profª. Drª. Mery Natali Silva Abreu  
Coorientadora (UFMG)

Profª. Drª. Luciana de Gouvêas Viana  
Membro titular (UFMG)

Profª. Drª. Keli Bahia Felicíssimo Zocchetto  
Membro titular (UFMG)

Davidson Luis Braga Lopes  
Secretário do Colegiado de Pós-Graduação



Documento assinado eletronicamente por Fátima Ferreira Roquete, Professora do Magistério Superior, em 10/09/2021, às 20:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 3º do [Decreto nº 10.743, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Mery Natali Silva Abreu, Professora do Magistério Superior, em 15/09/2021, às 15:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 3º do [Decreto nº 10.743, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Luciana de Gouvêas Viana, Professora do Magistério Superior, em 20/09/2021, às 20:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 3º do [Decreto nº 10.743, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Keli Bahia Felicíssimo Zocchetto, Chefe de departamento, em 21/09/2021, às 10:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 3º do [Decreto nº 10.743, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Davidson Luis Braga Lopes, Secretário(a), em 21/09/2021, às 15:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 3º do [Decreto nº 10.743, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_organizacao\\_exterior=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_organizacao_exterior=0), informando o código verificador 0956816 e o código CRC 568CDDA7.

*A Deus;  
À minha família;  
E a todos aqueles que dependem do Sistema Único de Saúde.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me dar saúde e força para enfrentar todo esse desafio.

À Bel e ao Pedro. Nada disso seria possível sem o amor, compreensão, carinho, apoio e incentivo de vocês. Como tenho sorte de ter vocês na minha vida!

À minha mãe Roseni, aos meus irmãos Anchieta e Arthur, às minhas cunhadas Ana e Renata, à minha sogra Agueda e ao meu sogro Cesar, pelo constante incentivo.

Ao meu saudoso pai, exemplo de vida e fonte de inspiração. Como gostaria de te dar um abraço agora e ver seus olhos brilhando comemorando junto comigo.

Às minhas orientadoras, Prof.<sup>a</sup> Fátima e Prof.<sup>a</sup> Mery, que sempre foram compreensivas e disponíveis.

A toda a equipe do Setor de Engenharia Clínica, sempre atuante para que possamos cumprir nossos objetivos no hospital.

Ao engenheiro Robspierre, amigo e companheiro de luta do dia a dia. Nossa parceria foi fundamental durante essa caminhada.

Aos engenheiros da rede EBSEH, Daniel, Guilherme, Gadelha, Lins, Brenna e, em especial, à Flávia, pelas profundas discussões técnicas que impulsionaram o desenvolvimento deste trabalho.

À direção do hospital, em especial Prof.<sup>a</sup> Luciana, Prof.<sup>a</sup> Andréa e Elizete, pela inspiração e incentivo para a realização desta pesquisa.

Aos colegas e amigos do HC-UFMG pelo apoio.

Aos colegas e professores do mestrado, que propiciaram grandes momentos de discussão durante as aulas e que contribuíram para meu crescimento profissional.

*“Não tentes ser bem-sucedido, tenta antes ser um homem de valor.”*  
Albert Einstein

## RESUMO

MAIA, A. P. **Ferramenta multicritério para avaliação diagnóstica**: melhorando a gestão dos equipamentos médico-assistenciais de um hospital universitário de Minas Gerais. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão de Serviços de Saúde) – Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

Cada vez mais a tecnologia vem transformando a medicina, e os hospitais incorporam novos equipamentos médico-assistenciais de forma rotineira. Esses avanços contribuem para a melhoria assistencial dos pacientes, no sentido de agregar maior eficiência e segurança nos diagnósticos e tratamentos. Contudo, esse movimento requer que os estabelecimentos de saúde contem com estrutura gerencial específica para lidar com o dinamismo do cenário. Neste contexto, a Engenharia Clínica oferece suporte no planejamento para as aquisições de novos equipamentos médico-assistenciais, incluindo aquelas que se destinam à substituição de tecnologias obsoletas. Especificamente para essa segunda tarefa, é requerida uma análise profunda de informações, indicadores e do contexto do equipamento dentro do hospital, para que as decisões sejam assertivas. Assim, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver uma ferramenta multicritério de avaliação do nível de obsolescência dos equipamentos médico-assistenciais de um hospital universitário público, situado em Minas Gerais. Este trabalho se justifica pela possibilidade da ferramenta subsidiar os novos investimentos na área, minimizando equívocos no processo decisório, considerando, em especial, que o setor público de saúde se caracteriza por administrar recursos escassos. A metodologia que conduziu o trabalho se dividiu em duas partes. Na primeira foi realizada uma revisão integrativa da literatura para selecionar quais critérios seriam considerados na construção da ferramenta multicritério, sendo eles: idade do equipamento, custo de manutenção, suporte do fornecedor, taxa de falha e risco ao paciente. Em seguida, aplicou-se a ferramenta em todos os 2723 equipamentos de média e alta complexidade do hospital, obtendo-se assim o escore de obsolescência de cada um. Os principais resultados obtidos no trabalho foram a criação da ferramenta multicritério e a indicação dos escores de obsolescência de cada equipamento avaliado, sendo constatado que a Terapia Intensiva é o setor com maior número de equipamentos obsoletos e Diagnóstico e Terapia por Imagem o com maior percentual deles. Em relação ao tipo de equipamento, foi indicado que os oxímetros de pulso e os cardioversores são os mais obsoletos na instituição. Como produtos técnicos o trabalho apresenta a ferramenta multicritério desenvolvida; um relatório que indica os 100 equipamentos médico-assistenciais com maior nível de obsolescência entre os avaliados no Hospital universitário cenário do estudo; e um artigo científico de revisão integrativa da literatura. A ferramenta multicritério desenvolvida mostrou-se de fácil aplicação na instituição e poderá ser utilizada em processos decisórios de substituição de equipamentos no curto prazo, com importante contribuição na otimização do uso desses recursos.

**Palavras-chave:** Engenharia Clínica. Avaliação de Tecnologias em Saúde. Substituição de equipamentos médico-assistenciais. Análise de obsolescência.

## ABSTRACT

MAIA, A. P. **Multi-criteria diagnostic evaluation tool**: improves the management of medical care equipment in a university hospital in Minas Gerais. 2021. Dissertation (Professional Master in Health Services Management) - School of Nursing, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021

Technology is increasingly transforming medicine, and hospitals routinely incorporate new medical assistance equipment. These advances contribute to the improvement of care for patients, adding greater efficiency and safety in diagnoses and treatments. However, this movement requires that health establishments have a specific management structure to deal with the dynamism of the scenario. In this context, Clinical Engineering offers support in planning for the acquisition of new medical assistance equipment, including those intended to replace obsolete technologies. Specifically for this second task, an in-depth analysis of information, indicators, and the context of the equipment within the hospital is required, so that decisions can be asserted. Therefore, the objective of this research was to develop a multi-criteria tool that would allow the identification and assessment of the level of obsolescence of medical care equipment in a public university hospital, located in Minas Gerais. The main reason for carrying out this project is the possibility of the tool subsidizing new investments in the area, minimizing mistakes in the decision-making process, considering, in particular, that managing scarce resources characterize the public health sector. The methodology that conducted the work was divided into two parts. In the first one, an integrative literature review was carried out to select which criteria would be considered in the construction of the multi-criteria tool, namely: equipment age, maintenance cost, supplier support, failure rate and risk to the patient. Then, the tool was applied to all 2723 medium and high complexity equipment in the hospital, thus obtaining the obsolescence score for each one. The main results obtained in the work were the creation of the multi-criteria tool and the indication of obsolescence scores for each equipment evaluated, and it was found that Intensive Care is the sector with the highest number of obsolete equipment and Diagnosis and Imaging Therapy the highest percentage of them. Regarding the type of equipment, it was indicated that pulse oximeters and cardioverters are the most obsolete in the institution. As technical products, the work presents the developed multicriteria tool; a report that indicates the 100 medical-assistance equipment with the highest level of obsolescence among those evaluated in the University Hospital where the study was carried out; and a scientific article of integrative literature review. The multi-criteria tool developed proved to be easy to apply in the institution and can be used in decision-making processes for replacing equipment in the short term, with an important contribution to optimizing the use of these resources.

**Keywords:** Clinical Engineering. Health Technology Assessment. Replacement of medical care equipment. Obsolescence analysis.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Interações do engenheiro clínico no ambiente hospitalar .....	20
Figura 2 - Ciclo de vida do equipamento .....	22
Figura 3 - Aspectos da Avaliação de Tecnologias em Saúde (ATS) .....	32
Figura 4 - Elementos da tomada de decisão .....	34
Figura 5 - Desenho final da ferramenta multicritério .....	45
Quadro 1 - Funções do engenheiro clínico .....	19
Quadro 2 - Indicadores internos e externos .....	29
Quadro 3 - Exemplos de indicadores de desempenho .....	29
Quadro 4 - Seleção de artigos .....	62
Quadro 5 - Compilado dos critérios apresentados .....	75
Tabela 1 – Peso de cada critério .....	40
Tabela 2 – Critérios com variáveis contínua .....	40
Tabela 3 - Critério “Suporte do fornecedor” .....	41
Tabela 4 - Critério “Risco ao paciente” .....	41
Tabela 5 - Equipamentos por setor .....	44
Tabela 6 - Percentis dos critérios idade, custo de manutenção e taxa de falha .....	44
Tabela 7 – Resultado do teste ANOVA .....	45
Tabela 8 - Distribuição dos 100 equipamentos mais obsoletos dentro do Hospital ..	46
Tabela 9 - Distribuição por tipo dos 100 equipamentos mais obsoletos .....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACCE	<i>American College of Clinical Engineering</i>
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATS	Avaliação de Tecnologias em Saúde
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CONITEC	Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias
DECIT	Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde
EAS	Estabelecimento Assistencial de Saúde
EBSERH	Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares
ECRI	<i>Emergency Care Research Institute</i>
ELECTRE	<i>Elimination and Choice Expressing Reality</i>
EUA	Estados Unidos da América
HC-UFU	Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia
INAHTA	<i>International Network of Agencies for Health Technology Assessment</i>
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
JCI	<i>Joint Commission International</i>
MAUT	<i>Multiattribute Utility Theory</i>
MG	Minas Gerais
MS	Ministério da Saúde
PCDT	Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations</i>
SES	Secretarias Estaduais de Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
TOPSIS	<i>Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution</i>

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Justificativa .....	14
1.2 Objetivo geral e específicos.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
2.1 Engenharia Clínica.....	16
2.2 Ciclo de vida e obsolescência.....	21
2.3 Custos e investimentos em equipamentos médico-assistenciais .....	25
2.4 Indicadores de desempenho.....	27
2.5 Tecnologias no SUS .....	30
2.6 Ferramentas multicritério .....	34
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	36
3.1 População alvo .....	36
3.1.1 <i>O Hospital</i> .....	37
3.1.2 <i>Setor de engenharia clínica</i> .....	38
3.1.3 <i>Parque tecnológico e seleção da amostra</i> .....	38
3.2 Construção da ferramenta multicritério.....	39
3.3 Aplicação da ferramenta multicritério.....	41
3.4 Questões éticas .....	43
4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	44
4.1 Setores com equipamentos mais obsoletos .....	46
4.2 Tipos de equipamentos mais obsoletos.....	46
5 DISCUSSÃO.....	48
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS .....	55
APÊNDICE A – Artigo de Revisão Integrativa .....	60

APÊNDICE B – Sintaxes de produção da ferramenta multicritério .....	76
APÊNDICE C – Resultados – saídas do programa de análise .....	78
APÊNDICE D – Produto Técnico .....	82
ANEXO A – Tipos De Equipamentos do Hospital .....	90
ANEXO B – Tipos de Equipamentos selecionados como amostra .....	94
ANEXO C – Termo de Compromisso de Utilização de Dados.....	96
ANEXO D – Parecer do Departamento de Gestão em Saúde.....	99

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com *American College of Clinical Engineering (ACCE)*, o Engenheiro Clínico é o profissional que se utiliza de conhecimentos de engenharia e práticas gerenciais relacionadas às tecnologias de saúde, visando proporcionar melhoria nos cuidados dispensados e na segurança aos pacientes (ANVISA, 2000).

Embora as origens da Engenharia Clínica no mundo sejam anteriores à década de 1960, apenas na década de 1980 é que as autoridades brasileiras começaram a se preocupar com o planejamento e a gestão de equipamentos médico-assistenciais de forma mais efetiva e profissional. Somente a partir desse momento, os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) brasileiros passaram a contar com profissionais com essa formação específica para gerenciar os seus parques tecnológicos (BRASIL, 2012).

Os Engenheiros Clínicos são responsáveis pela gestão de todo parque tecnológico de um EAS, incluindo o planejamento de aquisição, manutenção, testes de desempenho, segurança e retirada de uso. A atuação desses profissionais vai desde o mais simples aparelho de medição de pressão arterial até o mais complexo sistema de aquisição de imagens diagnósticas (SOUZA; MILAGRE; SOARES, 2012).

Os crescentes gastos na área da saúde observados nos últimos anos vêm preocupando gestores de todo o mundo, em especial aqueles do setor público. A pressão constante por incorporações de novas tecnologias pode trazer grandes impactos para o financiamento do sistema de saúde como um todo. Do outro lado, observa-se um quadro de escassez de recursos que exige que os gestores dos EAS tomem decisões cada vez mais assertivas em relação a investimentos, principalmente, relacionados a equipamentos médico-assistenciais (BRASIL, 2012).

Para que todo o processo de planejamento de aquisição e retirada de uso seja efetivo e eficaz, o responsável pelo gerenciamento das tecnologias deve contar com ferramentas que possibilitem sua tomada de decisão. Contudo, o que se observa é que essas decisões, por falta de ferramentas específicas, acabam sendo tomadas com significativo componente subjetivo (SALAZAR-FLÓREZ; BOTERO-BOTERO; JIMÉNEZ-HERNÁNDEZ, 2016).

Há, então, a questão de pesquisa que norteou o presente estudo: *como avaliar o nível de obsolescência do parque tecnológico de equipamentos médicos-assistenciais em um hospital universitário?*

## 1.1 Justificativa

No atual cenário econômico, para que um EAS tenha uma boa estabilidade financeira, não basta que ele conte apenas com bons médicos e uma equipe assistencial qualificada. É fundamental que seus recursos investidos em tecnologia sejam bem empregados. Nesse contexto, esta ferramenta permitirá um diagnóstico que poderá auxiliar na escolha acertada dos investimentos tecnológicos, contribuindo para que a instituição otimize os recursos que tem sido cada vez mais escassos (BRASIL, 2012).

Ao longo dos quinze anos de atuação do pesquisador na área de Engenharia Clínica, em diversos momentos foi possível observar a necessidade de tomada de decisão em relação a compra de equipamentos. Como chefe do Setor de Manutenção de Equipamentos de um grande serviço de hematologia e hemoterapia, como Engenheiro Clínico de uma Secretaria Estadual de Saúde e, ainda, como Chefe do Setor de Engenharia Clínica do hospital cenário do estudo, essas decisões acabavam sendo realizadas de forma improvisada, enviesadas por pressões diversas e sem nenhum direcionamento baseado em critérios. Desta forma, a ferramenta desenvolvida trará importante contribuição para a atuação profissional do pesquisador como Engenheiro Clínico e responsável pela gestão de tecnologias.

Neste contexto, ferramentas multicritérios têm se mostrado como uma opção prática e viável para esse tipo de análise, uma vez que possibilita múltiplas dimensões em uma mesma ferramenta (MARCIANO, 2016).

A pesquisa foi desenvolvida no Setor de Engenharia Clínica de um hospital situado no estado de Minas Gerais. Trata-se de um Hospital universitário federal e público, que realiza atividades de assistência, ensino e pesquisa. Por disponibilizar mais de 500 leitos e ser um EAS focado em atendimentos de média e alta complexidade, o hospital possui um grande parque tecnológico diversificado e complexo. Neste contexto, ferramentas gerenciais são fundamentais para tomada de decisões de investimentos de forma mais assertiva, garantindo assim boa saúde financeira da instituição e atualização tecnológica necessária para cumprir seu papel social. Então, a pesquisa mostra o quão relevante ela poderá ser para o próprio hospital e outros.

Do ponto de vista acadêmico, a divulgação dos resultados da pesquisa ampliará ainda mais as discussões em torno dos critérios e pesos a serem utilizados

numa ferramenta multicritério com a finalidade de avaliação de equipamentos médicos-assistenciais. A presente pesquisa se diferencia dos demais trabalhos encontrados na literatura disponível por apresentar uma ferramenta multicritério com parâmetros e pesos adequados à realidade de um hospital universitário público, que apresenta particularidades que o distingue, por exemplo, de um hospital geral privado.

## **1.2 Objetivo geral e específicos**

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver uma ferramenta multicritério de avaliação do nível de obsolescência dos equipamentos médico-assistenciais de um hospital universitário público, situado em Minas Gerais.

Como objetivos específicos do trabalho foram elencados:

- Estabelecer quais critérios serão utilizados na elaboração da ferramenta multicritério de avaliação do nível de obsolescência dos equipamentos médico-assistenciais do hospital;
- Desenvolver uma ferramenta multicritério de avaliação do nível de obsolescência de equipamentos médico-assistenciais hospitalares;
- Aplicar a ferramenta multicritério em todos os equipamentos de média e alta complexidade do hospital.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Engenharia Clínica

A incorporação de novas tecnologias nas instituições de saúde gerou a necessidade de atualização constante dos conhecimentos do pessoal responsável pela utilização e manutenção dessas tecnologias. Diversos foram os equipamentos médico-assistenciais que passaram a fazer parte do cotidiano de médicos, enfermeiros, técnicos e pacientes. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), equipamentos médico-assistenciais são definidos como:

equipamento ou sistema, inclusive seus acessórios e partes, de uso ou aplicação médica, odontológica ou laboratorial, utilizado direta ou indiretamente para diagnóstico, terapia e monitoração na assistência à saúde da população, e que não utiliza meio farmacológico, imunológico ou metabólico para realizar sua principal função em seres humanos, podendo, entretanto, ser auxiliado em suas funções por tais meios (BRASIL, 2010, p. 2).

Vários são os estudos necessários para incorporar, substituir ou desincorporar uma tecnologia (SANTOS; DALLORA, 2019). É necessário avaliar o benefício ao usuário/paciente, os recursos financeiros da instituição, a infraestrutura, os custos dos procedimentos, entre outros. Além disso, esses equipamentos precisam ser mantidos em funcionamento, a fim de que estejam disponíveis sempre que necessário.

Para que os sistemas de manutenção de equipamentos médico-hospitalares funcionem adequadamente, não basta que eles sejam consertados. A equipe precisa saber qual é a importância daquele equipamento, sua história, sua classificação, sua vida útil, seu nível de obsolescência, suas características, dentre outros elementos (BRASIL, 2002).

Esses dados são importantes para que a equipe possa fazer uma análise mais assertiva da situação, de forma a facilitar a detecção de falhas, a prestação de serviços de urgência, o estabelecimento das rotinas de manutenção preventivas e a avaliação da confiabilidade do equipamento. Com isso, torna-se possível preservar a segurança e a vida dos pacientes e dos operadores do equipamento (BRASIL, 2002). Os técnicos, portanto, precisam se atualizar por meio de treinamentos e cursos. É necessário, também, que os serviços prestados sejam monitorados e aprimorados, a fim de que o serviço prestado seja de qualidade.

O gerenciamento dos equipamentos perpassa pelo planejamento da aquisição, armazenamento, distribuição e planejamento do controle de estoque (ALMEIDA; SILVA, 2016). A reposição é previamente pensada e priorizada com base na importância do equipamento. Neste interim, o inventário dessas tecnologias na instituição se mostra como peça chave em todo esse processo, de forma que dados possam ser extraídos de forma análoga a um prontuário médico de paciente (WHO, 2011).

É extremamente importante que, na implantação de um departamento de manutenção em uma unidade de saúde, algumas etapas sejam seguidas, tais como: (1) realização do inventário de equipamentos: conhecimento da quantidade e da qualidade dos equipamentos; (2) codificação de equipamentos: identificação do equipamento e disponibilização de suas características; (3) disponibilização das informações: tipos e quantidade de equipamentos disponíveis, frequência de quebra, idade, taxa de utilização, tempo de ociosidade, etc.; (4) levantamento do valor de aquisição atualizado do equipamento (BRASIL, 2002).

É possível perceber que as tarefas que envolvem o gerenciamento de equipamentos médico-assistenciais extrapolam a parte técnica da manutenção e precisam de atenção. Uma abordagem eficiente possibilita a gestão estratégica e pode trazer muitos benefícios para o EAS. Um deles, por exemplo, é a programação de desativação ou substituição de equipamentos a partir da análise dos dados coletados e codificados (BRASIL, 2002). Dessa maneira:

Quando a gestão da tecnologia em saúde é realizada de maneira eficiente, seus custos tornam-se menores, gerando assim uma economia para o Estabelecimento de Assistência à Saúde (EAS), permitindo investimentos em outras áreas da instituição ou até mesmo ampliando a prestação de serviços aos usuários (SOUZA; MILAGRE; SOARES, 2012, p. 328).

Ao se perceber a necessidade de um profissional especializado nessas questões, a engenharia clínica ganhou espaço no mundo, principalmente com o objetivo de reduzir os custos e aumentar a segurança dos pacientes. Nos Estados Unidos (EUA), na década de 60, os engenheiros passaram a integrar a equipe dos hospitais, com foco na manutenção das novas tecnologias, dando origem à Engenharia Clínica (TERRA *et al.*, 2014).

Porém, no Brasil, houve uma grande demora para o início do investimento na área, o que passou a ocorrer apenas em meados da década de 80 (ANTUNES *et al.*,

2002; SOUZA; MILAGRE; SOARES, 2012). Em 1975 foi criada a Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica e na década de 90 foram aprovadas a NBR-EIC 601-1 e a NBR-IEC 601-2, as primeiras normas nacionais de segurança para equipamentos médicos (SOUZA; MILAGRE; SOARES, 2012). Nos anos de 1993 e 1994, foram criados os primeiros programas de Engenharia Clínica nas universidades brasileiras (TERRA *et al.*, 2014). Em 2003, foi criada a Associação Brasileira de Engenharia Clínica (SOUZA; MILAGRE; SOARES, 2012).

Inicialmente, o papel do engenheiro clínico estava intimamente relacionado com a manutenção dos equipamentos. Porém, essa função foi ganhando cada vez mais caráter interdisciplinar, de forma que “tornaram-se o centro de suporte para todas as tecnologias médicas. Ficaram responsáveis por todos os instrumentos biomédicos, sistemas usados nos hospitais e no treinamento dos médicos quanto ao uso seguro dos equipamentos” (TERRA *et al.*, 2014, p. 49). Com isso, as instituições de saúde se tornaram mais seguras, a utilização de tecnologias recentes ficou mais fácil e, conseqüentemente, o atendimento ao paciente melhorou (TERRA *et al.*, 2014).

Pode-se dizer, então, que o engenheiro clínico é o especialista responsável por fazer a gestão dos equipamentos médico-assistenciais. Em 1992, o ACCE criou a primeira definição de engenheiro clínico, como: "aquele profissional que aplica e desenvolve os conhecimentos de engenharia e práticas gerenciais às tecnologias de saúde, para proporcionar uma melhoria nos cuidados dispensados ao paciente" (ANTUNES *et al.*, 2002, p. 2). Portanto, o engenheiro clínico “argumenta e melhora, de forma indireta, o cuidado com os pacientes, aplicando suas habilidades e competências de engenharia e de gestão em tecnologia médico-hospitalar no cuidado com a saúde” (SOUZA; MILAGRE; SOARES, 2012, p. 328).

A Engenharia Clínica é responsável por todo o ciclo de vida da tecnologia. A atividade inclui manutenção, aquisição, recebimento, testes de aceitação, treinamentos, alienação e todos os assuntos referentes aos dos equipamentos médico-hospitalares de uma instituição. O intuito é que, com o devido gerenciamento, o tempo de vida útil dos equipamentos seja prolongado ao máximo (ANTUNES *et al.*, 2002).

Lamanna (2016) corrobora com o que apontam os autores ao determinar que a Engenharia Clínica é a área responsável pela gestão de todo o ciclo de vida dos equipamentos médico-assistenciais, participando ativamente das decisões para

incorporação, utilização e renovação dos equipamentos. O Quadro 1 sintetiza algumas funções do engenheiro clínico:

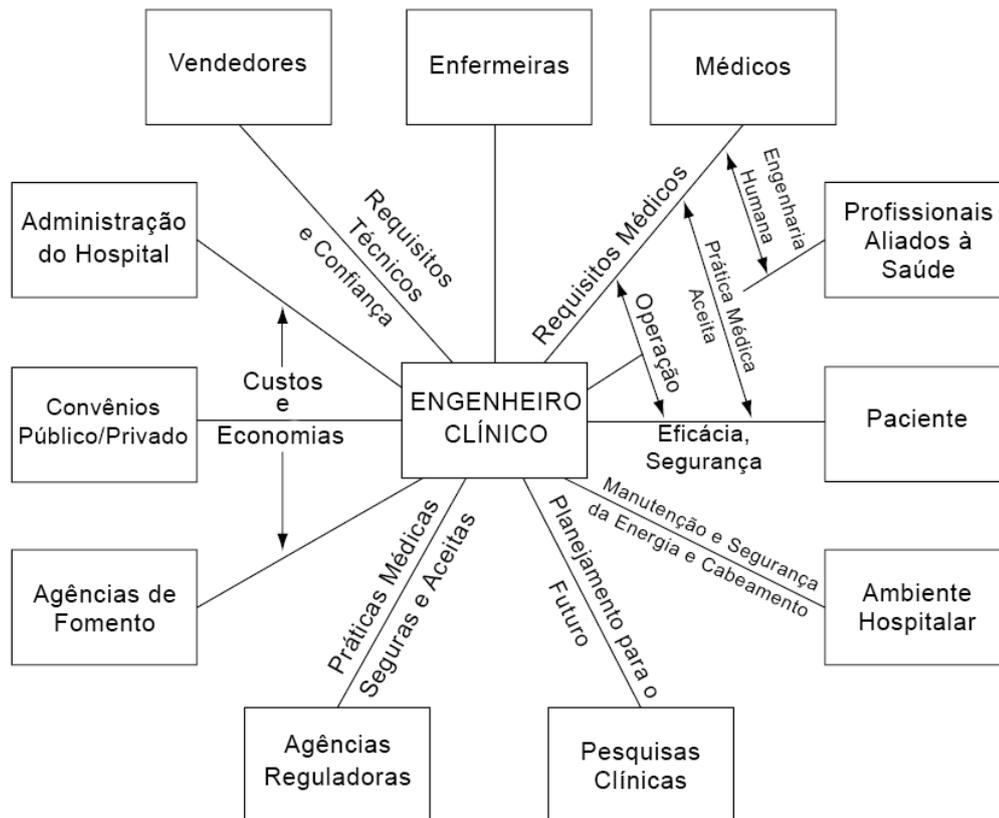
Quadro 1 - Funções do engenheiro clínico

Controlar o patrimônio dos equipamentos médico-hospitalares e seus componentes;	Elaborar projetos de novos equipamentos, ou modificar os existentes, de acordo com as normas vigentes (pesquisa);
Auxiliar na aquisição e realizar a aceitação das novas tecnologias;	Estabelecer rotinas para aumentar a vida útil dos equipamentos médico-hospitalares;
Treinar pessoal para manutenção (técnicos) e operação dos equipamentos (operadores);	Auxiliar nos projetos de informatização, relacionados aos equipamentos médico-hospitalares;
Indicar, elaborar e controlar os contratos de manutenção preventiva/corretiva;	Implantar e controlar a QUALIDADE dos equipamentos de medição, inspeção e ensaios, item 4.11 da ISO-9002, referente aos equipamentos médico-hospitalares;
Executar a manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos médico-hospitalares, no âmbito da instituição;	Calibrar e ajustar os equipamentos médico-hospitalares, de acordo com padrões reconhecidos;
Controlar e acompanhar os serviços de manutenção executados por empresas externas;	Efetuar a avaliação da obsolescência dos equipamentos médico-hospitalares, entre outros;
Estabelecer medidas de controle e segurança do ambiente hospitalar, no que se refere aos equipamentos médico-hospitalares;	Apresentar relatórios de produtividade de todos os aspectos envolvidos com a gerência e com a manutenção dos equipamentos médico-hospitalares – conhecidos como indicadores de qualidade e/ou produção.

Fonte: Antunes *et al.* (2002, p. 5)

Para que as suas funções sejam cumpridas, o engenheiro clínico precisa se relacionar com diversas áreas dentro de um EAS, tais como o corpo médico, a equipe de enfermagem e os demais profissionais da área de saúde. Também, relacionam-se com a administração hospitalar, o pessoal da pesquisa clínica, vendedores, agentes reguladores, agentes financeiros e agentes de leasing. O engenheiro clínico se relaciona inclusive com o paciente, principalmente no que diz respeito à eficiência e segurança dos equipamentos (ANTUNES *et al.*, 2002). A complexidade das interações do engenheiro clínico é ilustrada na Figura 1:

Figura 1 - Interações do engenheiro clínico no ambiente hospitalar



Fonte: Terra *et al.* (2014, p. 50)

As diversas interfaces da Engenharia Clínica no EAS são necessárias para que sua atuação garanta equipamentos médico-assistenciais disponíveis, funcionando em perfeitas condições, com controle de custos e seguindo normas e padrões técnicos aplicáveis (TERRA *et al.*, 2014). Segundo Antunes *et al.* (2002, p. 13), os principais benefícios da presença do setor de engenharia em um estabelecimento de saúde são:

- Redução dos gastos com manutenção;
- Redução do tempo de parada do equipamento;
- Avaliação da veracidade dos orçamentos;
- As empresas prestadoras de serviços são mais bem controladas, e com isso surge automaticamente a desejada melhoria de qualidade;
- Os médicos, enfermeiros e fisioterapeutas passam a ter mais tempo para executar sua principal tarefa, que é cuidar dos pacientes;
- Os operadores são treinados diariamente;
- As compras são feitas corretamente;

- Os contratos de manutenção são mais bem elaborados e controlados;
- Os equipamentos passam a ter uma melhor qualidade técnica;
- Os indicadores devem ser validados e auditados, para garantir as melhorias.

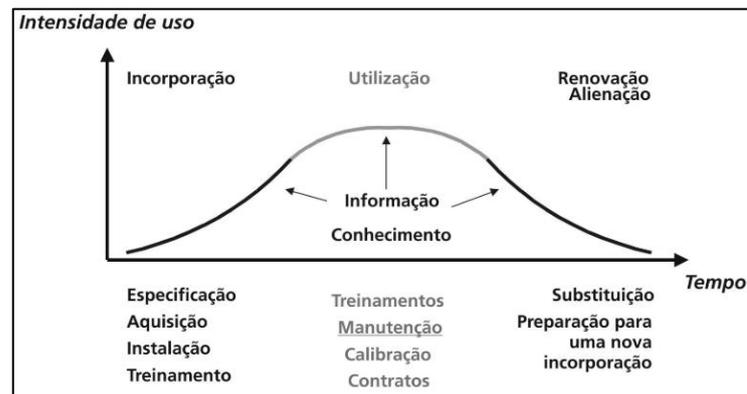
Em um estudo aplicado no Hospital das Clínicas de Uberlândia (HC-UFU), em Minas Gerais (MG), que buscou avaliar o impacto da implantação do setor interno de engenharia clínica, observou-se não apenas uma expressiva redução do número de serviços encaminhados para terceiros, como o aumento na quantidade de manutenções preventivas, o que melhorou a qualidade do serviço prestado pela instituição, por ter reduzido os custos e a ocorrência de falhas. Os autores estimaram que o hospital economizou R\$ 7.68 milhões ao longo de dez anos em decorrência da implantação do setor de engenharia clínica (SOUZA; MILAGRE; SOARES, 2012). Isso demonstra a importância do setor em um hospital.

Conforme visto, a engenharia clínica tem como atribuições gerenciar o ciclo de vida, os custos e os investimentos em equipamentos médico-assistenciais. A seguir, serão discutidos alguns tópicos importantes a respeito desses assuntos.

## **2.2 Ciclo de vida e obsolescência**

O ciclo de utilização de um equipamento pode ser resumido em três fases: incorporação, utilização e renovação/alienação. A incorporação é pautada pela especificação, aquisição e instalação da tecnologia, bem como pelo treinamento da equipe que irá ter contato com ela. Os treinamentos se perpetuam na fase de utilização, já que são necessárias atualizações constantes. Ainda, fazem parte da utilização a manutenção, a calibração e a celebração de contratos. Por fim, a renovação/alienação do equipamento consiste na programação de incorporação de novas tecnologias e na substituição dos equipamentos quando atingem o fim de seu ciclo de vida (ANTUNES *et al.*, 2002). A Figura 2 apresenta um gráfico conhecido como “curva da banheira invertida”, que mostra essas fases, relacionando a intensidade de uso dos equipamentos com o tempo.

Figura 2 - Ciclo de vida do equipamento



Fonte: Antunes *et al.* (2002)

Stark (2007), por sua vez, acrescenta duas fases anteriores à incorporação elencada por Antunes *et al.* (2002), quais sejam a concepção e a definição. Logo, as etapas seriam: concepção, definição, realização, uso/operação e alienação/reciclagem. O gerenciamento desse ciclo de vida visa aumentar o valor agregado aos equipamentos (SOUZA, 2016).

A engenharia clínica alcança a gestão do ciclo de vida a partir do conhecimento do equipamento e do acompanhamento de seu funcionamento ao longo do tempo. Além disso, deve acompanhar o prospecto da tecnologia e sua evolução nos últimos anos (SOUZA, 2016). Os dados necessários para tanto são:

1. Registros nas agências reguladoras, que no caso do Brasil, é a Anvisa;
2. Observância de boas práticas de projeto e de fabricação;
3. Metodologias de gerenciamento e execução projeto adotadas;
4. Certificados de calibração, segurança elétrica, qualificações e validações;
5. Observância de padrões internacionais;
6. Fácil acesso a todas as documentações referentes aos procedimentos de qualidade citados acima;
7. Visão que os fabricantes possuem a respeito da tecnologia com a qual estão trabalhando, e planejamento estratégico, que inclua as tendências de mudança nas tecnologias;
8. Histórico daquele produto em instituições ou setores em que ele já está sendo aplicado, em que conste registro de manutenções corretivas, presteza no atendimento por parte dos responsáveis, disponibilidade e agilidade no fornecimento de insumos (SOUZA, 2016, p. 42)

Do ponto de vista financeiro, o conceito de ciclo de vida pode variar entre os sistemas de saúde público e privado. No primeiro, a incorporação é feita tipicamente considerando os seus benefícios *a priori*, e não há incentivos econômicos que justifiquem o conceito de retorno sobre o investimento. O aporte na tecnologia é

interpretado como um custo necessário e não como um investimento em si. Já nos sistemas privados, a tecnologia é vista como um ativo de investimento, sendo seu ciclo de uso estabelecido basicamente de acordo com a idade do equipamento (TRAPERO GARCÍA; LÓPEZ PARRILLA, 2019).

Em uma dimensão contábil/financeira, a Receita Federal Brasileira considera que equipamentos médico-assistenciais se depreciam a uma taxa fixa de 10% ao ano, o que se traduz em um prazo de vida útil de 10 anos (RECEITA FEDERAL BRASILEIRA, 2017). Tal referência pode subsidiar as decisões de substituição dessas tecnologias quando o único aspecto a ser considerado é o financeiro.

As inovações biomédicas pressionam o mercado e a indústria da saúde. Porém, a aquisição desordenada dessas tecnologias médicas pode prejudicar a eficiência do serviço de saúde, já que a velocidade de incorporação pode comprometer a avaliação da segurança e do custo da tecnologia, bem como gerar a sobrecarga do parque tecnológico da instituição (TOSCAS; TOSCAS, 2015).

Cabe ao setor da Engenharia Clínica, portanto, avaliar a real necessidade de melhoria dos cuidados ao paciente e a sua segurança no que diz respeito à incorporação de novas tecnologias, evitando a aquisição desordenada e dispendiosa de equipamentos inovadores lançados no mercado.

Os profissionais da engenharia clínica são pressionados pelos avanços da ciência e da engenharia, cabendo a eles avaliar as tecnologias quanto a seu funcionamento, eficácia e efetividade, custo-benefício, resultados e desfechos, segurança, nível real de inovação (incremental ou radical) e fase de difusão para a tomada de decisão na adoção dessas tecnologias. Trata-se, em suma, de avaliar tecnicamente essas inovações, a fim de distinguir *marketing* disfarçado de avanço tecnológico (TOSCAS; TOSCAS, 2015, p. 538-539).

Um estudo realizado no Canadá (MARTIN et al., 2016) demonstrou que os gastos com a aquisição de novas tecnologias fazem com que a gestão daquelas já existentes seja deixada de lado. Esse padrão de comportamento evidencia que, muitas vezes, investe-se demais em inovações, sem se levar em consideração que os equipamentos já presentes no hospital têm potencial para serem melhor aproveitados. Assim, eles são preteridos, não são gerenciados e não se busca melhorias em suas práticas de utilização, diminuindo consideravelmente o seu tempo de vida.

Uma questão que ganha importância para a engenharia clínica, então, é a capacidade de avaliar as novas tecnologias, distinguindo quais são aquelas mais efetivas e acessíveis à maioria da população, e quais são aquelas que se valem de sofisticação e inovações tecnológicas injustificadas e sem evidências clínicas (TOSCAS; TOSCAS, 2015, p. 540). Assim, é possível fazer valer o ciclo de vida de um equipamento, sem que haja a sua obsolescência acelerada, evitando-se, então, a substituição desnecessária. A obsolescência acelerada ocorre quando um determinado produto atinge seu grau máximo de obsolescência mais rapidamente, graças a um processo constante de evolução tecnológica (ZAMBON *et al.*, 2015).

O nível de utilização de um bem está cunhado no desenvolvimento tecnológico, que considera as etapas de produção, consumo e obsolescência. As necessidades decorrentes do consumo guiam a produção, bem como a produção também influencia na necessidade de consumo (ZAMBON *et al.*, 2015). Vale ressaltar, porém, que à medida que a produção e o consumo se ampliam, amplia-se também o nível de descarte por substituição. Ou seja, a inovação acelera o nível de obsolescência geral, o que aumenta a substituição de um bem por outro que possua utilidade marginal superior.

Dessa maneira, é possível concluir que, em um ambiente de inovação constante, havendo aceleração da redução da vida útil dos produtos e estes não sendo reconduzidos ao processo, ocorrerá um aumento descontrolado de bens substituídos com o passar do tempo. Esse cenário foi admitido por Pujari (2006) e denominado “berço ao túmulo”, com uma alusão clara à não recondução de produtos com utilidade decrescente para o ciclo de produção (ZAMBON *et al.*, 2015, p. 238).

O desequilíbrio entre a produção e o consumo gera influências negativas para a sustentabilidade do sistema, de maneira que a produção é comprometida pela escassez de recursos, enquanto o consumo exacerbado gera o acúmulo de bens substituídos. Percebe-se, então, que o aumento do consumo na sociedade faz com que haja a redução do ciclo de vida de um equipamento por substituição, gerando o descarte de resíduos tecnológicos que muitas vezes não são reaproveitados ou reciclados. As consequências desse processo podem ser a redução drástica dos recursos naturais e o estrangulamento na produção no longo prazo (ZAMBON *et al.*, 2015).

Outra função do engenheiro clínico que merece destaque é a gestão dos custos e investimentos em equipamentos médico-assistenciais, que será abordada a seguir.

### 2.3 Custos e investimentos em equipamentos médico-assistenciais

A diferenciação entre custos e investimentos se faz necessária para se iniciar o entendimento do tema. Custos "são todos os gastos relativos a bens ou serviços utilizados na produção de outros bens ou serviços" (BRASIL, 2013, p. 31), enquanto investimentos "representam todos os gastos ativados em função da utilidade (vida útil) futura de bens ou serviços obtidos" (BRASIL, 2013, p. 31).

A gestão efetiva de custos em todas as etapas do ciclo de vida dos equipamentos é crucial para a sustentabilidade financeira dos EAS. De acordo com Toscas e Toscas (2015, p. 540) "é obrigação ética dos profissionais de saúde e gestores de saúde pública, otimizar os recursos para contemplar maior número de acessos ao sistema, com a melhor qualidade e o menor custo possíveis".

Para se ter uma ideia da ordem de grandeza, o custo anual para se manter atualizado um único tipo de tecnologia médica (refrigeradores e freezers) em estabelecimentos de saúde públicos da União Europeia é de aproximadamente 500 milhões de euros (RAIMUNDO; OLIVEIRA; SILVA, 2018).

A gestão de custos é baseada em alguns fatores importantes, a saber: necessidade de incorporação da "cultura de custos" na organização; determinação de prazos de implantação específicos para cada organização; organização dos processos; e fixação da abrangência da aplicação a partir do planejamento estratégico, tático/gerencial e operacional (BRASIL, 2013).

Para que o investimento de todo esse montante seja eficiente, a seleção dos novos equipamentos a serem adquiridos deveria ser precedido de alguma metodologia que permita uma alocação adequada dos recursos. Contudo, o cenário observado não é bem esse. A ausência de um manual/guia com ferramentas padronizadas para essa gestão contribui para que as definições sejam feitas de forma subjetiva. Nesse sentido, é interessante destacar que os EAS públicos têm apresentado melhores práticas do que os privados (SALAZAR-FLÓREZ; BOTERO-BOTERO; JIMÉNEZ-HERNÁNDEZ, 2016).

Alguns hospitais definem critérios qualitativos e quantitativos para subsidiar a escolha sobre quais tecnologias investir. Melhora no desfecho clínico do paciente, redução ou mitigação do risco na utilização e redução da taxa de quebra e manutenção corretiva são exemplos de fatores utilizados. Contudo, para o sucesso desse processo, é fundamental que exista um robusto sistema de dados que permita

a extração de informações acerca do parque de equipamentos, além do empoderamento da equipe de Engenharia Clínica como peça-chave na tomada de decisão (WILLIAMS, 2010).

Segundo Souza (2016, p. 31), as análises de custo devem levar em consideração os seguintes fatores: "o custo às instituições de saúde, aos gerentes, representantes da indústria, fornecedores e pacientes, além de impactos indiretos, como resposta do paciente e da sociedade em relação a adoção de tal tecnologia". Para o autor, a análise econômica pode ser feita a partir da análise de diferentes questões, tais como custo-efetividade, custo-utilidade, custo-consequência, custo-benefício e custo-minimização.

A análise custo-efetividade é a mais utilizada no âmbito da saúde e sintetiza quais custos são confrontados com os desfechos clínicos, a fim de alcançar melhores efeitos em troca do menor custo. Além da eficiência técnica, esse tipo de análise busca também por valores que satisfaçam às expectativas dos *stakeholders* envolvidos. Os benefícios em relação aos custos gerados pela tecnologia precisam ser mensurados e confrontados com os benefícios relacionados à saúde. Porém, os resultados dessa análise não são comparáveis entre diferentes tipos de moléstias (SOUZA, 2016).

Apesar de ser um tipo de análise custo-efetividade, os resultados obtidos pela análise custo-utilidade em relação à saúde têm a característica de utilidade, que são os possíveis benefícios ou preferências dos *stakeholders*. Assim, os equipamentos analisados podem ser classificados por preferência, desejabilidade ou escolha. Dessa maneira, torna-se possível traçar uma curva de indiferença, que "contém os benefícios ou grupos de benefícios que o consumidor vê como sendo igualmente aceitáveis [...], que possuem a mesma relevância para o consumidor, independente de qual benefício seja escolhido" (SOUZA, 2016, p. 35).

A análise custo-consequência, por sua vez, "é, também, um tipo de análise custo-efetividade, que permite que se cruze os custos-efetividades obtidos em primeira análise, afim de filtrar os desfechos clínicos mais relevantes em determinado contexto" (SOUZA, 2016, p. 39). Assim, busca-se levantar o máximo de informações possível a respeito das consequências de intervenções médicas disponíveis para um certo quadro clínico, como dados de ensaios clínicos, dados epidemiológicos, estatísticas laborais, levantamento de quadros clínicos e dados em bases eletrônicas. Esse tipo de análise ajuda a aumentar a transparência nos relatórios, bem como apresenta soluções para quando os resultados não são medidos adequadamente.

Apesar de não ficar muito claro qual é a diferença entre a análise custo-benefício e custo-efetividade, a primeira não é muito utilizada na avaliação econômica de tecnologias em saúde, já que há dificuldade para se estimar os benefícios requeridos para a aplicação deste método (SOUZA, 2016).

Por fim, a análise custo-minimização é aplicada quando, ao se comparar diferentes tecnologias, busca-se os mesmos efeitos desejados (benefícios) e os mesmos efeitos indesejados (riscos/prejuízos) (SOUZA, 2016).

Santos e Dallora (2019) ressaltam que, para que haja a garantia do funcionamento dos equipamentos, bem como a gestão eficaz de todo o seu ciclo de vida e dos custos em saúde, a Engenharia Clínica precisa essencialmente se valer dos indicadores de desempenho. A seguir, serão abordados os principais tópicos a respeito desses elementos.

## **2.4 Indicadores de desempenho**

Para uma boa condução das atividades em um setor de engenharia clínica, principalmente no que diz respeito à gestão do ciclo de vida e dos custos e investimentos em equipamentos, é fundamental a utilização de indicadores de desempenho para se aferir a eficiência e eficácia da sua atuação. Um painel de indicadores bem elaborado pode contribuir com informações norteadoras para os tomadores de decisões, principalmente, aquelas relacionadas ao parque tecnológico da instituição (GERÔNIMO; LEITE; OLIVEIRA, 2017; SANTOS; DALLORA, 2019).

O entendimento sobre indicadores e sobre desempenho separadamente antecede a discussão em torno de indicadores de desempenho. Francischini e Francischini (2017, p. 6) definem indicadores como "medidas qualitativas ou quantitativas que mostram o estado de uma operação, processo ou sistema". Desempenho, por sua vez, "é a comparação do que foi realizado pela operação em relação a uma expectativa do cliente ou objetivo do gestor". Logo, por indicadores de desempenho entende-se como "medidas que mostram a comparação do que foi realizado pela operação em relação a uma expectativa ou objetivo" (FRANCISCHINI; FRANCISCHINI, 2017, p. 6).

Antes de se implementar um sistema de indicadores de desempenho, é primordial que a instituição saiba, primeiramente, qual é o objetivo que pretende alcançar e quais são as variáveis mais importantes que mensuram esse objetivo. Só

então é possível definir os indicadores que medem as variáveis de interesse (FERREIRA, 2001; FRANCISCHINI; FRANCISCHINI, 2017). Os objetivos e o alcance dos resultados esperados, então, partem da escolha de indicadores bem estruturados e bem definidos (SANTOS; DALLORA, 2019).

Outro passo necessário é a elaboração de um sistema de medição de desempenho a partir de um sistema de informação para coleta de dados. Os dados precisam estar corretos, senão qualquer cálculo realizado a partir deles indicará resultados equivocados. Essa costuma ser a parte mais dispendiosa para a implementação do sistema de medição de desempenho (FRANCISCHINI; FRANCISCHINI, 2017).

Francischini e Francischini (2017) dizem que os indicadores de desempenho são capazes de apontar um problema, de forma que o gestor seja capaz de buscar uma solução. É importante notar que o indicador por si só não é a solução, mas um norte para a tomada de decisão, já que sem os indicadores de desempenho o gestor acaba por tomar decisões equivocadas baseadas apenas em relatos informais dos funcionários ou em intuição. Segundo Santos e Dallora (2019), sistemas de indicadores de desempenho direcionam a tomada de decisões, o planejamento estratégico futuro e a melhoria contínua, tanto em nível interno, quanto externo.

Os indicadores internos buscam determinar os elementos que podem ser melhorados em relação à equipe e à estrutura. Conforme Ferreira (2001), esses indicadores contribuem para a diminuição de custos e melhoria da eficiência operacional. Por sua vez, os indicadores externos, ou *benchmarks*, são úteis para que seja feita a comparação entre os serviços realizados entre as diversas instituições, o que possibilita estipular "referências padronizadas para o nível de qualidade e custo do trabalho realizado" (FERREIRA, 2001, p. 16). O Quadro 2 apresenta alguns exemplos de possíveis indicadores de desempenho internos e externos:

Quadro 2 - Indicadores internos e externos

<b>Indicadores internos</b>	<b>Indicadores externos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nível de esforço de cada atividade</li> <li>• Produtividade</li> <li>• Porcentagem de tempo gasto em cada atividade</li> <li>• Trabalhos de manutenção não completados dentro de 30 dias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo do trabalho por hora</li> <li>• Custo da mão-de-obra por reparo</li> <li>• Custo de manutenção por leito</li> <li>• Número de dispositivos por leito</li> <li>• Custo de manutenção como porcentagem do valor de aquisição de um determinado equipamento, etc.</li> </ul>

Fonte: adaptado de Ferreira (2001, p. 15-16).

Antunes *et al.* (2002) também apresentam exemplos de indicadores de desempenho, retirados de dois artigos diferentes. Esses exemplos estão sintetizados no Quadro 3:

Quadro 3 - Exemplos de indicadores de desempenho

<b>Ferreira, Rocco e Garcia (2000)</b>	<b>Cardoso e Calil (2000)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo de um equipamento parado</li> <li>• Porcentagem de conclusão do programa de manutenção</li> <li>• Tempo de resposta</li> <li>• Custo de manutenção versus valor do equipamento</li> <li>• Reparos repetidos</li> <li>• Tempo médio de retorno</li> <li>• Número de ordens de serviço por setor do hospital</li> <li>• Horas produtivas por horas disponíveis</li> <li>• Custo diário de um leito parado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temporais: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tempo de atendimento</li> <li>– Tempo de resposta</li> <li>– Tempo de paralisação dos equipamentos</li> <li>– Horas de manutenção corretiva/OS</li> <li>– Horas de manutenção corretiva/equipamento</li> </ul> </li> <li>• De qualidade <ul style="list-style-type: none"> <li>– Manutenção preventiva realizada/desejada OS/equipamento</li> <li>– Número de OS por mês</li> <li>– Número de OS fechadas por número de OS abertas</li> <li>– Total de OS por técnico</li> </ul> </li> <li>• De custo: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Custo de manutenção corretiva/equipamento</li> <li>– Custo de manutenção geral/custo de aquisição do equipamento</li> </ul> </li> </ul>

Fonte: adaptado de Antunes *et al.* (2002, p. 7-9)

Para Francischini e Francischini (2017), as principais vantagens da utilização de indicadores de desempenho são:

- Controle da empresa, baseado na coleta de dados das variáveis selecionadas, na análise dos dados e detecção dos desvios e na implementação de ação corretiva;
- Comunicação de objetivos, metas, prazos, recursos, restrições, etc., para que todos os envolvidos saibam o que se espera de cada setor;

- Motivação dos funcionários a partir de estratégias preestabelecidas, como programas de recompensa e metas;
- Direcionamento de melhorias na empresa com base na detecção dos aumentos de expectativas dos clientes, da comparação da atuação da empresa com seus concorrentes e da percepção de elementos a serem melhorados nos processos para estabelecer metas mais altas.

Os indicadores precisam ser objetivos, precisos, bem definidos, viáveis, representativos e permitir a rápida visualização do processo. Além disso, precisam ser apresentados em um formato que possibilite uma avaliação adequada (FERREIRA, 2001).

Vale ressaltar que todo o contexto descrito acima a respeito da atuação da Engenharia Clínica na gestão do ciclo de vida e dos custos referentes aos equipamentos médico-assistenciais, mesmo quando baseada em indicadores de desempenho, ganha uma nova perspectiva quando analisado do ponto de vista do sistema público de saúde do Brasil. A seguir, algumas considerações a respeito do tema serão apresentadas.

## **2.5 Tecnologias no SUS**

A Constituição Federal de 1988, promulgada após um longo processo de redemocratização do país, prevê um conjunto de ações de Seguridade Social para a população brasileira. De forma destacada, a saúde é considerada um direito universal de todos e deve ser provida pelo Estado, de forma igualitária e integral, incluindo os serviços de promoção, proteção e recuperação. Para atender a esse objetivo, foi criado o Sistema Único de Saúde (SUS), através da Lei Federal nº 8.080/1990 (BRASIL, 2012).

O sistema de saúde público brasileiro se depara atualmente com o desafio de encarar a crescente elevação dos custos provocados pela ininterrupta revolução tecnológica do setor, num cenário de escassez constante de recursos. A vulnerabilidade a esse cenário, juntamente com a defasagem tecnológica do país e com a dependência de importações, pode causar prejuízos ao bem-estar da população (BUTTON; OLIVEIRA, 2012). "Os programas de assistência médica [...]"

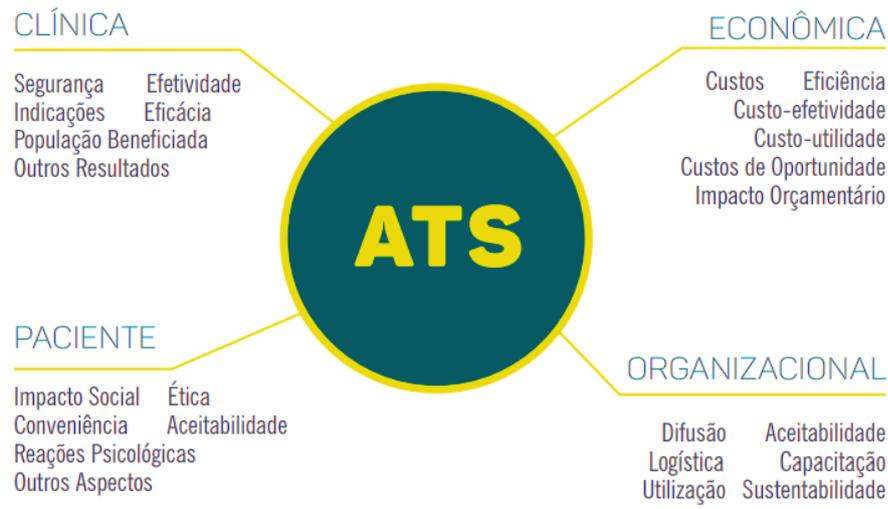
não podem ficar sujeitos às oscilações do mercado financeiro internacional e reféns de estratégias competitivas descoladas do interesse nacional" (BUTTON; OLIVEIRA, 2012, p. 127). Os dados apresentados por Costa (2015) demonstram que, entre 2010 e 2014, houve um aumento de 500% nos gastos do Ministério da Saúde com ações judiciais para aquisição de produtos de interesse à saúde, tais como equipamentos médicos. O valor saltou de R\$139,6 milhões para mais de R\$2,1 bilhões.

Neste contexto, estratégias de aumento da eficiência na gestão destas tecnologias são bem-vindas e até mesmo necessárias para a sobrevivência do sistema como um todo (CONASS, 2016). Assim, a figura do engenheiro clínico se torna ainda mais importante, não apenas nas EAS, mas também em órgãos regulatórios, como a Anvisa e o INMETRO, em órgãos normalizadores, como a ABNT, e em órgãos normativos, como o Ministério da Saúde, o Conselho Nacional de Saúde (CNS) e as Secretarias Estaduais de Saúde (SES) (BUTTON; OLIVEIRA, 2012).

A Avaliação de Tecnologias em Saúde (ATS) se posiciona como uma poderosa aliada para apoiar tomadores de decisão e gestores hospitalares de países com sistemas públicos de saúde. Basicamente, a ATS propõe que a prática científica seja utilizada como ferramenta gerencial para subsidiar a tomada de decisão. Contudo, a implementação desse processo é desafiador até mesmo em países com nível de desenvolvimento superiores ao brasileiro (CAMPOLINA *et al.*, 2017; LIMA; BRITO; ANDRADE, 2019; SILVA; ELIAS, 2019).

Segundo Brasil (2016, p. 6): "a ATS é um processo baseado em evidências que procura examinar as consequências da utilização de uma tecnologia de cuidados de saúde, considerando a assistência médica, social, questões econômicas e éticas". A ATS, então, é uma forma de pesquisa de caráter multidisciplinar, que sintetiza de forma sistemática, transparente e imparcial as informações mais relevantes relacionadas ao uso de tecnologia em saúde, conforme demonstra a Figura 3:

Figura 3 - Aspectos da Avaliação de Tecnologias em Saúde (ATS)



Brasil (2016, p. 10)

A ATS ganhou a atenção das instituições governamentais brasileiras no começo da década de 2000, com a criação do Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde (DECIT) (LIMA; BRITO; ANDRADE, 2019). Em 2006, o Brasil entrou para a Rede Internacional de Agências de Avaliação de Tecnologia em Saúde (*International Network of Agencies for Health Technology Assessment – INAHTA*), momento em que ainda não havia normatização para o processo de incorporação de tecnologias no SUS (LIMA; BRITO; ANDRADE, 2019). Então, em 2011, foi publicada a Lei 12.401, que dispõe, entre outros fatores, sobre a incorporação de tecnologia em saúde no SUS.

De acordo com a Lei nº 12.401/11, no âmbito do SUS, a incorporação, exclusão ou alteração dos produtos de interesse para a saúde, tais como equipamentos médico-assistenciais, devem ser avaliados pelo Ministério da Saúde, com assessoria da Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias (CONITEC). Para tanto, os seguintes elementos serão levados em consideração: "I - as evidências científicas sobre a eficácia, a acurácia, a efetividade e a segurança do [...] produto [...]; II - a avaliação econômica comparativa dos benefícios e dos custos em relação às tecnologias já incorporadas" (BRASIL, 2011).

Conforme observado, a incorporação, exclusão ou alteração de equipamentos no SUS leva em consideração fatores-chave, como eficácia, acurácia, efetividade, segurança, custo-efetividade e impacto orçamentário (LIMA; BRITO; ANDRADE, 2019). Além disso, a Lei estipula que a oferta das tecnologias deverá ser pautada em

Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas (PCDT), bem como determina o prazo de 180 dias corridos, prorrogáveis por mais 90 dias, para a conclusão do processo administrativo em questão (LIMA; BRITO; ANDRADE, 2019).

A incorporação de tecnologias em saúde precisa romper ainda o desafio de satisfazer às necessidades percebidas pelos usuários do sistema. Ao ignorar tal percepção, muitas aquisições são avaliadas apenas sob o prisma gerencial e a evolução tecnológica acaba ocorrendo como um fim em si mesma. A discussão da participação do usuário pode permitir economia de escala e ampliação do acesso aos serviços, com alocação mais adequada de recursos (MARQUES; FERREIRA JUNIOR; VIEIRA, 2018). Essa questão também é prevista na Lei nº 12.401/11, que garante a participação da sociedade a partir da representação do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Ademais, torna obrigatória a realização de consultas e audiências públicas antes da tomada de decisão de incorporação, exclusão ou alteração de produtos de interesse para a saúde (LIMA; BRITO; ANDRADE, 2019).

Souza (2016), porém, destaca que, no Brasil, a aquisição de equipamentos médicos é focada na observância da legislação, muito voltada para questões legais, de registro e logísticas, ou referentes à disposição do equipamento, à orientação do processo de licitação, ao gerenciamento de contratos, entre outros. Assim, há uma desatenção para com a análise detida das tecnologias disponíveis, o ponto de vista dos fabricantes, pacientes, cuidadores, enfermeiros e sociedade. Outro fator preocupante levantado pelo autor é a falta de gerenciamento do ciclo de vida do equipamento (SOUZA, 2016).

Um hospital de média e alta complexidade, como é o caso do hospital cenário desta pesquisa, possui mais de 200 tipos distintos de equipamentos médico-assistenciais. O nível de tecnologia embarcada destes podem variar de simples aspiradores de secreção a sofisticados sistemas automatizados para realização de exames laboratoriais, passando por complexos sistemas de diagnóstico por imagem e cirurgia robótica (MAIA, 2017).

A ausência de critérios capazes de analisar efetivamente a tecnologia pode fazer com que a instituição pública invista não nos equipamentos mais custo-efetivos, mas em equipamentos mais baratos. Portanto, os gestores precisam se valer de critérios bem estabelecidos para analisar as tecnologias em questão (SOUZA, 2016). Análises de decisão multicritério têm se colocado como uma emergente ferramenta utilizada em diversas áreas relacionadas à gestão de tecnologias em saúde, uma vez

que permitem a integração de dois ou mais critérios considerados de forma simultânea. A seguir, uma breve discussão a respeito do tema será realizada.

## 2.6 Ferramentas multicritério

Decisão, de acordo com Michaelis (2021), consiste na "capacidade de solucionar algo difícil sem hesitar [...]; opção por uma determinada estratégia para a solução de alguma coisa". De acordo com Oliveira e Martins (2015), a tomada de decisão envolve seis elementos, quais sejam:

Figura 4 - Elementos da tomada de decisão



Fonte: adaptado de Oliveira e Martins (2015)

O tomador de decisão precisa levar em consideração os objetivos e preferências estipulados, valendo-se de estratégias adequadas à situação, para chegar ao resultado esperado.

As ferramentas multicritérios surgiram a partir da década de 1970, com o objetivo de contribuir para as decisões de ordem estratégia.

Seus métodos multicritérios permitem a abordagem de problemas tidos como complexos, com vários decisores envolvidos na definição dos aspectos relevantes. Além disso, outro diferencial é que permitem a incorporação dos valores do decisor nos modelos de avaliação, garantindo uma abordagem mais humana, em que se permite representar as situações com uma visão fiel da realidade na modelagem dos fatores de influência (OLIVEIRA; MARTINS, 2015, p. 5).

Campolina *et al.* (2017, p. 2) acrescentam que, em análises de decisão multicritério, "dois ou mais critérios são considerados simultaneamente e de forma explícita". Segundo os autores, esses tipos de ferramentas são apropriados para situações que envolvem múltiplas decisões em cadeia ou com a participação de profissionais multidisciplinares (CAMPOLINA *et al.*, 2017).

Nos casos em que coexistem diferentes pontos de vista conflitantes entre si, a análise de decisão multicritério se apresenta como uma efetiva solução, já que

possibilita uma visão esclarecedora do problema e das possíveis alternativas (CAMPOLINA *et al.*, 2017).

As abordagens de análises de decisão multicritério são classificadas em três tipos, a saber: modelos de mensuração de valor (MAUT, AHP), modelos de sobre classificação (ELECTRE, PROMETHEE) e modelos baseados em metas, aspiração ou nível de referência (TOPSIS, *Goal Programming*) (CAMPOLINA *et al.*, 2017).

Na área da saúde, a aplicação das ferramentas multicritérios são promissoras. Elas podem contribuir para a avaliação de risco-benefício associado a uma intervenção em saúde, para apoiar os processos de ATS, para a padronização de priorização por contexto, para a análise de decisão de portfólio, para a tomada de decisão compartilhada entre pacientes, médicos e demais profissionais de saúde e para a priorização do acesso de pacientes aos cuidados em saúde (CAMPOLINA *et al.*, 2017).

Ferramentas multicritérios se mostram também adequadas para a priorização de investimentos em equipamentos médico-assistenciais, a partir da hierarquização de fatores relacionados à tecnologia. Estes podem ser quantitativos ou qualitativos e organizados em critérios principais, como por exemplo impacto operacional e critérios secundários, nível de utilização e disponibilidade de sobressalentes. O conjunto de multicritérios estabelecidos irá gerar uma nota que indicará quais equipamentos precisam ser substituídos e em qual nível de urgência (FAISAL; SHARAWI, 2015).

O *Emergency Care Research Institute (ECRI)*, uma das mais importantes organizações do mundo sobre práticas e produtos médicos, recomenda que fatores como rotinas de uso, estado de conservação físico, risco na operação e histórico de quebras e reparos sejam considerados para substituição de equipamentos médico-assistenciais. Ressalta ainda que tais análises devem ser realizadas por profissionais de diversas áreas (multidisciplinar) com experiência e qualificação (CAPUANO, 2010).

### **3 METODOLOGIA DA PESQUISA**

De forma a atingir os objetivos do trabalho, a pesquisa foi conduzida em duas etapas. Na primeira foi realizada uma revisão integrativa de literatura que resultou no artigo apresentado no APÊNDICE A, cujo objetivo foi selecionar os critérios a serem considerados para construção da ferramenta multicritério. Na segunda, a ferramenta propriamente dita foi aplicada em todos os equipamentos de média e alta complexidade do hospital para que o nível de obsolescência de cada equipamento fosse conhecido. Por fim, os dados foram compilados em um relatório, que consiste no produto técnico da pesquisa e que poderá servir de instrumento para tomada de decisões relacionadas a investimentos na área.

A abordagem adotada na pesquisa foi a quantitativa, na qual técnicas estatísticas são empregadas para analisar os dados, uma vez que se faz necessário estudo dessas variáveis para se responder ao problema de pesquisa estabelecido (CRESWELL, 2007). Uma pesquisa de abordagem quantitativa deve apresentar um rigoroso método para coleta de dados definido pelo pesquisador. Essa coleta deve ser realizada com um instrumento que permita posteriormente uma análise de dados adequada para que se possa responder ao problema de pesquisa estabelecido (CRESWELL, 2007).

Neste trabalho foram utilizados dados secundários obtidos a partir do sistema de gerenciamento de equipamentos disponíveis no Hospital universitário, sendo o instrumento de coleta de dados, neste caso, a própria ferramenta multicritério desenvolvida. Esse sistema disponibiliza, basicamente, informações cadastrais, registros de manutenções e indicadores de desempenho de cada equipamento do Hospital.

#### **3.1 População alvo**

A população alvo de uma pesquisa é o conjunto de indivíduos, itens ou eventos sobre os quais se deseja estudar as características e particularidades. Sendo possível, seu tamanho deve ser determinado e também os meios para identificação de cada elemento da população. Outro ponto importante se refere ao processo de seleção dentro da população alvo, de maneira que critérios de inclusão e exclusão devem ser claramente definidos (CRESWELL, 2007). Nesta pesquisa, a população

alvo foi o parque tecnológico gerenciado pelo Setor de Engenharia Clínica de um Hospital universitário localizado em Minas Gerais.

### **3.1.1 O Hospital**

O objeto de estudo em questão é um Hospital geral, universitário e público, que faz parte da rede de hospitais geridos pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH). A criação da EBSERH integrou um programa amplo de reestruturação dos Hospitais Universitários Federais, visando solucionar o problema de recursos humanos destes hospitais em cumprimento ao Acórdão do Tribunal de Contas da União, que desde o ano de 2008 exigiu a substituição dos servidores contratados por fundações de apoio nos hospitais universitários federais. A contratação desses precarizados era custeada com a produção do Hospital no atendimento aos pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS). Após a entrada dos trabalhadores pela EBSERH e conseqüente pagamento da folha pelo governo federal, os recursos arrecadados pelo Hospital com a sua produção estão sendo investidos em melhorias no próprio Hospital, tais como reformas e adequações de espaços e instalações, aquisição de novos equipamentos e mobiliários. Desta forma, a atuação da Engenharia Clínica passa a ter papel de destaque nesse processo (NORMAND, 2020).

O Hospital em estudo, que em 2021 está próximo de completar seu centenário, é referência em assistência de média e alta complexidade para o SUS em Minas Gerais, principalmente nas áreas de transplante, reprodução humana, cardiologia, neurologia e oncologia (NORMAND, 2020). É um dos maiores prestadores de serviços de saúde do Estado. Tem a capacidade total de 504 leitos, sendo 18 do CTI adulto, 11 do CTI pediátrico, 19 da Unidade Coronariana, 24 da Unidade de Neonatologia e 56 de Unidade de Urgência. Mensalmente, são realizados cerca de 4500 atendimentos de urgência, 1500 internações, 36000 consultas ambulatoriais, 160000 exames, 750 cirurgias e 160 partos (BRASIL, 2020a).

A sua missão contempla o desenvolvimento da assistência em saúde de forma eficiente, qualificada e segura. Além da atenção especializada, tem como foco também a formação de recursos humanos e a produção de conhecimento e tecnologia (BRASIL, 2020a; UFMG, 2021).

Em relação ao ensino e à produção de conhecimento, abrange as áreas de medicina, enfermagem, farmácia, fisioterapia, odontologia, terapia ocupacional, psicologia, nutrição, fonoaudiologia e tecnologia em radiologia (BRASIL, 2020b). Em seus Centros de Pesquisas Clínicas, são desenvolvidas cerca de 300 pesquisas e 38 ensaios clínicos de medicamentos (NORMAND, 2020).

### **3.1.2 Setor de engenharia clínica**

O Setor da Engenharia Clínica (SEC) é responsável pela gestão do parque de equipamentos médico-assistenciais do Hospital em estudo. Fazem parte do setor atualmente 2 engenheiros clínicos, 1 supervisor de manutenção, 16 técnicos em manutenção de equipamentos biomédicos, 2 artífices de manutenção, 1 almoxarife e 1 recepcionista.

De acordo com a Norma n. 042 de 2016, o SEC fica responsável pela manutenção preventiva, calibração e qualificação dos equipamentos (EBSERH, 2016). Também, pela implementação dos procedimentos operacionais padrão, bem como do fluxo de solicitação de serviços técnicos. A SEC igualmente é responsável pelos contratos do setor, tanto no que diz respeito à abertura, fiscalização e recomendação de prorrogação de vigência (EBSERH, 2016).

Fora essas atribuições, outras três podem ser listadas: a primeira diz respeito à atribuição ao setor de gerenciar o parque tecnológico de equipamentos médico-assistenciais, utilizando indicadores de manutenção, qualitativos e quantitativos, relacionados aos serviços de engenharia clínica. A segunda se refere à atribuição de repassar informações técnicas para auxiliar a Unidade de Compras nos processos de contratação de serviços e aquisição de equipamentos, peças e acessórios. A terceira, por fim, consiste na participação da elaboração de estudos de viabilidade técnica e econômica para a incorporação de tecnologias e atualização de equipamentos médico-assistenciais (EBSERH, 2016).

### **3.1.3 Parque tecnológico e seleção da amostra**

Atualmente, o parque tecnológico do Hospital em estudo abrange 6470 equipamentos médico-assistenciais, distribuídos pelos diversos setores e anexos situados no campus da Universidade. Desses, 1690 equipamentos não pertencem ao

Hospital, pois são locados ou fornecidos em regime de comodato. Os 4780 equipamentos restantes são classificados em 330 tipos distintos, conforme apresentado no Anexo A.

Para fins da pesquisa, foram excluídos todos os equipamentos que não pertencem ao Hospital, uma vez que a manutenção é feita por empresas externas. Também foram excluídos da amostra aqueles de baixa complexidade, baixo impacto na assistência aos pacientes e baixa complexidade tecnológica.

Os parâmetros para classificar os equipamentos em baixa, média e alta complexidade foram baseados nas definições de Calil (2002). Segundo o autor, equipamentos de baixa complexidade possuem fácil manutenção, já que os circuitos eletrônicos e mecânicos são simples. Podem ser manuseados facilmente, sem necessidade de treinamentos muito complexos. Aqueles de média complexidade, por sua vez, demandam recursos humanos com formação básica e treinamento direcionado para o seu reparo. Por fim, os reparos em equipamentos de alta complexidade devem ser feitos por técnicos qualificados e com treinamento bastante especializado (CALIL, 2002).

Foram incluídos no estudo, portanto, todos os equipamentos de média e alta complexidade do parque tecnológico pertencente ao Hospital. Tal escolha se justifica pelo impacto que estes causam na assistência prestada aos pacientes do Hospital, além de apresentarem maior dispêndio durante sua via útil em comparação aos equipamentos de baixa complexidade. Assim, chegou-se a uma amostra com 161 tipos de equipamentos diferentes (ANEXO B), que totalizam 2723 equipamentos, que correspondem a 56,97% do total de equipamentos pertencentes ao Hospital.

### **3.2 Construção da ferramenta multicritério**

A ferramenta multicritério desenvolvida avaliou o nível de obsolescência de equipamentos médico-assistenciais a partir dos critérios identificados na revisão integrativa da literatura (APÊNDICE A), sendo eles: idade do equipamento, custo de manutenção, suporte do fornecedor, taxa de falha e risco ao paciente. Esse tipo de ferramenta atribui um valor para cada um dos critérios de acordo com uma regra pré-definida. O somatório desses valores, ajustado pelo peso de cada critério, gera uma pontuação final para cada equipamento, definindo-se assim seu nível de obsolescência (MARCIANO, 2016).

Com base na frequência com que os critérios apareceram nos trabalhos analisados na revisão integrativa e apresentados no Quadro 5 do APÊNDICE A, retomados na Tabela 1, foi definido o peso de cada um deles.

Tabela 1 – Peso de cada critério

<b>Critério</b>	<b>Peso</b>
Idade do equipamento	0,23
Custo de manutenção	0,23
Suporte do fornecedor	0,17
Taxa de falha	0,14
Risco ao paciente	0,23

Fonte: elaborado pelo autor

Dessa forma, tornou-se possível gerar o escore final para cada equipamento, conforme fórmula a seguir:

$$Escore = ([Valor_{Idade}] \times 0,23) + ([Valor_{Custo}] \times 0,23) + ([Valor_{Suporte}] \times 0,17) + ([Valor_{Falha}] \times 0,14 + [Valor_{Risco}] \times 0,23)$$

O valor de cada critério foi atribuído em uma escala de valores inteiros de 1 a 3. As variáveis idade do equipamento, custo de manutenção e taxa de falha são do tipo contínua, ou seja, possuem valor em escala real e podem tomar valores inteiros ou fracionados (CAMPOS, 2000). Por esse motivo, optou-se por indicar as suas escalas pelos percentis 33% e 66% do conjunto de dados de equipamentos analisados, conforme Tabela 2. Tal opção se justifica pela uniformização dos valores atribuídos nas escalas de todas as variáveis da ferramenta, ou seja, em valores inteiros de 1 a 3.

Tabela 2 – Critérios com variáveis contínua

<b>Idade (anos)</b>	<b>Taxa de falha</b>	<b>Custo de manutenção</b>	<b>Valor atribuído</b>
Valores menores ou iguais ao percentil 33			1
Valores maiores que o percentil 33 e menores ou iguais ao percentil 66			2
Valores maiores que o percentil 66			3

Fonte: elaborado pelo autor

Para os critérios suporte do fornecedor e risco ao paciente, cujas variáveis são categóricas nominais, as escalas foram definidas conforme apresentado nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Critério “Suporte do fornecedor”

<b>Categoria</b>	<b>Valor atribuído</b>
Disponível	1
Com restrições	2
Indisponível	3

Fonte: elaborado pelo autor

Sendo que:

- Disponível: equipamento possui suporte total do fornecedor para manutenção, incluindo acesso a documentação técnica e peças de reposição;
- Com restrições: equipamento possui suporte do fornecedor para manutenção, contudo não existem mais peças de reposição disponíveis;
- Indisponível: equipamento não possui mais suporte do fornecedor para manutenção.

Tabela 4 - Critério “Risco ao paciente”

<b>Categoria</b>	<b>Valor atribuído</b>
Nenhum registro	1
Queixa técnica	2
Evento adverso	3

Fonte: elaborado pelo autor

Sendo que:

- Nenhum registro: equipamento não possui nenhum registro de falha que possa comprometer a segurança do paciente durante seu funcionamento;
- Queixa técnica: equipamento possui registro de queixa técnica durante seu uso;
- Evento adverso: equipamento possui algum registro de evento adverso a paciente provocado pelo seu uso.

### 3.3 Aplicação da ferramenta multicritério

Após a construção da ferramenta multicritério com suas escalas e pesos, o escore com o nível de obsolescência de cada equipamento pode ser obtido com o

auxílio de alguma ferramenta computacional. Para análise dos dados do parque de equipamentos do Hospital universitário objeto do estudo, foi utilizado o sistema informatizado *IBM SPSS Statistics Base versão 22*. Essa plataforma é flexível e de uso simples, permitindo a realização de análises estatísticas avançadas e com alta precisão. O software possibilita a realização de testes de hipóteses para a compreensão dos dados, o que foi ideal para a análise das informações coletadas pela ferramenta multicritério (IBM, 2021a, 2021b).

As informações a respeito dos equipamentos selecionados para o teste da ferramenta foram exportadas a partir do sistema de gerenciamento chamado ARKMEDS, no qual todo o inventário dos equipamentos e as manutenções realizadas são registrados. Esses dados foram importados no SPSS e aplicou-se a fórmula para o cálculo dos escores. O Apêndice A contém as sintaxes utilizadas no sistema e os resultados obtidos. Ressalta-se que essa syntax pode ser utilizada para reproduzir a ferramenta em outros cenários de estudo.

Para facilitar a análise dos dados, os equipamentos foram agrupados de acordo com o setor de trabalho da tecnologia, a saber: ambulatorial, central de material esterilizado, centro cirúrgico, diagnóstico e terapia por imagem, internação, laboratório, terapia intensiva e terapias complementares.

Na análise dos dados foram construídas tabelas de distribuição de frequências, bem como calculadas medidas de posição tais como os percentis 33 e 66 das variáveis numéricas analisadas. Após o cálculo dos escores, foi estimado o coeficiente Alfa de Cronbach para avaliar a consistência interna da escala proposta. Também foi realizado o teste ANOVA para avaliar diferenças entre médias amostrais de diferentes grupos. Os grupos comparados levaram em consideração o setor do Hospital ao qual pertence o equipamento, bem como foram analisados os equipamentos do mesmo tipo. O intervalo de confiança foi definido em 95% para a média e o nível de significância de 5%.

Por fim foram apresentados os setores que possuem os 100 equipamentos mais obsoletos do Hospital, indicando a quantidade de equipamentos obsoletos por setor e tipo de equipamento, com cálculo do número absoluto e percentual considerando o total de equipamentos do setor ou de determinado tipo.

### **3.4 Questões éticas**

Considerando que a pesquisa realizada não envolveu seres humanos e dados relativos a pacientes, não foi necessário a submissão do trabalho ao Comitê de Ética em Pesquisas, nos termos da Resolução 510/2016. Contudo, o trabalho foi submetido ao Departamento de Gestão em Saúde da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais, e aprovado pelo Parecer N° 52/2020-GES (ANEXO D). Além disso, o acesso aos dados utilizados na pesquisa foi autorizado pelo Hospital, de acordo com Termo de Compromisso de Utilização de Dados (ANEXO C). Ressalta-se que a aplicação dos testes não acarretou nenhum tipo de prejuízo ao Hospital.

#### 4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Foram analisados 2.723 equipamentos do Hospital em estudo, distribuídos pelos diferentes setores conforme a Tabela 5. A maior parte dos equipamentos analisados era do setor de Terapia Intensiva (24,72%), seguidos pelo Centro Cirúrgico (19,50%) e Internação (18,11%).

Tabela 5 - Equipamentos por setor

<b>Setor</b>	<b>Qtd</b>	<b>Percentual</b>
Ambulatorial	203	7,46%
Central de Material Esterilizado	19	0,70%
Centro Cirúrgico	531	19,50%
Diagnóstico e Terapia por Imagem	78	2,86%
Internação	493	18,11%
Laboratório	244	8,96%
Terapia Intensiva	673	24,72%
Terapias Complementares	482	17,70%
<b>Total</b>	<b>2723</b>	

Fonte: elaborado pelo autor

O resultado alcançado pela pesquisa foi o desenvolvimento de uma ferramenta multicritério capaz de classificar os equipamentos do Hospital de acordo com o escore de obsolescência. Os critérios levados em consideração foram: idade do equipamento, custo de manutenção, suporte do fornecedor, taxa de falha e risco ao paciente.

Foram calculados os percentis dos critérios idade, custo de manutenção e taxa de falha dos referidos equipamentos conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Percentis dos critérios idade, custo de manutenção e taxa de falha

		<b>Idade (anos)</b>	<b>Taxa de falha</b>	<b>Custo de manutenção</b>
	<b>N</b>	2723	2723	2723
<b>Percentis</b>	<b>33</b>	6,14	25,80	,00
	<b>66</b>	9,06	200,00	,027

Fonte: elaborado pelo autor

O esquema apresentado na Figura 5 representa o resultado do desenho final da ferramenta multicritério destinada à avaliação do nível de obsolescência do parque tecnológico do Hospital em estudo.

Figura 5 - Desenho final da ferramenta multicritério

$$\begin{aligned}
 \text{Escore} = & \left( \begin{array}{|c|c|} \hline \text{Idade do equipamento} & \text{Valor\_Idade} \\ \hline \leq 6,137 & 1 \\ \hline > 6,137 \text{ e} & \\ \hline \leq 9,063 & 2 \\ \hline > 9,063 & 3 \\ \hline \end{array} \right) \times 0,23 + \left( \begin{array}{|c|c|} \hline \text{Custo de manutenção} & \text{Valor\_Custo} \\ \hline \leq 0 & 1 \\ \hline > 0 \text{ e } \leq 0,2772 & 2 \\ \hline > 0,2772 & 3 \\ \hline \end{array} \right) \times 0,23 + \left( \begin{array}{|c|c|} \hline \text{Suporte do fornecedor} & \text{Valor\_Suporte} \\ \hline \text{Disponível} & 1 \\ \hline \text{Com restrições} & 2 \\ \hline \text{Indisponível} & 3 \\ \hline \end{array} \right) \times 0,17 + \\
 & \left( \begin{array}{|c|c|} \hline \text{Taxa de falha} & \text{Valor\_Falha} \\ \hline \geq 200,000 & 1 \\ \hline \geq 25,800 \text{ e} & \\ \hline < 200,000 & 2 \\ \hline < 25,800 & 3 \\ \hline \end{array} \right) \times 0,14 + \left( \begin{array}{|c|c|} \hline \text{Risco ao paciente} & \text{Valor\_Risco} \\ \hline \text{Nenhum registro} & 1 \\ \hline \text{Queixa técnica} & 2 \\ \hline \text{Evento adverso} & 1 \\ \hline \end{array} \right) \times 0,23
 \end{aligned}$$

Fonte: elaborado pelo autor

O coeficiente alfa de Cronbach estimado foi de 0,65 indicando boa consistência interna da escala proposta. Na Tabela 7 foi apresentado o resultado do teste ANOVA para avaliar possíveis diferenças entre as médias dos escores obtidos pelos diferentes setores do Hospital. Foram observados maiores escores médios no setor de Diagnóstico por Imagem ( $1,69 \pm 0,34$ ), seguido do setor de Internação ( $1,63 \pm 0,31$ ) e Terapia Intensiva ( $1,56 \pm 0,38$ ), sendo as diferenças estatisticamente significativas (valor- $p < 0,001$ ).

Tabela 7 – Resultado do teste ANOVA

Setor	Escore médio	Desvio-padrão	Valor-p ANOVA
Ambulatorial	1,43	0,35	
Central de Material Esterilizado	1,53	0,25	
Centro Cirúrgico	1,54	0,37	
Diagnóstico e Terapia por Imagem	1,69	0,34	< 0,001
Internação	1,63	0,31	
Laboratório	1,50	0,36	
Terapia Intensiva	1,56	0,38	
Terapias Complementares	1,46	0,34	

Fonte: elaborado pelo autor

A partir do resultado dos escores obtidos, foi gerado um relatório com os 100 equipamentos com maior nível de obsolescência do parque tecnológico do Hospital (APÊNDICE C). Os testes foram realizados em julho de 2021. O objetivo do relatório é guiar de forma embasada as próximas substituições de equipamentos do Hospital. A seguir, serão analisados os resultados agrupados por setor e por tipo de equipamento.

#### 4.1 Setores com equipamentos mais obsoletos

Tabela 8 - Distribuição dos 100 equipamentos mais obsoletos dentro do Hospital

Setor	Obsoletos	Total no setor	Percentual
Terapia Intensiva	34	673	5,05%
Centro Cirúrgico	27	531	5,08%
Internação	12	493	2,43%
Terapias Complementares	12	482	2,49%
Laboratório	6	244	2,46%
Ambulatorial	4	203	1,97%
Diagnóstico e Terapia por Imagem	5	78	6,41%

Fonte: elaborado pelo autor

A Tabela 8 representa os setores que possuem os 100 equipamentos mais obsoletos do Hospital, indicando a quantidade de equipamentos obsoletos por setor, o total de equipamentos em cada um deles e o percentual de equipamentos obsoletos no setor.

Percebe-se que o setor que possui mais equipamentos obsoletos é a Terapia Intensiva (34), que é também o que tem mais equipamentos (673). O percentual de equipamentos obsoletos, então, é de 5,05%. Já no caso do setor de Diagnóstico e Terapia por Imagem, apenas 5 equipamentos estão obsoletos, mas considerando que existem 78 equipamentos no setor, o percentual é maior do que o da Terapia Intensiva, chegando a 6,41%.

#### 4.2 Tipos de equipamentos mais obsoletos

A Tabela 9, a seguir, apresenta o resultado dos tipos de equipamentos mais obsoletos encontrados no Hospital, cenário do estudo. A análise foi limitada aos 100 primeiros resultados.

Tabela 9 - Distribuição por tipo dos 100 equipamentos mais obsoletos

Tipo de aparelho	Obsoletos	Total no Hospital	Percentual
Oxímetro de pulso	24	81	29,63%
Cardioversor	20	64	31,25%
Monitor multiparâmetro	16	324	4,94%
Bisturi eletrônico	10	55	18,18%
Eletrocardiógrafo	8	45	17,78%
Bomba de seringa	5	58	8,62%

Microscópio	5	70	7,14%
Ventilador pulmonar	3	122	2,46%
Aparelho de anestesia	2	40	5,00%
Cama hospitalar eletrônica	1	438	0,23%
Centrífuga de bancada	1	48	2,08%
Foco cirúrgico - teto	1	30	3,33%
Incubadora neonatal de transporte	1	8	12,50%
Microscópio cirúrgico	1	8	12,50%
Monitor do conj. Endoscopia	1	50	2,00%
Aparelho de ultrassonografia	1	33	3,03%

Fonte: elaborado pelo autor

Estão representados o número de equipamentos obsoletos de cada tipo, o número total daquele tipo de equipamento no Hospital e o percentual que os relacionam. Conforme observado, 16 variedades estão entre os 100 mais obsoletos. As mais numerosas são, em ordem decrescente: oxímetro de pulso, cardioversor, monitor multiparâmetro, bisturi eletrônico e eletrocardiógrafo. No entanto, ao observar o percentual em relação ao total de equipamento disponível de cada tipo, os maiores são: cardioversor (31,25%), oxímetro de pulso (29,63%), bisturi eletrônico (18,18%) e eletrocardiógrafo (17,78%).

## 5 DISCUSSÃO

A norma vigente que determina as diretrizes para o SEC do Hospital, cenário do estudo, prevê duas questões importantes no que diz respeito à avaliação diagnóstica para a substituição de tecnologias obsoletas. Uma delas é o inventário do parque tecnológico, que deverá ser realizado anualmente e mantido atualizado, abrangendo todos os setores do Hospital. Os dados são dispostos em planilhas digitais e/ou softwares da Engenharia Clínica (EBSERH, 2016). Conforme visto anteriormente, o inventário é peça chave no processo de gerenciamento de equipamentos, já que possibilita a extração dos dados de equipamentos obsoletos com muito mais facilidade (WHO, 2011).

Outra questão prevista na norma é o processo de retirada de uso e desfazimento de equipamentos, que também é responsabilidade do SEC, que deve ser feito segundo critérios pré-estabelecidos. As situações que direcionam a tomada de decisão nesse sentido são:

reparo economicamente inviável; indisponibilidade de acessórios e peças de reposição; ausência de suporte técnico do fabricante; falta de segurança operacional; tecnologia obsoleta, ineficaz e ineficiente; equipamento inservível em todas as unidades assistenciais do hospital (EBSERH, 2016, p. 11).

Percebe-se cada vez mais a importância da implantação de inovações tanto tecnológicas quanto de processos no SEC, e esse tem sido um movimento notório no âmbito do objeto de estudo do presente trabalho. No ano de 2017, o Hospital foi vencedor do IV Prêmio Excelência da Saúde, na categoria Engenharia Clínica:

A reorganização dos processos de trabalho, a recomposição do quadro de engenheiros e a contratação de empresa prestadora de serviços de engenharia clínica possibilitaram ao hospital ter acesso a técnicos capacitados, a ferramentas de última geração para manutenção preventiva, corretiva, testes e calibração dos equipamentos, além de um software de gerenciamento de equipamentos que informatizou e padronizou os processos. Por meio do programa, mais de cinco mil equipamentos são gerenciados periodicamente. O sistema também reduziu o uso de papéis no setor, que utiliza apenas celulares ou tablets para abrir as ordens de serviço (UFMG, 2017).

Com isso, ficou constatado que o Hospital em questão conseguiu economizar cerca de 1,5 milhão ao ano no serviço de Engenharia Clínica. Tal economia ocorreu

devido à eficácia na reformulação de seus processos internos, com foco em ações e resultados. Dessa maneira, além da economia, foi possível alcançar agilidade e segurança nos procedimentos hospitalares (BRASIL, 2017). A ferramenta multicritério desenvolvida é mais uma força a se somar nesse movimento de melhoria contínua dos processos internos do SEC.

A ferramenta desenvolvida teve como diferencial a sua adequação à realidade de um Hospital universitário. Os recursos disponíveis em um EAS público se diferem sobremaneira dos disponíveis naqueles particulares. Em hospitais privados, a incorporação e a substituição de equipamentos são encaradas como investimento e como possíveis retornos financeiros. No setor público, por sua vez, o aporte na tecnologia é visto como um custo necessário (TRAPERO GARCÍA; LOPEZ PARRILA, 2019).

Um fator facilitador para o desenvolvimento da ferramenta foi a existência prévia do inventário dos equipamentos e manutenção do hospital, que, conforme apontado na literatura, é primordial para o bom gerenciamento do parque tecnológico (FIGUEIREDO, 2009; CAPUANO, 2010; OUDA, MOHAMED, SALEH, 2010; GARCÍA, PARRILLA, 2018),

Os parâmetros considerados na ferramenta multicritério proposta são os que apresentaram maior incidência na literatura, conforme apontado na revisão integrativa realizada. Entende-se, portanto, que os hospitais que possuem inventário detalhado de seus equipamentos, devidamente atualizado, terão acesso às informações solicitadas na ferramenta desenvolvida e poderão fazer uso dela sem grandes dificuldades. A rede de hospitais da EBSEH, que ao longo do ano de 2021 está implantando um sistema informatizado único para gestão dos equipamentos de todos seus hospitais, é um exemplo de onde a ferramenta poderá ser facilmente aplicada (NORMAND, 2021).

A mensuração dos pesos de cada critério no cálculo do escore final dos equipamentos se deu pela frequência que estes foram identificados nos trabalhos analisados na revisão integrativa. Comparando com ferramentas que utilizam os mesmos critérios, constatou-se que Marciano e Souza (2016) atribuíram pesos maiores para parâmetros de idade, custo de manutenção e taxa de falha, mas com pesos inferiores para risco e suporte do fornecedor. Em Faisal (2015) as diferenças a menor são observadas nos critérios idade, custo de manutenção e risco ao paciente e a maior em suporte do fornecedor e taxa de falha. Já na comparação com Capuano

(2010), os critérios idade, custo de manutenção, suporte do fornecedor e risco ao paciente possuem peso menor, mas a taxa de falha se apresenta maior.

Entende-se como natural e esperada a variação entre os pesos de ferramentas construídas por diferentes métodos. Desde que eles cumpram seu objetivo, que é o de atribuir um valor relativo a cada critério de forma individual para que a combinação deles reflita uma medida total, são válidos (CAMPOLINA *et al.*, 2017). Deve-se considerar ainda que os pesos das ferramentas foram elaborados dentro de contextos e realidades diferentes, o que também contribui para que as variações ocorram.

Os resultados obtidos após a aplicação da ferramenta multicritério nos 2.723 equipamentos de média e alta complexidade do Hospital, classificados por setor e tipo de equipamento, permitem análises importantes para tomada de decisões gerenciais no curto prazo. Já nas próximas janelas de alocação de recursos de investimentos, que tipicamente ocorrem anualmente, ela poderá ser um importante balizador.

A listagem dos 100 equipamentos mais obsoletos do Hospital divididos por setor revela uma relação direta entre quantidade de equipamentos e percentual de obsolescência destes, com exceção apenas do setor de diagnóstico e terapia por imagem. O quadro de escassez de recursos, que explica a defasagem tecnológica dos hospitais públicos do País, pode explicar essa situação (BUTTON; OLIVEIRA, 2012). Em um cenário onde existem dificuldades de renovação da tecnologia existente, setores com maior número de equipamentos acabam por apresentar também o maior índice de obsolescência.

Não se verificou nenhum trabalho na literatura com análise sobre setores de hospitais com maior incidência de equipamentos obsoletos e com necessidade de substituição, o que impede uma discussão entre resultados encontrados. Estudos nesse sentido, realizados em diferentes hospitais com diferentes perfis, seriam importantes para comparações e análises futuras.

A distribuição por tipo dos 100 equipamentos mais obsoletos identificados no estudo, aponta que os oxímetros de pulso e os cardioversores são os tipos de equipamentos mais obsoletos na instituição. Esse destaque se dá tanto em números absolutos quanto em números percentuais em relação ao total de cada tipo. Outro importante destaque são as camas hospitalares eletrônicas, pois são o tipo de equipamento com menor índice percentual de obsolescência, embora seja o mais numeroso dentre os equipamentos de média e alta complexidade no Hospital.

Na amostra de 30 equipamentos analisados pela ferramenta multicritério proposta por Faisal (2015), constata-se que aparelho de ultrassonografia, monitor, ventilador pulmonar e bomba de seringa são os equipamentos com maiores escores indicando substituição. Figueiredo (2009) aplicou a ferramenta desenvolvida pelo autor em uma amostra de 1.100 equipamentos, aproximadamente, pertencentes a um hospital na região de Lisboa, em Portugal, e os resultados indicaram maior necessidade de substituição do tomógrafo e do equipamento de ressonância magnética.

Mesmo sendo escassa a quantidade de estudos sobre o tema, verifica-se que cada hospital apresenta um cenário diferente e os tipos de equipamentos mais obsoletos, não foram observados. A diversidade e complexidade de cada instituição hospitalar confere um caráter único ao seu parque tecnológico, uma vez que, as aquisições destes equipamentos, a intensidade e forma de utilização variam entre elas (CALIL, 2002).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente estudo foi responder à seguinte pergunta: como avaliar o nível de obsolescência do parque tecnológico de equipamentos médico-assistenciais em um Hospital público universitário?

Os resultados mostraram que a ferramenta multicritério desenvolvida foi capaz de identificar o nível de obsolescência dos equipamentos de média e alta complexidade do Hospital cenário do estudo, trazendo subsídio relevante a tomada de decisões sobre novos investimentos no parque tecnológico.

Diante das grandes inovações tecnológicas que compõem o cenário dos equipamentos médico-assistenciais de EAS, a Engenharia Clínica assume um papel extremamente importante. O setor é responsável pelo planejamento estratégico de aquisições, manutenções, testes de desempenho, segurança e retirada de uso do parque tecnológico do Hospital, ou seja, compete à Engenharia Clínica o gerenciamento de todas as fases que integram o ciclo de vida de um equipamento.

A última fase consiste na programação de incorporação de novas tecnologias e na substituição ou desincorporação de equipamentos que atingem o fim de sua vida útil (ANTUNES et al., 2002). Diversos são os fatores que devem ser levados em consideração nesse processo, como benefício ao usuário/paciente, recursos financeiros da instituição, infraestrutura, custos do procedimento, entre outros (SANTOS; DALLORA, 2019). Caso contrário, há o risco de que as aquisições sejam subjetivas e desordenadas. Além disso, a velocidade de incorporação pode comprometer a avaliação da segurança e do custo da tecnologia, gerando inclusive sobrecarga do parque tecnológico do Hospital (TOSCAS; TOSCAS, 2015).

Com base na literatura disponível acerca do tema, observou-se que muitos hospitais, principalmente em contexto privado e internacional, têm lançado mão de ferramentas multicritérios, majoritariamente quantitativas, que se tornaram opções assertivas e objetivas de análise e decisão de substituição ou desincorporação de equipamentos médico-assistenciais.

A partir disso, foi elaborada uma ferramenta multicritério que permitiu analisar estatisticamente o nível de obsolescência dos equipamentos pertencentes ao Hospital público e universitário elencado como objeto de estudo.

Os critérios foram fundamentados de acordo com aqueles mais comumente utilizados para o desenvolvimento desse tipo de tecnologia, sendo eles: idade do

equipamento, custo de manutenção, suporte do fornecedor, taxa de falha e risco ao paciente.

Após o desenvolvimento da ferramenta, foi possível avaliar 2723 equipamentos pertencentes ao Hospital, gerando assim um relatório que indica o nível de obsolescência do parque tecnológico em estudo.

Os resultados foram analisados de acordo com setores e tipos de equipamentos. O relatório final apontou que a Terapia Intensiva é o setor com maior número de equipamentos obsoletos, enquanto o Diagnóstico e Terapia por Imagem é o que apresenta a maior concentração deles. Os equipamentos mais numerosos em nível de obsolescência são os oxímetros de pulso e os cardioversores.

Apesar da escassez de trabalhos na área, que constituiu uma grande limitação do trabalho, ainda assim foi possível o desenvolvimento de uma boa ferramenta de avaliação. Evidência disso é que os equipamentos com maior escore de obsolescência indicados no relatório estão de acordo com a percepção dos profissionais do setor de engenharia clínica do Hospital em estudo.

Uma grande vantagem apontada é a simplicidade e a facilidade de utilização da ferramenta multicritério, o que permitirá que seja utilizada pelo Hospital já em seu próximo ciclo de investimentos em equipamentos médico-assistenciais. Além disso, outros hospitais públicos ou privados poderão utilizá-la ou se apropriar da metodologia descrita nesta pesquisa, de forma a embasar o desenvolvimento de ferramentas customizadas e adaptadas para cada contexto.

Do ponto de vista acadêmico, espera-se que a pesquisa possa ampliar as discussões em torno dos critérios e seus pesos em um processo de avaliação de obsolescência. Uma ferramenta ajustada à realidade de um Hospital universitário público, que apresenta particularidades que o diferem dos demais EAS presentes no País, é valiosa contribuição.

Foram três os produtos técnicos da pesquisa: a ferramenta multicritério desenvolvida que pode ser replicável em outros momentos e em outras instituições; um relatório técnico que descreveu o nível de obsolescência dos equipamentos médico-assistenciais do Hospital cenário do estudo; e um artigo científico de revisão integrativa da literatura onde foram identificados os critérios para avaliação da obsolescência de equipamentos médico-assistenciais.

Em que pese tais relevantes resultados, o estudo apresenta como limitação a não realização de pesquisa de campo para confirmação da situação dos

equipamentos indicados como obsoleto no relatório técnico, o que demonstraria o nível de confiabilidade e assertividade da ferramenta.

Sugere-se em pesquisas futuras que seja avaliado a necessidade de inclusão de novos critérios na ferramenta e de ajustes nos pesos de cada um deles. Além disso, os valores de escala, de cada critério, poderão ser ampliados para trazer maior refinamento entre os escores obtidos em cada análise.

Espera-se que a ferramenta desenvolvida contribua para a redução de custos, aumento da satisfação dos funcionários e pacientes, aumento da segurança, redução de gastos de suporte e redução da base de equipamentos a serem mantidos. Como consequência, almeja-se subsidiar as decisões sobre os investimentos e incorporações de novas tecnologias. Por fim, pretende-se que, em um futuro próximo, a ferramenta seja implementada diretamente no sistema informatizado de Engenharia Clínica utilizado em toda rede de hospitais da EBSEH.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Lisiane Marcolin de; SILVA, Helena Terezinha Hubert. Equipamento médico-hospitalar: uma gestão na área da saúde. **Interdisciplinary Journal of Health Education**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 32–39, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/ijhe2016007>
- ANTUNES, Elisabeth *et al.* **Gestão da Tecnologia Biomédica: Technovigilância e Engenharia Clínica**. Paris: [s. n.], 2002.
- ANVISA. **Engenharia Clínica Clínica Como Estratégia Na Gestão Hospitalar**. [S. l.], 2000.
- BRASIL. **A saúde no Brasil em 2030: diretrizes para a prospecção estratégica do sistema de saúde brasileiro**. 1. ed. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2012. v. 1
- BRASIL. **Entendendo a Incorporação de Tecnologias em Saúde no SUS : como se envolver**. [S. l.: s. n.], 2016. *E-book*.
- BRASIL. **Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção**. Brasília-DF: [s. n.], 2002. *E-book*.
- BRASIL. **HC-UFMG - Hospital das Clínicas da UFMG**. [S. l.], 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-sudeste/hc-ufmg/saude/especialidades>. Acesso em: 6 jul. 2021.
- BRASIL. **HC em Números**. [S. l.], 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-sudeste/hc-ufmg/ acesso-a-informacao/institucional/hc-em-numeros>. Acesso em: 9 jul. 2021.
- BRASIL. Hospital das Clínicas da UFMG economizará 30% por ano no Serviço de Engenharia Clínica. **Notícias**, [s. l.], 25 maio 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/ebserh/pt-br/comunicacao/noticias/hospital-das-clinicas-da-ufmg-economizara-30-por-ano-no-servico-de-engenharia-clinica>
- BRASIL. **Introdução à Gestão de Custos em Saúde**. Brasília-DF: [s. n.], 2013.
- BRASIL. **Lei n. 12.401, de 28 de abril de 2011**. Brasil: Diário Oficial da União, 2011.
- BRASIL. **Resolução-Rdc Nº 2. Brasília: ANVISA**. Dispõe sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde. **Diário Oficial da União**, c, g: ANVISA, 2010. Seção nº 16, p. 1–79.
- BUTTON, Vera Lúcia da Silveira Nantes; OLIVEIRA, Eduardo Jorge Valadares. Uma estratégia de desenvolvimento para o sistema nacional de inovação de produtos médicos. **Revista Brasileira de Engenharia Biomedica**, [s. l.], v. 28, n. 2, p. 124–139, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/rbeb.2012.020>
- CALIL, Saide Jorge. **Equipamentos médico-hospitalares e o gerenciamento da manutenção**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2002. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos\\_gerenciamento1.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos_gerenciamento1.pdf)>

CAMPOLINA, Alessandro Gonçalves *et al.* Análise de decisão multicritério para alocação de recursos e avaliação de tecnologias em saúde: Tão longe e tão perto? **Cadernos de Saude Publica**, [s. l.], v. 33, n. 10, p. 1–15, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00045517>

CAMPOS, Geraldo Maia. **Estatística Prática para Docentes e Pós-Graduandos: tipos de variáveis**. [S. l.], 2000. Disponível em: [https://www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc\\_livro/gmc\\_livro\\_cap02.html](https://www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc_livro/gmc_livro_cap02.html). Acesso em: 12 jul. 2021.

CAPUANO, Mike. Prioritizing equipment for replacement a plan based on data not perception. **Biomedical Instrumentation and Technology**, [s. l.], v. 44, n. 2, p. 100, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.2345/0899-8205-44.2.100>

CONASS. Capítulo II - O desafio do financiamento. *In*: SUS : AVANÇOS E DESAFIOS. 1. ed. Brasília: Conselho Nacional de Secretários de Saúde (CONASS), 2016. p. 63–94.

COSTA, Amanda. Em cinco anos, mais de R\$ 2,1 bilhões foram gastos com ações judiciais. **Ministério da Saúde**, [s. l.], 18 out. 2015. Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/noticia/em-cinco-anos-mais-de-r-21-bilhoes-foram-gastos-com-acoes-judiciais#:~:text=Geral-,Em cinco anos%2C mais de R%24 2%2C1 bilhões,foram gastos com ações judiciais&text=Desde 2010%2C houve um aumento,R%24 139%2C6 milhões>

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa - métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. São Paulo: Artmed Editora S.A., 2007. ISSN 1098-6596. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

EBSERH. **Norma 042, de 21 de junho de 2016**[S. l.: s. n.], 2016.

FAISAL, Mohammed; SHARAWI, Amr. Prioritize Medical Equipment Replacement Using Analytical Hierarchy Process. **IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering Ver. II**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 55–63, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.9790/1676-10325563>

FERREIRA, Fabiano Romanholo. **Proposta de Implementação de indicadores em estruturas de Engenharia Clínica - EEC**. 97f f. 2001. - Universidade Federal de Santa Catarina, [s. l.], 2001. Disponível em: <http://docplayer.com.br/3467959-Profosta-de-implementacao-de.html>

FIELD, Andy. **Descobrendo a estatística usando o SPSS (2a. ed.)**. [S. l.: s. n.], 2000.

FRANCISCHINI, Andresa S. N.; FRANCISCHINI, Paulino G. **Indicadores de Desempenho: dos objetivos à ação - Métodos para elaborar KPIs e obter resultados**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2017. *E-book*.

GERÔNIMO, Maycon Da Silva; LEITE, Bruno Cardoso Costa; OLIVEIRA, Ricardo Daher. Gestão da manutenção em equipamentos hospitalares: um estudo de caso. **Exacta**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 167–183, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/exactaep.v15n4.7144>

IBM. **Software IBM SPSS**. [S. l.], 2021a. Disponível em: <https://www.ibm.com/br->

pt/analytics/spss-statistics-software. Acesso em: 12 jul. 2021.

IBM. **Software IBM SPSS Statistics**. [S. l.], 2021b. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/products/spss-statistics>. Acesso em: 12 jul. 2021.

LAMANNA, Flávia Lefort. **Proposta de estruturação de um Núcleo de Engenharia Clínica para Rede de UAI's de Uberlândia**. 121 f. 2016. - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

LIMA, Sandra Gonçalves Gomes; BRITO, Cláudia de; ANDRADE, Carlos José Coelho de. O processo de incorporação de tecnologias em saúde no Brasil em uma perspectiva internacional. **Ciencia & saude coletiva**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 1709–1722, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018245.17582017>

MAIA, Alexandre Peixoto. **Norma Operacional 042-Gerenciamento de equipamentos médicos-assistenciais**. HC-UFMGHC-UFMG, Belo Horizonte: HC-UFMG, 2017. p. 1–35.

MARCIANO, Marcelo Antunes. **Métodos de avaliação de substituição de equipamentos biomédicos**. João Pessoa: [s. n.], 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/publicacoes/index.asp?ano=2016>.

MARQUES, Paulo Leonardo Ponte; FERREIRA JUNIOR, Antonio Rodrigues; VIEIRA, Luiza Jane Eyre de Souza. Lottenberg C. Saúde e cidadania: tecnologia a serviço do paciente e não ao contrário. São Paulo: Editora Atheneu; 2015. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 1345–1346, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018234.22052016>

MARTIN, Janet *et al.* Local health technology assessment in Canada: Current state and next steps. **International Journal of Technology Assessment in Health Care**, v.32, n.3, p. 175-180, 2016.

MEYER, Leila. **Estatística Aplicada à Biologia**. Santa Catarina: Uniasselvi, 2016.

MICHAELIS. **DECISÃO**. In: MICHAELIS. [S. l.]: Melhoramentos, 2021. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=decisão>

NORMAND, Luna. Hospital das Clínicas da UFMG faz 92 anos com pioneirismo e atuação intensa na pandemia. **Notícias Institucionais da UFMG**, Belo Horizonte, 21 ago. 2020. Disponível em: <https://ufmg.br/comunicacao/noticias/hospital-das-clinicas-da-ufmg-completa-92-anos-com-atuacao-intensa-na-pandemia>

NORMAND, Luna. Ebserh/MEC implanta novo sistema de gerenciamento integrado de equipamentos nos hospitais da rede. **Comunicação Interna do HC-UFMG/EBSERH**, Belo Horizonte, 28 jul. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-sudeste/hc-ufmg/comunicacao/noticias/ebserh-mec-implanta-novo-sistema-de-gerenciamento-integrado-de-equipamentos-nos-hospitais-da-rede>

OLIVEIRA, Victor Hugo de; MARTINS, Carlos Humberto. **Ferramenta multicritério para tomada de decisão - shopping centers**. Curitiba: Appris, 2015.

RAIMUNDO, António M.; OLIVEIRA, A. Virgílio M.; SILVA, Cristóvão. Replacement costs of cold storage equipment for medical products of public healthcare

establishments of European Union countries. **Health Policy**, [s. l.], v. 122, n. 12, p. 1403–1411, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2018.09.002>

RECEITA FEDERAL BRASILEIRA. **Instrução Normativa RFB n. 1700 Receita Federal Brasileira**, 2017.

SALAZAR-FLÓREZ, Kelly Johanna; BOTERO-BOTERO, Sergio; JIMÉNEZ-HERNÁNDEZ, Claudia Nelcy. Adquisición de tecnología biomédica en IPS colombianas: Comparación y mejores prácticas. **Revista Gerencia y Políticas de Salud**, [s. l.], v. 15, n. 31, p. 88–118, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgygs15-31.atbi>

SANTOS, Rafael Maia dos; DALLORA, Maria Eulália Lessa do Valle. Avaliação de indicadores de desempenho da área de engenharia clínica: uma proposta para um hospital público universitário. **Medicina (Ribeirão Preto. Online.)**, Ribeirão Preto, v. 52, n. 1, p. 34–46, 2019.

SILVA, Hudson Pacifico da; ELIAS, Flavia Tavares Silva. Incorporação de tecnologias nos sistemas de saúde do Canadá e do Brasil: perspectivas para avanços nos processos de avaliação. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 35, n. suppl 2, p. 1–14, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00071518>

SOUZA, Daniel Balduino de; MILAGRE, Selma Terezinha; SOARES, Alcimar Barbosa. Avaliação econômica da implantação de um serviço de Engenharia Clínica em hospital público Brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Biomedica**, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 327–336, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/rbeb.2012.042>

SOUZA, Guilherme Alvarenga Sampaio. **Análise do Ciclo de Vida de Equipamento Médico Através de Metodologias de Avaliação de Tecnologias em Saúde**. 61 f. 2016. - Universidade de Brasília, [s. l.], 2016. Disponível em: <http://fga.unb.br/articles/0001/7005/tccfinal2.pdf#page=60&zoom=100,76,664>

STARK, John. **Decision Engineering**. Genebra, Suíça: Springer, 2007.

TERRA, Thiago Gomes *et al.* Uma Revisão Dos Avanços Da Engenharia Clínica No Brasil a Review of the Progress of Clinical Engineering in Brazil. **Disciplinarum Scientia. Série: Naturais e Tecnológicas**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 47–61, 2014.

TOSCAS, Fotini Santos; TOSCAS, Fernanda. Sobrediagnóstico e suas implicações na engenharia clínica. **Revista Bioética**, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 535–541, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-80422015233090>

TRAPERO GARCÍA, M. A.; LÓPEZ PARRILLA, I. Guía de la SERAM para la renovación y actualización tecnológica en radiología. **SERAM**, [s. l.], v. 61, n. 1, p. 35–41, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rx.2018.09.004>

UFMG. Hospital das Clínicas ganha prêmio de excelência em saúde. **Notícias Institucionais da UFMG**, Belo Horizonte, 27 out. 2017. Disponível em: <https://ufmg.br/comunicacao/noticias/hospital-das-clinicas-ganha-premio-de-excelencia-em-saude>

UFMG. **Saúde. Hospitais**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://ufmg.br/servicos/saude>. Acesso em: 9 jul. 2021.

WHO. Introduction to medical equipment inventory management. **World Health Organization 2011**, [s. l.], p. 1–30, 2011.

WILLIAMS, Jill Schlabig. Clinical Equipment Replacement Plan Puts Budget Spotlight on Bedside Technologies. **Biomedical Instrumentation & Technology**, [s. l.], p. 478–481, 2010.

ZAMBON, ANTONIO CARLOS *et al.* Obsolescência Acelerada De Produtos Tecnológicos E Os Impactos Na Sustentabilidade Da Produção. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 231–258, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-69712015/administracao.v16n4p231-258>

## APÊNDICE A – Artigo de Revisão Integrativa

### IDENTIFICAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE OBSOLESCÊNCIA DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS

#### 1. Introdução

Desde a revolução industrial, com grande intensificação após o início do século XXI, inúmeras tecnologias surgiram e passaram a fazer parte da sociedade (BARRA et al, 2006). A partir da constatação de que essas inovações poderiam melhorar a qualidade de vida do ser humano em diversas áreas, os investimentos em Ciência e Tecnologia (C&T) foram intensos. De acordo com dados publicados em 2020 pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), do ano 2000 até 2017, os dispêndios do governo federal em pesquisa e desenvolvimento (P&D) aumentou de 8 milhões para 15 milhões de reais, enquanto subiram de 6 milhões para 13 milhões os investimentos realizados por instituições típicas de P&D, o CNPq e a Capes (IPEA, 2020).

Os investimentos intensos em P&D e o avanço das ciências acarretam, então, no rápido avanço tecnológico e na criação de novos produtos. A área médica é uma das grandes beneficiadas desse processo, já que há o interesse na introdução de novas tecnologias, como equipamentos médico-assistenciais. Porém, de acordo com Antunes et al. (2002), um desafio encontrado pelos hospitais consiste na capacidade de acompanhar essas evoluções, principalmente, no que diz respeito ao custo de aquisição, treinamento de pessoal para utilização, infraestrutura e gestão da tecnologia.

Nesse cenário, a Engenharia Clínica pode apresentar soluções viáveis para conduzir de forma adequada os processos de aquisição e gestão de novas tecnologias e equipamentos no contexto hospitalar.

Neste contexto, sabe-se que a comunidade científica não vai parar de pesquisar e desenvolver novas tecnologias, pois o que se pretende é viver mais e melhor. Por isso, o desejável seria “aproveitar” ao máximo essa evolução, pensando sempre em buscar o menor custo com o maior “benefício” possível, ou maior eficácia/efetividade, que seriam as palavras mais adequadas quando aplicadas à área da saúde, substituindo a relação custo/benefício por custo/efetividade (ANTUNES et al, 2002).

A substituição de equipamentos obsoletos é uma importante decisão nesse processo. Para tanto, deve-se avaliar minuciosamente os indicadores e informações dos equipamentos, com o objetivo de evitar gastos, aquisições ou substituições desnecessárias. Uma estratégia capaz de contribuir para a solução dessa questão consiste na utilização de ferramentas de avaliações de critérios que conduzam à análise objetiva e estratégica da necessidade de substituição de equipamentos médico-assistenciais.

Esforços para o desenvolvimento de ferramentas como essa estão sendo feitos em diversas partes do mundo. Com o objetivo de mapeá-los, foi elaborada uma revisão integrativa de publicações que descrevem essa experiência em diversos países. A seguir, serão descritos os materiais e métodos empregados para a elaboração de revisão integrativa da literatura.

## **2. *Materiais e métodos***

De acordo com Souza, Silva e Carvalho (2010), a revisão integrativa da literatura tem como objetivo elucidar um panorama geral do que é conhecido sobre uma temática específica. A sua realização parte da definição de um problema, com a consequente investigação de informações que possam conduzir a procura de estudos que contribuam para a sua solução (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

O material selecionado deve ser analisado criticamente, buscando-se verificar a possibilidade de aplicação das metodologias propostas. Ressalta-se que não é necessário que haja uma uniformidade entre as metodologias dos estudos avaliados. Ademais, pode-se combinar dados da literatura teórica e da literatura empírica, o que contribui para uma visão mais abrangente do assunto em voga. A análise integrativa precisa necessariamente permitir que o leitor tire conclusões críticas do material selecionado, apresentando, para tanto, informações pertinentes e detalhadas das metodologias (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010). Assim, cinco etapas foram seguidas no presente estudo:

- (1) Elaboração da pergunta norteadora;
- (2) Busca ou amostragem na literatura;
- (3) Coleta de dados;

- (4) Análise crítica dos estudos incluídos;  
 (5) Discussão dos resultados.

A pergunta que direcionou a realização da presente investigação foi: *como avaliar o nível de obsolescência do parque tecnológico de equipamentos médicos-assistenciais em um hospital universitário?*

Para responder à pergunta norteadora, foi necessário buscar na literatura por materiais que descrevessem a aplicação de ferramentas capazes de guiar a avaliação do nível de obsolescência de equipamentos médico-hospitalares, bem como a decisão de substituição ou não da tecnologia. O objetivo, então, foi levantar informações suficientes para guiar o desenvolvimento de uma ferramenta multicritério que permita fazer essa observação.

A busca de amostragem foi realizada a partir de pesquisas no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), com os descritores “Engenharia Clínica” e “Avaliação da Tecnologia Biomédica”. Outras palavras chaves, que não são consideradas descritores em saúde, também foram utilizadas, como “obsolescência”, “substituição de equipamentos”, “equipamentos médico-assistenciais”, “ferramenta multicritério” e “método multicritério”. Os critérios de inclusão para a pesquisa foram: artigos e teses com textos completos e disponíveis nos idiomas português, inglês e espanhol. Foram excluídas as referências que possuíam mais de dez anos de publicação. De posse do resultado das buscas, procedeu-se com a leitura dos resumos para identificação de quais artigos e teses apresentavam relevância para o tema.

O principal dado buscado na literatura levantada foi a respeito dos critérios utilizados pelos estudos para a elaboração das ferramentas de diagnóstico da obsolescência e necessidade de substituição dos equipamentos médico-hospitalares. Tanto os artigos selecionados, como os critérios elencados em cada um, podem ser observados do quadro sinóptico apresentado a seguir:

Quadro 4 - Seleção de artigos

<b>Título da publicação</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>País da publicação</b>	<b>Metodologia para definição dos critérios</b>	<b>Critérios utilizados</b>
Lifecycle guidance for medical imaging	Canadian Association of Radiologists	2013	Canada	Revisão da literatura e contribuição das	Expectativa de vida; Modo de uso; Riscos no uso;

equipment in Canada				partes envolvidas com os equipamentos através de questionários.	Riscos ao paciente no uso crítico ( <i>mission critical</i> ); Financiamento e custos.
Clinical Equipment Replacement Plan Puts Budget Spotlight on Bedside Technologies	WILLIAMS, J. S.	2010	Estados Unidos	Definição após contribuição de vários membros do hospital onde foi realizado o estudo.	Adequação ao uso ( <i>standart of care</i> ); Riscos no uso; Taxas de manutenção; Modo de uso; Criticidade no uso ( <i>mission critical</i> )
Prioritizing equipment for replacement a plan based on data not perception	CAPUANO, M.	2010	Estados Unidos	Foram utilizados critérios sugeridos pelo <i>ECRI</i> e adaptados de acordo com a experiência do pesquisador.	Preço de compra; Condição de uso; Suporte de manutenção; Idade; Tempo de parada de manutenção por ano; Custo de manutenção por ano; Riscos no uso; Frequência de uso.
Modelo de suporte a decisão para o estabelecimento de uma política de substituição no contexto de equipamentos hospitalares	ARAÚJO, H.	2010	Brasil	Revisão da literatura.	Risco ao paciente; Receita gerada; Custos de manutenção por ano; Custos de aquisição; Custos de penalidade.
Prioritize Medical Equipment Replacement Using Analytical Hierarchy Process	FAISAL, M. SHARAWI, A.	2015	Egito	Não especificado.	Suporte de manutenção; Desempenho (taxa de falha); Custo de manutenção anual; Idade; Criticidade no uso; Aceitabilidade clínica.
Modelo multicritério de apoio à substituição de equipamentos médicos hospitalares	FIGUEIREDO, L.	2009	Portugal	Criação de um mapa cognitivo a partir de reuniões entre os atores envolvidos com os equipamentos no hospital.	Estado de obsolescência (idade); Desempenho operacional; Suporte de manutenção; Custo de manutenção; Imagem e estratégica para o hospital.
A simple quantitative model for	OU DA, B MOHAMED, A SALEH, N.	2010	Egito	Definido pelo autor do artigo.	Alertas de perigo; Taxa de expectativa de

replacement of medical equipment proposed to developing countries					uso; Custos de utilização; Suporte de manutenção.
Aplicação de método multiparamétrico como auxílio à avaliação de necessidade de substituição de equipamentos médico-hospitalares	MARCIANO, M. SOUZA, E.	2016	Brasil	Adaptação do autor de um método proposto em 1992.	Idade; Custo de manutenção anual; Tempo de parada; Suporte de manutenção; Criticidade no uso; Custo benefício; Melhoria no tratamento; Preferência do usuário; Aumento de padronização
Guía de la SERAM para la renovación y actualización tecnológica en radiología	Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM)	2019	Espanha	Revisão de literatura e pesquisa realizado em hospitais públicos da Espanha.	Idade; Intensidade de utilização.
Development of Methodology of Evaluation for Medical Equipment Replacement for Developing Countries	ROCHA, M.	2019	México	Revisão de literatura e definição do autor do artigo.	Idade; Custo de manutenção; Taxa de manutenção; Suporte de manutenção; Eficiência clínica; Preferência do usuário; Frequência de uso.

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Percebe-se que os trabalhos encontrados definiram critérios distintos para comporem seu modelo de análise. Por esse motivo, a seguir, será realizada a descrição e análise detalhada de cada um dos estudos selecionados.

### **3. Resultados**

De acordo com Alvarado e Rocha (2018), a falta de embasamento técnico, clínico ou econômico nas decisões a respeito da substituição ou eliminação de equipamentos médicos pode ser prejudicial para a gestão dos hospitais. Porém, os autores entendem que há diferenças consideráveis entre a realidade de países desenvolvidos e em desenvolvimento. Estes, por exemplo, não possuem a mesma capacidade de substituição de equipamentos, de forma que as ferramentas quantitativas complexas utilizadas naqueles não contemplam as suas necessidades.

Dessa maneira, propuseram uma metodologia quantitativa de avaliação da obsolescência e necessidade de substituição de equipamentos que estivesse de acordo com as possibilidades de cada instituição (ALVARADO; ROCHA, 2018).

Para tanto, a metodologia desenhada não agrupa os parâmetros por natureza, mas pelo peso específico que possuem no momento da avaliação do equipamento. Dessa forma, os equipamentos recebem diferentes valores de acordo com o parâmetro avaliado, quais sejam: idade, custo de manutenção, tempo de inatividade, fim do suporte, disponibilidade de peças sobressalentes, eficiência clínica, preferência do usuário e frequência de uso. Ao final, esses valores são introduzidos em um modelo matemático e valorado de acordo com critérios específicos. Então, cada grupo tem um percentual no resultado total do modelo (técnico-econômico = 40%, prioridade máxima = 40% e clínico = 20%). O modelo completo é a soma linear de cada grupo e as pontuações de cada parâmetro, resultando no Índice de Substituição (*Replacement Index – RI*) (ALVARADO; ROCHA, 2018).

Os resultados são classificados da seguinte maneira: RI menor que 1, deve-se reavaliar o equipamento em dois anos; entre 1 e 1.3, deve-se reavaliar em um ano; entre 1.4 e 1.7, deve-se substituir no próximo ano; e maior que 1.8, deve-se substituir imediatamente (ALVARADO; ROCHA, 2018).

A ferramenta desenvolvida foi testada em um hospital da Cidade do México e mostrou que a metodologia é menos rigorosa que aquelas aplicadas em países desenvolvidos, adaptando-se melhor à realidade dos países em desenvolvimento (ALVARADO; ROCHA, 2018).

De forma parecida, mas com algumas diferenças, Marciano e Souza (2016) atestaram a complexidade dos critérios para definir a obsolescência da tecnologia médica e a consequente ausência de ferramentas claras que auxiliem a Engenharia Clínica na decisão em torno da substituição desses equipamentos. Então, propuseram-se a demonstrar a utilização do Método Multiparamétrico, desenvolvido por Fennigkoh em 1992. Segundo os autores, esse método tem ampla cobertura de critérios quantitativos e qualitativos, bem como pode ser aplicado a uma grande diversidade de equipamentos.

O método em questão leva em consideração quatro grupos de parâmetros, a saber: técnicos (custo de manutenção, tempo de parada e fim de apoio do fabricante), criticidade (função do equipamento), econômico-financeiro (aumento de faturamento

e redução de custo) e parâmetros clínicos (eficácia clínica, melhoria no tratamento, preferência do usuário e aumento da padronização) (MARCIANO; SOUZA, 2016).

A partir do preenchimento de todos os parâmetros, os valores obtidos são aplicados em uma fórmula matemática, que indica uma pontuação final ou escore, qual seja o Valor de Prioridade de Substituição (VPS). Cada parâmetro tem um peso, de forma que os parâmetros técnicos têm peso 0.4 (40%), criticidade 0.2 (20%), econômico-financeiro 0.2 (20%) e clínicos 0.2 (20%). Em seguida, considera-se uma escala de decisões caracterizada da seguinte maneira: VPS menor que 1, o equipamento deve ser mantido em operação, entre 1 e 1.2, deve ser reavaliado nos próximos 12 meses, entre 1.3 e 1.6 deve ser substituído nos próximos 24 meses e maior ou igual a 1.7 deve ser substituído nos próximos 12 meses (MARCIANO; SOUZA, 2016).

Os autores aplicaram o método em um hospital privado em Porto Alegre (RS, Brasil). Como resultados, puderam não só ter um panorama geral dos equipamentos que precisam de substituição ou não, como também conseguiram verificar quais e quantos equipamentos deveriam ser priorizados, o que permite uma programação mais efetiva da Engenharia Clínica em torno da gestão desses equipamentos (MARCIANO; SOUZA, 2016).

Faisal e Sharawi (2015) concordam com os demais autores de que o setor de Engenharia Clínica deve ser o responsável por tomar as decisões a respeito da avaliação dos equipamentos médicos, o que inclui a compra, a manutenção, o uso e a substituição. Para os autores, esse processo é de extrema importância para que os equipamentos funcionem corretamente, de modo a manter a segurança dos pacientes, e não parem inesperadamente, o que acarretaria no aumento de tempo de inatividade e de custo de reparo (FAISAL; SHARAWI, 2015).

Os autores, então, apresentam um modelo analítico de hierarquia para a tomada de decisão em grupo (*analytical hierarchy processes-group decision making - AHP-GDM*). A ferramenta avalia onze critérios, principais e secundários, quantitativos e qualitativos, a saber: disponibilidade de suporte (suporte do fornecedor, suporte de serviço alternativo); desempenho (taxa de falha, coeficiente de eficiência); custo de manutenção; idade (idade do equipamento, idade da tecnologia), função; impacto operacional (utilização, disponibilidade de equipamento de backup); aceitabilidade clínica (FAISAL; SHARAWI, 2015).

Os passos para a utilização da ferramenta são três: (1) identificar quais equipamentos devem ser priorizados; (2) avaliar os critérios e organizá-los de acordo com o nível hierárquico; (3) apresentar em três níveis hierárquicos as alternativas dos equipamentos (FAISAL; SHARAWI, 2015).

Os equipamentos foram analisados de forma absoluta, ou seja, cada equipamento foi comparado com cada critério usado para avaliação e recebeu uma pontuação sem ser comparado com outros equipamentos. Então, aplica-se a medição relativa, em que os equipamentos já valorados são comparados aos seus pares. Com isso, é possível alcançar pontuais mais consistentes para os equipamentos (FAISAL; SHARAWI, 2015).

Inicialmente, determinam-se os critérios e subcritérios eficazes e independentes para cada equipamento. Em seguida, utilizando-se o método relativo (comparação com outros equipamentos), calculam-se os valores dos pesos para todos os critérios e subcritérios. Preparam-se, então, notas descritivas para cada critério e calcula-se o valor da pontuação também por meio do método relativo. Em seguida, os equipamentos recebem a pontuação adequada por meio do método absoluto (comparação com cada critério). A pontuação é aplicada nas fórmulas matemáticas e calculada. Finalmente, determina quais são os equipamentos que devem ser prioritariamente substituídos de acordo com o valor de sua pontuação (FAISAL; SHARAWI, 2015).

A pontuação gera o Índice de Prioridade de Substituição (*Replacement Priority Index* - RPI). Equipamentos com maior RPI têm maior prioridade para substituição de acordo com o orçamento disponível no hospital. Os equipamentos com pontuações inferiores a 0,50 receberam uma prioridade de substituição mais baixa, enquanto aqueles com pontuação superior a 0,50 devem ser substituídos de acordo com o orçamento disponível no hospital (FAISAL; SHARAWI, 2015).

Araújo (2010) chama atenção para importância do correto funcionamento dos equipamentos médico hospitalares, uma vez que, caso haja alguma falha, muitas consequências para a saúde do paciente ou financeiras poderão ocorrer. Então, a partir do reconhecimento da necessidade de implementação de estratégias que possibilitem a decisão em torno da substituição de equipamentos médico-hospitalares, o autor propõe um modelo baseado na teoria da utilidade multiatributo (MAUT).

Pela aplicação do modelo, chega-se a uma função utilidade  $u$ , que permite que um valor numérico seja atribuído a cada parâmetro determinado e escalado entre 0 e

1, em que 0 representa a pior preferência e 1 a melhor. Para a escolha dos critérios, os autores utilizaram o *Value-Focused Thinking* (pensamento focado em valores – VFT), que não apenas se baseia na avaliação de atributos pré-definidos, como também leva em consideração as preferências da pessoa que toma a decisão em torno da substituição de equipamentos (ARAÚJO, 2010).

As etapas do modelo proposto são: (1) identificação dos objetivos preferenciais do decisor; (2) estruturação e hierarquização dos objetivos fundamentais para a elaboração de um problema; (3) determinação dos atributos, função utilidade e constantes de escala (ARAÚJO, 2010).

No contexto da avaliação de equipamentos médicos, o autor elencou a seguinte hierarquia de objetivos: política ótima de substituição > risco ao paciente e lucros > receita e custos > custos da manutenção, custo de aquisição e penalidade (ARAÚJO, 2010).

A partir da definição dos objetivos, estabelecem funções em relação ao tempo para medir o grau de alcance dos objetivos, bem como os limites existentes. Os critérios que entraram na valoração foram receita, custo de manutenção, aquisição, penalidade e risco ao paciente (ARAÚJO, 2010).

A partir do cálculo de cada critério, bem como a determinação valor de utilidade de cada um, determinam as constantes de escala no que diz respeito à priorização dos objetivos estipulados. Finalmente, apresenta-se a função utilidade global, que indica a qual é a política ótima de substituição, assim como qual deve ser o tempo em que o equipamento deverá ficar em atividade e ser substituído (ARAÚJO, 2010).

Figueiredo (2009) propõe uma ferramenta de substituição de equipamentos alternativa às que já existem a partir da metodologia multicritério *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (medida da atratividade por meio de técnica de avaliação baseada em categorias - MACBETH). Segundo o autor, "é uma metodologia sócio-técnica, que constrói uma ferramenta de avaliação quantitativa a partir das preferências dos decisores" (FIGUEIREDO, 2009, p. iii). A metodologia MACHBETH constrói um modelo quantitativo baseado em julgamentos verbais dos atores/decisores, o que permite uma análise humanista e interativa do problema, bem como a eliminação de falhas que ocorrem no processo de decisão.

A metodologia leva em consideração o estado do equipamento, a tecnologia já existente e os objetivos do decisor. Esses objetivos devem ser pautados por critérios gerais, que podem ser divididos em subcritérios, para abranger o maior número

possível de equipamentos. A eles são atribuídos pesos, que podem ser alterados a partir do julgamento do decisor. Para a sua correta aplicação, é preciso que haja um inventário de equipamentos disponíveis no hospital, suas características e avaliações periódicas (FIGUEIREDO, 2009).

Algumas etapas foram necessárias para o desenvolvimento da metodologia. Primeiro, foi construído um mapa cognitivo que possibilitasse a identificação dos principais critérios e descritores de impacto, bem como a determinação das funções de valor e dos pesos dos critérios. Após a elaboração do mapa cognitivo, os critérios são comparados em pares. Em seguida, os participantes devem interagir e compartilhar o que pensam, gerando uma decisão estratégica em grupo. Ressalta-se que os critérios precisam ser consensuais, independentes, exaustivos, mensuráveis, não redundantes, operacionais e concisos. Por meio de um software, chamado M-MACBETH, determina-se uma escala de valores para cada critérios de substituição, aos quais são atribuídos pesos. Gera-se, então, uma árvore de valor, que agrupa os critérios em vários níveis. Depois, categorias de valor de substituição foram construídas numa conferência de decisão, de forma que se diferenciasssem mais facilmente as necessidades de substituição (FIGUEIREDO, 2009).

Os critérios que foram incluídos no modelo foram: estado de obsolescência (funcionalidades, idade do equipamento, risco de paragem e risco de segurança); performance técnica e operacional (disponibilidade operacional, qualidade do diagnóstico ou da terapêutica, velocidade do diagnóstico ou da terapêutica), assistência técnica (tipo de assistência, tempo de resposta da assistência e custo da assistência); impacto financeiro (custo de operação, custo total durante o restante ciclo de vida do atual vs custo total do ciclo de vida do novo, custo com os upgrades); e imagem e estratégia (impacto na imagem do hospital, estratégia econômica) (FIGUEIREDO, 2009).

Para cada critério foram estipulados os descritores de impacto, bem como os pesos, que foram obtidos por meio do julgamento dos atores. Esses dados foram lançados no software, que pode apresentar a valoração para substituição dos equipamentos (FIGUEIREDO, 2009).

Apesar de bem aceita, alguns pontos fracos da metodologia MACBETH foram apontados, tais como: duração da primeira conferência de decisão e dificuldade no preenchimento da matriz de julgamentos na ponderação dos pesos dos critérios. Porém, no geral, foi considerada como uma boa opção de ferramenta para apoiar o

processo de substituição de equipamentos médico hospitalares (FIGUEIREDO, 2009).

Capuano (2010) também aponta a dificuldade encontrada pelos administradores de hospitais em tomar decisões objetivas em relação à substituição de equipamentos médico-hospitalares. Normalmente, a substituição é baseada principalmente em percepções subjetivas, e não em dados factuais. O autor descreve, então, os critérios desenvolvidos para a criação de uma ferramenta que possa auxiliar no processo de decisão de aquisição ou reposição de equipamentos em um hospital em Ontário, no Canadá.

Os critérios utilizados são: uso, condição física, risco e histórico de falha/reparo dos equipamentos, que devem ser avaliados apenas por pessoas qualificadas, como engenheiros clínicos (preferencialmente), médicos ou enfermeiros. Critérios mais subjetivos, como benefícios de custo e eficácia da tecnologia mais recente, não foram usados, já que são pouco específicos (CAPUANO, 2010).

Para o autor, a idade do equipamento e o suporte do fornecedor são mais importantes do que o indicador de vida útil padronizado. Muitas vezes, esse fator é o único considerado para priorizar a substituição ou remoção dos equipamentos. Porém, é muito difícil determinar a vida útil real de um equipamento. Alguns fatores que possibilitam a identificação da vida útil são a forma de uso do dispositivo, quantidade de uso, qualidade do produto, se permanece com suporte do fornecedor e se é tão eficaz quanto novos produtos do mercado (CAPUANO, 2010).

No método descrito pelo autor, inicialmente, foi realizada a chamada Lista Mestre de Equipamentos. Essa lista buscou determinar a prioridade de substituição dos equipamentos. No caso, contou com 50 campos de informações sobre 1883 equipamentos. Então, para orientar o planejamento de substituição, foi criado um esquema de indexação chamado Índice de Prioridade (*Priority Index* – PI). Esse índice é calculado com base na soma dos seguintes fatores: preço, condição, suporte, idade, trabalho, peças, risco e utilização do equipamento (CAPUANO, 2010).

A partir de então, os critérios foram ponderados, gerando o Índice de Prioridade Ponderado (*Weighted Priority Index* - WPI). Por meio de consulta a especialistas, foi elaborada uma tabela de ponderação, que considera 8 critérios, cada um com seu peso, quais sejam, em ordem decrescente: risco, condição, idade, suporte, frequência de uso, preço, peças e horas. Os equipamentos podem, ainda, ser avaliados relativamente, ou seja, comparados uns aos outros. A partir dos dados gerados por

cada um dos critérios elencados, é possível prever o estado do equipamento e identificar as tendências (CAPUANO, 2010).

Ouda, Mohamed e Saleh (2010) utilizaram uma metodologia chamada Árvore de Falhas (*Fault Tree analysis – FTA*) para verificar os critérios de substituição de equipamentos em países em desenvolvimento. Esse é um método dedutivo que possibilita a análise quantitativa e estatística de critérios para propor ou não a substituição de equipamentos.

A substituição do equipamento é o que é chamado de evento indesejado. Ele é causado por uma combinação de eventos intermediários ou primários, bem como perigos e alertas, vida útil, custos operacionais e disponibilidade de suporte do fornecedor. A partir de portas lógicas, três tipos de critérios (técnicos, financeiros e de segurança) são combinados e avaliados estatisticamente, de forma que o resultado da combinação gera escores capazes de indicar ou não a necessidade de substituição dos equipamentos. O escore 1 indica que o equipamento deve ser substituído, entre 1 e 0,8 que deve ser testado, entre 0,5 e 0,8 que deve estar sob vigilância e testado no próximo ano e inferior a 0,5 que pode ser mantido sem necessidade de teste (OUDA; MOHAMED; SALEH, 2010).

O equipamento é substituído se um ou mais dos seguintes eventos ocorrer: (1) perigos e alertas que podem impactar no uso seguro dos equipamentos; (2) a vida útil do equipamento chega ao fim; (3) alto custo e pouca receita a partir da razão entre custo de serviço e indisponibilidade; (4) suporte insuficiente do fornecedor (longo tempo de resposta, indisponibilidade de peças, longo tempo de reparo até o tempo de inatividade) (OUDA; MOHAMED; SALEH, 2010).

O estudo de Ouda, Mohamed e Saleh (2010) aponta, ainda, para a importância de que exista nos hospitais documentação detalhada e atualizada que possa contribuir significativamente para a decisão de substituição de equipamentos médicos (OUDA; MOHAMED; SALEH, 2010).

Willians (2010), por sua vez, descreve o esforço lançado em cinco hospitais estadunidenses para desenvolver o Plano de Substituição de Equipamentos Clínicos (*Clinical Equipment Replacement Plan – CERP*). O objetivo era possibilitar uma visão estratégica e objetiva a respeito da substituição de equipamentos antigos. A pesquisadora percebeu que, antes da padronização proposta, a ausência de recursos para verificar a verdadeira necessidade do hospital fazia com que houvesse a aquisição de equipamentos desnecessariamente. O foco, então, foi possibilitar que

apenas aqueles equipamentos realmente desatualizados e desnecessários fossem removidos, e aqueles imprescindíveis fossem adquiridos.

Os critérios utilizados para padronizar a avaliação de substituição de equipamentos foram: adequação ao uso, risco, taxa de falha, atendimento às necessidades e criticidade no uso (WILLIANS, 2010).

Como resultados da aplicação da ferramenta e da remoção de equipamentos obsoletos, os hospitais puderam contar com as seguintes melhorias: redução de custos, aumento da satisfação dos funcionários e pacientes, atendimento às necessidades da equipe, aumento da segurança, redução de gastos de suporte e redução da base de equipamentos a serem mantidos. Ademais, a padronização dos equipamentos permitiu o treinamento também padronizado da equipe e a maior visibilidade do departamento de engenharia clínica (WILLIANS, 2010).

García e Parrilla (2018) buscaram verificar a situação da tecnologia de diagnóstico de imagem na Espanha, com o intuito de elaborar critérios e recomendações para guiar a gestão desses equipamentos. Os autores levantam uma importante questão a respeito da diferença entre os sistemas privados e públicos de saúde. Os sistemas privados percebem a incorporação de inovação tecnológica como um diferencial competitivo para aumentar o retorno sobre os investimentos realizados. Por outro lado, nos sistemas públicos de saúde, não existem incentivos econômicos que justifiquem uma expectativa de retorno sobre os investimentos, de maneira que as inovações tecnológicas são consideradas como um custo (GARCÍA; PARRILLA, 2018).

De acordo com o levantamento dos autores, além de pouquíssimos hospitais possuírem banco de dados com informações a respeito da aquisição, instalação, manutenção, atividade assistencial, atualização de tecnologia e custos de uso dos equipamentos de imagem, apenas 8% deles possuem processos estruturados para o planejamento da aquisição desse tipo de tecnologia. Então, a partir da análise de modelos utilizados em diversos países, tais como Canadá, EUA, Austrália, Reino Unido, Escócia e Espanha, algumas constatações puderam ser feitas (GARCÍA; PARRILLA, 2018).

A princípio, de acordo com os autores, pelo menos 60% dos equipamentos instalados devem ter menos de 5 anos, 30% devem ter entre 6 e 10 anos e no máximo 10% deve ter mais de 10 anos. Recomenda-se, ainda, que haja registros completos e atualizados de todos os equipamentos (GARCÍA; PARRILLA, 2018).

Dentre os critérios objetivos a serem analisados para a renovação dos equipamentos, desacatam-se: tempo de uso e os turnos diários de operação. Ou seja, a operação é baixa quando trabalha em um único turno, média quando em dois turnos e alta quando atua em três turnos diários. Outros critérios citados foram: obsolescência tecnológica, falta de segurança, aumento de produtividade, custo de uso, taxa de falhas, problemas de manutenção, disponibilidade de peças de reposição etc. (GARCÍA; PARRILLA, 2018).

#### **4. Discussão**

A partir da análise do material selecionado, foi possível constatar que há uma carência de embasamento objetivo e estratégico para a tomada de decisão a respeito da substituição ou eliminação de equipamentos médico-hospitalares. Ressalta-se que as decisões tomadas estritamente com base em fatores subjetivos podem prejudicar os hospitais no que diz respeito à segurança dos pacientes, à gestão hospitalar, ao dispêndio de recursos etc. (ALVARADO; ROCHA, 2018, FAISAL; SHARAWI, 2015, WILLIANS, 2010).

Como pode ser observado, várias ferramentas foram propostas para solucionar esses problemas, tais como: árvore de falhas (OUDA; MOHAMED; SALEH, 2010), CERP (WILLIANS 2010), Método Multiparamétrico de Fennigkoh (MARCIANO; SOUZA, 2016), MAUT (ARAÚJO, 2010) MACHBETH (FIGUEIREDO, 2009), AHP-GDM (FAISAL; SHAAWI, 2015), dentre outros. Observa-se que há uma preferência unânime no emprego de ferramentas baseadas em métodos quantitativos (ALVARADO; ROCHA, 2018, MARCIANO; SOUZA, 2016; FAISAL; SHARAWI, 2015; FIGUEIREDO, 2009; OUDA, MOHAMED, SALEH, 2010), apesar de que há elementos qualitativos também envolvidos em alguns casos (ARAÚJO, 2010; FIGUEIREDO, 2009). Ademais, foi explícito também que há um direcionamento para o setor de Engenharia Clínica para a utilização dessas ferramentas, já que os profissionais da área possuem um conhecimento amplo dos diversos fatores envolvidos nessa análise (FAISAL; SHARAWI, 2015).

Ficou demonstrada, então, a importância de estratégias que possibilitem a tomada de decisão em relação à substituição de equipamentos médico-hospitalares em todo o mundo. Porém, alguns aspectos primordiais foram elencados pelos autores e merecem atenção. Inicialmente, ressaltou-se a necessidade de criação de banco de

dados mais completos e detalhados dos equipamentos (FIGUEIREDO, 2009; CAPUANO, 2010; OUDA, MOHAMED, SALEH, 2010; GARCÍA, PARRILLA, 2018), já que essa prática possibilita uma avaliação detalhada dos dispositivos que estão disponíveis no hospital e devem ser considerados na análise.

Foi apontado também a necessidade de adequação das ferramentas de acordo com a diferença dos países desenvolvidos e em desenvolvimento (ALVARADO; ROCHA, 2018) e da diferença entre setor público e privado (GARCÍA, PARRILLA, 2018), já que não são iguais as condições de recursos disponíveis, velocidade de renovação de tecnologia, entre outros fatores.

Mesmo que os critérios selecionados não fossem os mesmos, a principal forma de avaliação foi a partir da atribuição de pesos específicos para cada um deles (ALVARADO; ROCHA, 2018; MARCIANO; SOUZA, 2016; FIGUEIREDO, 2009; CAPUANO, 2010). Alguns dos modelos propõem uma gestão dos equipamentos com base na reavaliação em algum período de tempo, na substituição próxima ou na substituição imediata (ALVARADO; ROCHA, 2018; MARCIANO; SOUZA, 2016; OUDA, MOHAMED, SALEH, 2010). A hierarquia de critérios também foi um fator relevante para algumas metodologias (ARAÚJO, 2010; FAISAL; SHARAWI, 2015).

Dentre os benefícios obtidos com a aplicação das metodologias, alguns podem ser citados, tais como: redução de custos, aumento da satisfação dos funcionários e pacientes, aumento da segurança, redução de gastos de suporte e redução da base de equipamentos a serem mantidos (WILLIAMS, 2010; MARCIANO, SOUZA, 2016).

No que diz respeito aos critérios elencados pelas ferramentas, os que mais apareceram nos estudos analisados foram: idade do equipamento (ALVARADO; ROCHA, 2018, FAISAL; SHARAWI, 2015, FIGUEIREDO, 2009, CAPUANO, 2010, GARCÍA; PARRILLA, 2018); custo de manutenção (ALVARADO; ROCHA, 2018, MARCIANO; SOUZA, 2016, FAISAL; SHARAWI, 2015, ARAÚJO, 2010, FIGUEIREDO, 2009, GARCÍA; PARRILLA, 2018); suporte do fornecedor (ALVARADO; ROCHA, 2018, MARCIANO; SOUZA, 2016, FAISAL; SHARAWI, 2015, FIGUEIREDO, 2009, CAPUANO, 2010, OUDA, MOHAMED E SALEH, 2010); taxa de falha (FAISAL; SHARAWI, 2015, ARAÚJO, 2010, FIGUEIREDO, 2009, WILLIAMS, 2010, GARCÍA; PARRILLA, 2018); e risco ao paciente (ARAÚJO, 2010, FIGUEIREDO, 2009, CAPUANO, 2010, WILLIAMS, 2010, GARCÍA; PARRILLA, 2018). O Quadro 5 apresenta um compilado com todos os critérios apresentados nos artigos e quantas vezes cada um é citado.

Quadro 5 - Compilado dos critérios apresentados

<b>Título da publicação</b>	<b>Idade do equipamento</b>	<b>Custo de manutenção</b>	<b>Suporte do fornecedor</b>	<b>Taxa de falha</b>	<b>Risco ao paciente</b>
Lifecycle guidance for medical imaging equipment in Canada	X	X			X
Clinical Equipment Replacement Plan Puts Budget Spotlight on Bedside Technologies				X	X
Prioritizing equipment for replacement a plan based on data not perception	X	X	X	X	X
Modelo de suporte a decisão para o estabelecimento de uma política de Substituição no contexto de equipamentos hospitalares		X			X
Prioritize Medical Equipment Replacement Using Analytical Hierarchy Process	X	X	X	X	X
Modelo multicritério de apoio à substituição de equipamentos médicos hospitalares	X	X	X		X
A simple quantitative model for replacement of medical equipment proposed to developing countries	X	X	X		X
Aplicação de método multiparamétrico como auxílio à avaliação de necessidade de substituição de equipamentos médico-hospitalares	X	X	X	X	X
Guía de la SERAM para la renovación y actualización tecnológica en radiología	X				
Development of Methodology of Evaluation for Medical Equipment Replacement for Developing Countries	X	X	X	X	
<b>Total:</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>8</b>
<b>Percentual:</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>	<b>17%</b>	<b>14%</b>	<b>23%</b>

Fonte: elaborado pelo autor

## APÊNDICE B – Sintaxes de produção da ferramenta multicritério

### Dicionário de variáveis utilizadas

Idadeanos: Tempo de uso de cada equipamento em anos

ValorIdade: Valor atribuído na ferramenta ao critério idade do equipamento

Gastoanualvalorequipamento: Percentual médio gasto por ano com manutenção do equipamento em relação ao seu valor

ValorGasto: Valor atribuído na ferramenta ao critério custo de manutenção do equipamento

Tempomédioentrefalhasmesescalculado: Tempo médio entre falhas do equipamento em dias

ValorFalha: Valor atribuído na ferramenta ao critério taxa de falha do equipamento

Queixatécnicaoueventoaverso: Variável categórica nominal (Nenhum registro, Queixa técnica ou Evento adverso)

ValorRisco: Valor atribuído na ferramenta ao critério risco ao paciente

Assistênciatécnica: Variável categórica nominal (Disponível, Com restrições ou Indisponível)

ValorSuporte: Valor atribuído na ferramenta ao critério suporte do fornecedor

CodSetor: Codificação criada para identificar cada setor, sendo:

- 1-Ambulatório
- 2-Centro Cirúrgico
- 3--Central de Material Esterilizado
- 4-Terapia Intensiva
- 5-Diagnóstico e Terapia por Imagem
- 6-Internação
- 7-Laboratório
- 8-Terapias Complementares

### Sintaxes

IF (Idadeanos <= 6.137) ValorIdade=1.

EXECUTE.

IF (Idadeanos > 6.137 & Idadeanos <= 9.063) ValorIdade=2.

EXECUTE.

IF (Idadeanos > 9.063) ValorIdade=3.

EXECUTE.

IF (gastoanualvalorequipamento <= 0) ValorGasto=1.

EXECUTE.

IF (gastoanualvalorequipamento > 0 & gastoanualvalorequipamento <= 0.2772) ValorGasto=2.

EXECUTE.

IF (gastoanualvalorequipamento > 0.2772) ValorGasto=3.

EXECUTE.

.

IF (Tempomédioentrefalhasmesescalculado >= 200.000) ValorFalha=1.

EXECUTE.

IF (Tempomédioentrefalhasmesescalculado >= 25.800 & Tempomédioentrefalhasmesescalculado < 200.000) ValorFalha=2.

EXECUTE.

IF (Tempomédioentrefalhasmesescalculado < 25.800 ) ValorFalha=3.

EXECUTE.

. IF (Queixatécnicaoueventoadverso = "Não") ValorRisco=1.

EXECUTE.

IF (Queixatécnicaoueventoadverso = "Queixa técnica") ValorRisco=2.

EXECUTE.

IF (Queixatécnicaoueventoadverso = "Evento adverso") ValorRisco=3.

EXECUTE.

.

IF (Assistênciatécnica = "Disponível") ValorSuporte=1.

EXECUTE.

IF (Assistênciatécnica = "Com restrições") ValorSuporte=2.

EXECUTE.

IF (Assistênciatécnica = "Indisponível") ValorSuporte=3.

EXECUTE.

COMPUTE

Score=(ValorRisco\*0.23)+(ValorSuporte\*0.17)+(ValorIdade\*0.23)+(ValorGasto\*0.23)+(ValorFalha\*0.14).

EXECUTE.

## Resultados

RELIABILITY

/VARIABLES=ValorRisco ValorSuporte ValorIdade ValorGasto ValorFalha Score

/SCALE('ALL VARIABLES') ALL

/MODEL=ALPHA.

## APÊNDICE C – Resultados – saídas do programa de análise

### Confiabilidade

		Observações	
Saída criada			04-JUL-2021 12:05:51
Comentários			
Entrada	Dados	C:\Users\alexa\OneDrive - EBSE RH\Docs Pessoais\Mestrado Gestao\TCMEquipamentos_HC_Jul_21.sav	
	Conjunto de dados ativo	ConjuntodeDados2	
	Filtro	<none>	
	Ponderação	<none>	
	Arquivo Dividido	<none>	
	N de linhas em arquivo de dados de trabalho		2723
	Entrada de matriz		
	Tratamento de valor omisso	Definição de omisso	Os valores omissos definidos pelo usuário são tratados como omissos.
	Casos utilizados	As estatísticas são baseadas em todos os casos com dados válidos para todas as variáveis no procedimento.	
Sintaxe		RELIABILITY /VARIABLES=ValorRisco ValorSuporte ValorIdade ValorGasto ValorFalha Escore /SCALE('ALL VARIABLES') ALL /MODEL=ALPHA.	
Recursos	Tempo do processador		00:00:00,02
	Tempo decorrido		00:00:00,00

Escala: ALL VARIABLES

### Resumo de processamento do caso

		N	%
Casos	Válido	2723	100,0
	Excluídos <sup>a</sup>	0	,0
	Total	2723	100,0

a. Exclusão de lista com base em todas as variáveis do procedimento.

### Estadísticas de confiabilidade

Alfa de Cronbach	N de itens
,646	6

ONEWAY ValorRisco ValorSuporte ValorIdade ValorGasto ValorFalha Escore BY COD  
 /STATISTICS DESCRIPTIVES  
 /MISSING ANALYSIS.

### Unidirecional

#### Observações

Saída criada		04-JUL-2021 12:27:19
Comentários		
Entrada	Dados	C:\Users\alexa\OneDrive - EBSE RH\Docs Pessoais\Mestrado Gestao\TCMEquipamentos_HC_Jul_21.sav
	Conjunto de dados ativo	ConjuntodeDados2
	Filtro	<none>
	Ponderação	<none>
	Arquivo Dividido	<none>
	N de linhas em arquivo de dados de trabalho	2723
Tratamento de valor omisso	Definição de omisso	Os valores omisos definidos pelo usuário são tratados como omisos.
	Casos utilizados	As estatísticas para cada análise têm como base os casos sem dados omisos para qualquer variável na análise.
Sintaxe		ONEWAY ValorRisco ValorSuporte ValorIdade ValorGasto ValorFalha Escore BY COD /STATISTICS DESCRIPTIVES /MISSING ANALYSIS.
Recursos	Tempo do processador	00:00:00,03
	Tempo decorrido	00:00:00,03

### Descritivos

Cod Setor	N	Média	Desvio	Erro	Erro	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
						Limite inferior	Limite superior		
ValorRisco	1	203	1,03	,251	,018	1,00	1,07	1	3
	2	531	1,05	,233	,010	1,03	1,07	1	3
	3	19	1,00	,000	,000	1,00	1,00	1	1
	4	673	1,04	,264	,010	1,02	1,06	1	3
	5	78	1,03	,226	,026	,97	1,08	1	3
	6	493	1,02	,180	,008	1,00	1,03	1	3
	7	244	1,00	,000	,000	1,00	1,00	1	1
	8	482	1,01	,157	,007	1,00	1,03	1	3
	Total	2723	1,03	,211	,004	1,02	1,04	1	3
ValorSuporte	1	203	1,08	,356	,025	1,03	1,13	1	3
	2	531	1,11	,361	,016	1,08	1,14	1	3
	3	19	1,00	,000	,000	1,00	1,00	1	1
	4	673	1,13	,408	,016	1,10	1,16	1	3
	5	78	1,27	,551	,062	1,15	1,39	1	3
	6	493	1,08	,347	,016	1,05	1,11	1	3
	7	244	1,00	,000	,000	1,00	1,00	1	1
	8	482	1,07	,340	,015	1,04	1,10	1	3
	Total	2723	1,09	,359	,007	1,08	1,11	1	3
ValorIdade	1	203	1,98	,912	,064	1,85	2,11	1	3
	2	531	1,97	,780	,034	1,90	2,03	1	3
	3	19	1,42	,838	,192	1,02	1,82	1	3
	4	673	1,79	,830	,032	1,73	1,85	1	3
	5	78	1,87	,779	,088	1,70	2,05	1	3
	6	493	2,60	,725	,033	2,53	2,66	1	3
	7	244	2,26	,905	,058	2,15	2,38	1	3
	8	482	1,86	,875	,040	1,78	1,94	1	3
	Total	2723	2,04	,873	,017	2,01	2,07	1	3
ValorGasto	1	203	1,46	,684	,048	1,36	1,55	1	3
	2	531	1,67	,646	,028	1,62	1,73	1	3
	3	19	1,89	,459	,105	1,67	2,12	1	3
	4	673	1,84	,639	,025	1,79	1,88	1	3
	5	78	2,03	,644	,073	1,88	2,17	1	3
	6	493	1,59	,607	,027	1,53	1,64	1	3
	7	244	1,49	,612	,039	1,41	1,57	1	3
	8	482	1,59	,629	,029	1,53	1,65	1	3
	Total	2723	1,66	,647	,012	1,64	1,69	1	3
ValorFalha	1	203	1,52	,773	,054	1,42	1,63	1	3

	2	531	1,95	,894	,039	1,87	2,03	1	3
	3	19	2,63	,761	,175	2,26	3,00	1	3
	4	673	2,11	,878	,034	2,04	2,17	1	3
	5	78	2,47	,801	,091	2,29	2,66	1	3
	6	493	1,80	,839	,038	1,72	1,87	1	3
	7	244	1,67	,841	,054	1,57	1,78	1	3
	8	482	1,77	,851	,039	1,69	1,84	1	3
	Total	2723	1,89	,880	,017	1,86	1,92	1	3
Escore	1	203	1,42611	,347567	,024394	1,37801	1,47421	1,000	2,400
	2	531	1,53923	,365727	,015871	1,50805	1,57041	1,000	2,540
	3	19	1,53105	,246394	,056527	1,41229	1,64981	1,000	1,970
	4	673	1,55985	,376470	,014512	1,53136	1,58835	1,000	2,830
	5	78	1,69449	,344145	,038967	1,61689	1,77208	1,000	2,540
	6	493	1,63108	,312112	,014057	1,60346	1,65869	1,000	2,830
	7	244	1,49754	,361510	,023143	1,45195	1,54313	1,000	2,200
	8	482	1,45558	,335951	,015302	1,42551	1,48565	1,000	2,600
	Total	2723	1,53837	,357269	,006847	1,52494	1,55179	1,000	2,830

Observação: Cada setor foi identificado com um código

#### ANOVA

		Soma dos				
		Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
ValorRisco	Entre Grupos	,709	7	,101	2,287	,025
	Nos grupos	120,225	2715	,044		
	Total	120,934	2722			
ValorSuporte	Entre Grupos	6,077	7	,868	6,847	,000
	Nos grupos	344,230	2715	,127		
	Total	350,307	2722			
ValorIdade	Entre Grupos	236,432	7	33,776	49,857	,000
	Nos grupos	1839,284	2715	,677		
	Total	2075,716	2722			
ValorGasto	Entre Grupos	52,484	7	7,498	18,704	,000
	Nos grupos	1088,358	2715	,401		
	Total	1140,842	2722			
ValorFalha	Entre Grupos	121,144	7	17,306	23,632	,000
	Nos grupos	1988,244	2715	,732		
	Total	2109,387	2722			
Escore	Entre Grupos	12,719	7	1,817	14,738	,000
	Nos grupos	334,720	2715	,123		
	Total	347,439	2722			

## APÊNDICE D – Produto Técnico

### Relatório com os 100 equipamentos mais obsoletos do HC-UFMG (divididos entre tipos de equipamentos)

			ID	Setor/Unidade	Escore
TIPO	APARELHO DE ANESTESIA	1	6794	Centro Cirúrgico	2,540
		2	7041	Centro Cirúrgico	2,200
		Total	N	2	2
	BISTURI ELETRÔNICO	1	6889	Centro Cirúrgico	2,370
		2	7192	Centro Cirúrgico	2,370
		3	7555	Centro Cirúrgico	2,370
		4	7570	Centro Cirúrgico	2,370
		5	7636	Centro Cirúrgico	2,370
		6	10676	Centro Cirúrgico	2,370
		7	6996	Centro Cirúrgico	2,230
		8	7032	Centro Cirúrgico	2,230
		9	7623	Centro Cirúrgico	2,230
		10	7838	Centro Cirúrgico	2,230
		Total	N	10	10
	BOMBA DE SERINGA	1	8880	Terapia Intensiva	2,520
		2	8166	Terapia Intensiva	2,290
		3	12198	Centro Cirúrgico	2,290
		4	5834	Terapia Intensiva	2,200
		5	8671	Terapia Intensiva	2,200
		Total	N	5	5
	CAMA HOSPITALAR ELETRÔNICA	1	6563	Internação	2,200
		Total	N	1	1
	CARDIOVERSOR	1	6050	Terapia Intensiva	2,830
		2	6247	Terapia Intensiva	2,830
		3	6494	Internação	2,830
		4	8294	Internação	2,830
		5	5858	Terapia Intensiva	2,600
		6	7739	Terapias Complementares	2,600
		7	7611	Diagnóstico e Terapia por Imagem	2,540
		8	5586	Terapia Intensiva	2,460
		9	7349	Terapias Complementares	2,460

	10		6128	Ambulatorial	2,370
	11		7062	Internação	2,370
	12		8292	Terapia Intensiva	2,370
	13		8408	Terapia Intensiva	2,310
	14		6079	Terapia Intensiva	2,200
	15		6169	Terapia Intensiva	2,200
	16		6349	Internação	2,200
	17		6463	Internação	2,200
	18		7006	Centro Cirúrgico	2,200
	19		7887	Centro Cirúrgico	2,200
	20		7981	Ambulatorial	2,200
	Total	N	20	20	20
CENTRÍFUGA DE BANCADA	1		6765	Laboratório	2,200
	Total	N	1	1	1
ELETROCARDÍOGRAFO	1		5801	Terapia Intensiva	2,310
	2		6218	Terapia Intensiva	2,310
	3		7870	Internação	2,310
	4		9002	Terapia Intensiva	2,310
	5		5963	Terapia Intensiva	2,200
	6		5966	Terapia Intensiva	2,200
	7		5970	Terapia Intensiva	2,200
	8		6586	Internação	2,200
	Total	N	8	8	8
FOCO CIRÚRGICO - TETO	1		7839	Centro Cirúrgico	2,200
	Total	N	1	1	1
INCUBADORA NEONATAL DE TRANSPORTE	1		5756	Terapia Intensiva	2,200
	Total	N	1	1	1
MICROSCÓPIO	1		6730	Laboratório	2,200
	2		6964	Laboratório	2,200
	3		7169	Laboratório	2,200
	4		7175	Laboratório	2,200
	5		7429	Laboratório	2,200
	Total	N	5	5	5
MICROSCÓPIO CIRÚRGICO	1		6912	Centro Cirúrgico	2,200
	Total	N	1	1	1
MONITOR DO CONJ. ENDOSCOPIA	1		6994	Centro Cirúrgico	2,200
	Total	N	1	1	1
MONITOR MULTIPARÂMETRO	1		6060	Terapia Intensiva	2,540
	2		6693	Centro Cirúrgico	2,540

	3		7257	Diagnóstico e Terapia por Imagem	2,540
	4		7856	Centro Cirúrgico	2,540
	5		8876	Terapia Intensiva	2,540
	6		9110	Terapia Intensiva	2,540
	7		5792	Terapia Intensiva	2,310
	8		6670	Terapias Complementares	2,200
	9		7170	Centro Cirúrgico	2,200
	10		7213	Diagnóstico e Terapia por Imagem	2,200
	11		7223	Centro Cirúrgico	2,200
	12		7232	Diagnóstico e Terapia por Imagem	2,200
	13		7632	Centro Cirúrgico	2,200
	14		7827	Centro Cirúrgico	2,200
	15		8317	Terapias Complementares	2,200
	16		8387	Centro Cirúrgico	2,200
	Total	N	16	16	16
OXÍMETRO DE PULSO	1		5713	Terapia Intensiva	2,540
	2		5744	Centro Cirúrgico	2,540
	3		5746	Terapia Intensiva	2,540
	4		6557	Internação	2,540
	5		6628	Centro Cirúrgico	2,540
	6		7333	Diagnóstico e Terapia por Imagem	2,540
	7		8068	Internação	2,540
	8		8227	Internação	2,540
	9		8915	Terapias Complementares	2,540
	10		5465	Ambulatorial	2,400
	11		6651	Terapias Complementares	2,400
	12		8397	Terapias Complementares	2,400

	13		8988	Terapias Complementares	2,400
	14		9027	Terapias Complementares	2,400
	15		5441	Ambulatorial	2,200
	16		5871	Terapia Intensiva	2,200
	17		6043	Terapia Intensiva	2,200
	18		6049	Terapia Intensiva	2,200
	19		6146	Terapia Intensiva	2,200
	20		6243	Terapia Intensiva	2,200
	21		6627	Internação	2,200
	22		6658	Terapias Complementares	2,200
	23		7351	Terapia Intensiva	2,200
	24		8115	Terapias Complementares	2,200
	Total	N	24	24	24
ULTRASSOM - APARELHO DE ULTRASONOGRAFIA	1		8435	Terapias Complementares	2,310
	Total	N	1	1	1
VENTILADOR PULMONAR	1		8747	Terapia Intensiva	2,310
	2		6162	Terapia Intensiva	2,200
	3		6259	Terapia Intensiva	2,200
	Total	N	3	3	3
Total	N		100	100	100

a. Limitado aos primeiros 100 casos.

**Relatório com os 100 equipamentos mais obsoletos do HC-UFMG (divididos entre unidades)**

		ID	TIPO	Escore
Ambulatorial	1	5465	OXÍMETRO DE PULSO	2,400
	2	6128	CARDIOVERSOR	2,370
	3	5441	OXÍMETRO DE PULSO	2,200
	4	7981	CARDIOVERSOR	2,200
	Total N	4	4	4
Centro Cirúrgico	1	5744	OXÍMETRO DE PULSO	2,540
	2	6628	OXÍMETRO DE PULSO	2,540
	3	6693	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,540
	4	6794	APARELHO DE ANESTESIA	2,540
	5	7856	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,540
	6	6889	BISTURI ELETRÔNICO	2,370
	7	7192	BISTURI ELETRÔNICO	2,370
	8	7555	BISTURI ELETRÔNICO	2,370
	9	7570	BISTURI ELETRÔNICO	2,370
	10	7636	BISTURI ELETRÔNICO	2,370
	11	10676	BISTURI ELETRÔNICO	2,370
	12	12198	BOMBA DE SERINGA	2,290
	13	6996	BISTURI ELETRÔNICO	2,230
	14	7032	BISTURI ELETRÔNICO	2,230
	15	7623	BISTURI ELETRÔNICO	2,230
	16	7838	BISTURI ELETRÔNICO	2,230
	17	6912	MICROSCÓPIO CIRÚRGICO	2,200
	18	6994	MONITOR DO CONJ. ENDOSCOPIA	2,200
	19	7006	CARDIOVERSOR	2,200
	20	7041	APARELHO DE ANESTESIA	2,200
	21	7170	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,200
	22	7223	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,200
	23	7632	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,200
	24	7827	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,200
	25	7839	FOCO CIRÚRGICO - TETO	2,200
	26	7887	CARDIOVERSOR	2,200
	27	8387	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,200

	Total	N	27	27	27
Diagnóstico e Terapia por Imagem	1		7257	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,540
	2		7333	OXÍMETRO DE PULSO	2,540
	3		7611	CARDIOVERSOR	2,540
	4		7213	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,200
	5		7232	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,200
	Total	N	5	5	5
Internação	1		6494	CARDIOVERSOR	2,830
	2		8294	CARDIOVERSOR	2,830
	3		6557	OXÍMETRO DE PULSO	2,540
	4		8068	OXÍMETRO DE PULSO	2,540
	5		8227	OXÍMETRO DE PULSO	2,540
	6		7062	CARDIOVERSOR	2,370
	7		7870	ELETROCARDÍOGRAFO	2,310
	8		6349	CARDIOVERSOR	2,200
	9		6463	CARDIOVERSOR	2,200
	10		6563	CAMA HOSPITALAR ELETRÔNICA	2,200
	11		6586	ELETROCARDÍOGRAFO	2,200
	12		6627	OXÍMETRO DE PULSO	2,200
	Total	N	12	12	12
Laboratório	1		6730	MICROSCÓPIO	2,200
	2		6765	CENTRÍFUGA DE BANCADA	2,200
	3		6964	MICROSCÓPIO	2,200
	4		7169	MICROSCÓPIO	2,200
	5		7175	MICROSCÓPIO	2,200
	6		7429	MICROSCÓPIO	2,200
	Total	N	6	6	6
Terapia Intensiva	1		6050	CARDIOVERSOR	2,830
	2		6247	CARDIOVERSOR	2,830
	3		5858	CARDIOVERSOR	2,600
	4		5713	OXÍMETRO DE PULSO	2,540
	5		5746	OXÍMETRO DE PULSO	2,540
	6		6060	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,540
	7		8876	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,540

	8	9110	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,540
	9	8880	BOMBA DE SERINGA	2,520
	10	5586	CARDIOVERSOR	2,460
	11	8292	CARDIOVERSOR	2,370
	12	5792	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,310
	13	5801	ELETROCARDIÓGRAFO	2,310
	14	6218	ELETROCARDIÓGRAFO	2,310
	15	8408	CARDIOVERSOR	2,310
	16	8747	VENTILADOR PULMONAR	2,310
	17	9002	ELETROCARDIÓGRAFO	2,310
	18	8166	BOMBA DE SERINGA	2,290
	19	5756	INCUBADORA NEONATAL DE TRANSPORTE	2,200
	20	5834	BOMBA DE SERINGA	2,200
	21	5871	OXÍMETRO DE PULSO	2,200
	22	5963	ELETROCARDIÓGRAFO	2,200
	23	5966	ELETROCARDIÓGRAFO	2,200
	24	5970	ELETROCARDIÓGRAFO	2,200
	25	6043	OXÍMETRO DE PULSO	2,200
	26	6049	OXÍMETRO DE PULSO	2,200
	27	6079	CARDIOVERSOR	2,200
	28	6146	OXÍMETRO DE PULSO	2,200
	29	6162	VENTILADOR PULMONAR	2,200
	30	6169	CARDIOVERSOR	2,200
	31	6243	OXÍMETRO DE PULSO	2,200
	32	6259	VENTILADOR PULMONAR	2,200
	33	7351	OXÍMETRO DE PULSO	2,200
	34	8671	BOMBA DE SERINGA	2,200
	Total	N	34	34
Terapias Complementares	1	7739	CARDIOVERSOR	2,600
	2	8915	OXÍMETRO DE PULSO	2,540
	3	7349	CARDIOVERSOR	2,460
	4	6651	OXÍMETRO DE PULSO	2,400
	5	8397	OXÍMETRO DE PULSO	2,400
	6	8988	OXÍMETRO DE PULSO	2,400

	7	9027	OXÍMETRO DE PULSO	2,400
	8	8435	ULTRASSOM - APARELHO DE ULTRASONOGRAFIA	2,310
	9	6658	OXÍMETRO DE PULSO	2,200
	10	6670	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,200
	11	8115	OXÍMETRO DE PULSO	2,200
	12	8317	MONITOR MULTIPARÂMETRO	2,200
	Total	N	12	12
Total	N	100	100	100

## ANEXO A – Tipos De Equipamentos do Hospital

<b>Tipos De Equipamentos - Tabela A</b>		
Agitador Com Aquecimento	Chapa Aquecedora	Marcapasso Externo
Agitador De Kline	Chapa De Aquecimento De Lâminas	Mesa Cirúrgica
Agitador De Micro Placas	Cicloergômetro	Micromanipulador
Agitador De Placa Elisa	Citômetro De Fluxo	Microscopia Especular
Agitador De Plaquetas	Coagulador De Argônio	Microscópio
Agitador De Plataforma	Colonoscópio	Microscópio ( Lupa)
Agitador De Tubos	Colposcópio	Microscópio Binocular
Agitador Magnético	Coluna Oftalmologica / Pantografica / De Greens	Microscópio Cirúrgico
Agitador Plataforma Vari Mix	Coluna Pantográfica Oftalmológica	Microscópio Trinocular Com Câmera E Monitor
Agitador Vortex	Compras De Peças De Reposição	Microtomo
Amalgamador	Compressor Odontologico	Microtomo Refrigerado
Amplificador De Campo Livre	Concentrador Compacto De Oxigênio	Módulo Analisador De Gases Anestésicos
Analizador De Aparelho Auditivo	Concentrador De Dna A Vácuo	Módulo Co2
Analizador De Bisturi	Contador De Celulas	Módulo Cpu/Monitor
Analizador De Cardioversor	Contador Geiger	Módulo De Bateria
Analizador De Concentração Co2	Contador Manual	Módulo De Capnografia
Analizador De Concentração De Oxigênio	Cpap	Modulo De Débito Cardíaco
Analizador De Emissões Otoacústicas	Craniótomo	Modulo De Ecg
Analizador De Osmometria	Criocaltério	Módulo De Ecg + Spo2 + Pni
Analizador De Oxigenio	Criostato	Módulo De Ibp
Analizador De Pressão	Crosslinker	Módulo De Oximetria
Analizador De Segurança Elétrica	Cuba Electrophoresis	Módulo De Pni
Analizador De Ventilação Mecânica	Deionizador De Água	Módulo De Pressão Invasiva
Analizador Sanguíneo	Densitometria Óssea	Módulo De Temperatura
Anemômetro Digital	Dermátomo Elétrico	Módulo De Transmissão Neuromuscular (E-Nmt)
Anestesia - Aparelho De Anestesia	Desfibrilador Externo Automático	Modulo Multiparametro
Aparelho De Acuidade Visual	Destilador De Água	Modulo Registrador
Aparelho De Compressão Para Fisioterapia	Detector Fetal	Monitor De Débito Cardíaco
Aparelho De Crosslinking Corneano	Digitalizadora Do Cr	Monitor De Gases
Aparelho De Espirometria	Dispensador	Monitor De Óxido Nítrico
Aparelho De Hemodiálise	Dispensador De Parafina	Monitor De Vídeo
Aparelho De Laserterapia	Duodenoscópio	Monitor De Vídeo Médico-Hospitalar
Aparelho De Pletismografia	Eletrocardiógrafo	Monitor Do Conj. Endoscopia
Aparelho De Profilaxia	Eletroencefalograma	Monitor Multiparâmetro

Aparelho De Raios-X Odontológico	Eletroestimulador	Monitor Multiparâmetro Com Módulo Analisador De Gás
Aparelho De Torniquete	Eletroestimulador Neuromuscular	Motor Portátil
Aparelho De Tosse Mecânica	Eletroneuromiografia	Negatoscópio
Aparelho Urodinâmico	Elevador De Paciente	Neuro Estimulador
Aquecedor De Parafina	Enteroscópio	Nistagmógrafo
Aquecedor De Sangue	Equipamento De Bera	Nobreak
Aquecedor De Tubos	Equipamento De Espirometria	Oftalmoscópio
Arco Cirúrgico	Equipamento De Ressonância Magnética	Oftalmoscópio Binocular Indireto
Aspirador De Fumaça	Equipamento De Tca	Opto Laser De Diodo
Aspirador De Fumaça De Eletrocaltério	Equipo Odontológico	Osmose Reversa Portátil
Aspirador De Secreção	Esfigmomanômetro	Otocalorímetro
Audiômetro	Esfigmomanômetro Coluna Aneróide	Otoscópio
Auto Refrator	Esfigmomanômetro Coluna De Mercúrio	Oxímetro De Pulso
Autoclave De Barreira Horizontal Com Gerador De Vapor	Espectrofotometro	Oxímetro De Pulso (Transporte)
Autoclave Horizontal	Espectrofotômetro - Quantificador Dna/Rna/Proteína	Padronização
Autoclave Por Peroxido De Hidrogênio (Sterrad)	Estabilizador De Tensão	Pcr Systems
Autoclave Vertical	Estação De Tratamento De Água	Phmetro (Medidor De Ph)
Balança	Esteira Ergométrica	Photocoagulador (Laser Verde)
Balança Analítica	Esterilizador Infravermelho	Placa Refrigerada
Balança Antopométrica	Estimulador Otoneurológico	Plataforma Vibratória
Balança Digital	Estufa (Secagem Ou Cultivo)	Polígrafo
Balança Eletrônica	Fibronasolaringoscópio (Nasofibro)	Processador De Tecidos (Autotech)
Balança Pediátrica	Fluorimetro	Processadora De Imagem
Balança Semi Analítica	Foco Cirúrgico - Movel	Processadora De Imagem Para Torre De Videoendoscopia
Balão Endoscópio	Foco Cirúrgico - Teto	Projektor Oftalmologico - Optótipos
Balão Intra-Aórtico	Foco Clínico	Radiômetro
Banho De Parafina	Fonte De Eletroforese	Raios-X Fixo - Aparelho De Raios-X Fixo
Banho Maria Laboratorial	Fonte De Energia	Raios-X Móvel - Aparelho De Raios-X Móvel
Banho Seco Digital	Fonte De Luz	Raios-X Telecomandado - Aparelho De Raios-X Telecomandado
Base Bomba De Seringa	Fonte De Luz Ultra Violeta	Refrator De Greens
Berço Aquecido	Forno De Hibridização	Reprocessadora Automática De Dialisadores
Bicicleta Ergométrica	Fotóforo	Retinoscópio
Bioimpedanciómetro	Fotopolimerizador	Secadora De Traqueias
Bisturi Eletrônico	Fototerapia	Seladora

Bisturi Ultrassonico	Fototerapia Led	Sequenciador Genético
Blender	Fribonasolaringoscópio	Serra Elétrica Para Gesso
Bloco Térmico	Gama Câmara	Serra Para Autopsia
Bomba De Agua	Gastroscópio	Simulador De Ecg
Bomba De Artroscopia (Artrobomba)	Gerador De Ondas De Choque	Simulador De Oximetria
Bomba De Infusão	Gerador De Ozônio	Simulador De Pni / Pi / Ecg
Bomba De Seringa	Gerador De Pulsos Elétricos	Sistema De Aquecimento Por Convecção
Bomba De Vácuo	Glicosímetro	Sistema De Potencias Evocados Auditivos De Tronco (Bera)
Bomba Extratora De Leite	Gravador De Vídeo Do Conj. Endoscopia	Sonda De Manometria
Bomba Injetora	Guindaste De Elevação De Paciente	Tens-Fes Htm Clínico 4 Canais
Broncoscópio	Holter	Termociclador
Cabine Audiométrica	Homogeneizador	Termodesinfectora
Cabine De Exaustão De Gases	Homogeneizador De Bolsas De Sangue	Thermopulsador De Ondas Curtas
Cabine De Segurança Biológica	Impendanciômetro	Tomógrafo De Coerência Optica
Cabine Uv	Impressora Do Conj. Broncoscopia	Tomógrafo De Córnea
Cabo De Fibronasolaringoscopia	Impressora Do Cr	Tonômetro De Aplanção
Cadeira Odontológica	Incubadora	Tonometro De Perkins
Cadeira Oftalmológica	Incubadora De Co2	Topógrafo De Córnea
Cadeira Para Exames	Incubadora De Teste Biológico	Transdutor Para Ultrassonografia
Calibrador De Dose De Irradiação	Incubadora Laboratorial	Transferidor De Membrana
Calorímetro	Incubadora Microbiologica	Transiluminador
Cama Eletrônica Para Parto	Incubadora Neonatal	Turbilhão Para Fisioterapia
Cama Hospitalar Eletrônica	Incubadora Neonatal De Transporte	Ultrassom - Aparelho De Ultrasonografia
Cama Hospitalar Mecânica	Insuflador	Ultrassom Do Conj. Endoscopia
Cama Hospitalar Para Obeso	Intensificador	Ultrassom Fisioterápico
Câmara De Conservação	Irrigador/Aspirador Para Endoscopia	Ultrassom Oftalmológico (Ecógrafo)
Câmara De Conservação De Vacina	Kit Acadêmico	Umidificador De Ar
Câmera	Lâmpada De Fenda	Unidade De Terapia Por Hipetermia
Câmera Amplificadora De Imagem	Lâmpada De Fenda Com Yag Laser	Unitarizador De Medicamentos
Câmera Audiométrica	Lavadora De Elisa	Vectroeletronistagmografia (Teste De Vestibular)
Câmera De Vídeo Para Lâmpada De Fenda	Lavadora Ultrassônica	Ventilador Pulmonar
Camera Moticam	Leitora De Elisa	Ventilador Pulmonar (Protótipo)
Campímetro	Leitora De Micro Placas	Ventilador Pulmonar De Alta Frequência

Capela De Exaustão De Gases	Lensometro	Ventilador Pulmonar De Transporte
Capela De Fluxo Laminar	Litotritor Intracorporeo Pneumatico	Ventilador Pulmonar Manual Em T
Capela De Fluxo Unidirecional	Maca De Tilt	Ventilador Pulmonar Não Invasivo (Bipap)
Capela De Luz Uv	Maca De Transporte	Video Broncoscopio
Cardiotocógrafo	Mamógrafo Analógico	Video Endoscopia
Cardioversor	Mamógrafo Digital	Vídeo Printer
Centrífuga De Bancada	Máquina De Gelo	Videogastroscoپی Duplo Canal
Centrífuga Refrigerada De Bancada	Maquina De Tosse	Videolaringoscópio
Ceratômetro	Marcador De Tempo	Videoprocessador Do Conj. Endoscopia

## ANEXO B – Tipos de Equipamentos selecionados como amostra

<b>Tipos De Equipamentos Após Exclusão - Tabela B</b>		
Agitador De Plaquetas	Dermátomo Elétrico	Monitor De Gases
Agitador De Tubos	Desfibrilador Externo Automático	Monitor De Óxido Nítrico
Analizador De Emissões Otoacústicas	Detector Fetal	Monitor De Vídeo
Analizador De Osmometria	Digitalizadora Do Cr	Monitor De Vídeo Médico-Hospitalar
Anestesia - Aparelho De Anestesia	Dispensador De Parafina	Monitor Do Conj. Endoscopia
Aparelho De Crosslinking Corneano	Duodenoscópio	Monitor Multiparâmetro
Aparelho De Hemodiálise	Eletrocardiógrafo	Monitor Multiparâmetro Com Módulo Analisador De Gás
Aparelho De Laserterapia	Eletroencefalograma	Osmostose Reversa Portátil
Aparelho De Profilaxia	Eletroestimulador Neuromuscular	Otocalorímetro
Aparelho De Raios-X Odontológico	Eletroneuromiografia	Oxímetro De Pulso
Aparelho De Torniquete	Enteroscópio	Oxímetro De Pulso (Transporte)
Aparelho De Tosse Mecânica	Equipamento De Espirometria	Phmetro (Medidor De Ph)
Aquecedor De Parafina	Equipamento De Hemodinâmica	Photocoagulador (Laser Verde)
Aquecedor De Sangue	Equipamento De Ressonância Magnética	Placa Refrigerada
Aquecedor De Tubos	Equipo Odontológico	Podoscópio
Arco Cirúrgico	Espectrofotometro	Polígrafo
Aspirador De Secreção	Esteira Ergométrica	Processador De Tecidos (Autotech)
Audiômetro	Esterilizador Infravermelho	Projeter Oftalmológico - Optótipos
Auto Refrator	Estufa (Secagem Ou Cultivo)	Purificador - Sistema De Purificação De Água
Autoclave De Barreira Horizontal Com Gerador De Vapor	Fibronasolaringoscópio (Nasofibro)	Raios-X Fixo - Aparelho De Raios-X Fixo
Autoclave Horizontal	Foco Cirúrgico - Movei	Raios-X Móvel - Aparelho De Raios-X Móvel
Autoclave Por Peroxido De Hidrogênio (Sterrad)	Foco Cirúrgico - Teto	Raios-X Telecomandado - Aparelho De Raios-X Telecomandado
Autoclave Vertical	Fonte De Luz	Refrator De Greens
Balão Intra-Aórtico	Fototerapia Led	Reprocessadora Automática De Dialisadores
Banho Maria Laboratorial	Fibronasolaringoscópio	Retinoscópio
Berço Aquecido	Gama Câmara	Secadora De Traqueias
Bisturi Eletrônico	Gastroscópio	Seladora
Bomba De Seringa	Gravador De Vídeo Do Conj. Endoscopia	Serra Elétrica Para Gesso
Bomba Extratora De Leite	Holter	Serra Para Autopsia
Bomba Injetora	Impendanciômetro	Sistema De Potencias Evocados Auditivos De Tronco (Bera)

Broncoscópico	Incubadora Neonatal	Sonda De Manometria
Cabine Audiométrica	Incubadora Neonatal De Transporte	Tomógrafo Computadorizado
Cabine De Segurança Biológica	Insuflador	Tomógrafo De Coerência Óptica
Cama Eletrônica Para Parto	Kit Acadêmico	Tomógrafo De Córnea
Cama Hospitalar Eletrônica	Lâmpada De Fenda	Tonômetro De Aplanção
Cama Hospitalar Mecânica	Lâmpada De Fenda Com Yag Laser	Topógrafo De Córnea
Cama Hospitalar Para Obeso	Lavadora Ultrassônica	Turbilhão Para Fisioterapia
Campímetro	Lensometro	Ultrassom - Aparelho De Ultrasonografia
Capela De Fluxo Laminar	Litotritor Intracorporeo Pneumatico	Ultrassom Do Conj. Endoscopia
Cardiotocógrafo	Maca De Tilt	Ultrassom Fisioterápico
Cardioversor	Maca De Transporte	Ultrassom Oftalmológico (Ecógrafo)
Centrífuga De Bancada	Mamógrafo Digital	Unidade De Terapia Por Hipertermia
Centrífuga Refrigerada De Bancada	Máquina De Gelo	Unitarizador De Medicamentos
Ceratômetro	Marcapasso Externo	Vectroeletronistagmografia (Teste De Vestibular)
Chapa Aquecedora	Medidor De Ictericia - Bilirrubinômetro	Ventilador Pulmonar
Chapa De Aquecimento De Lâminas	Mesa Cirúrgica	Ventilador Pulmonar De Alta Frequência
Citômetro De Fluxo	Micromanipulador	Ventilador Pulmonar De Transporte
Coagulador De Argônio	Microscópio	Ventilador Pulmonar Manual Em T
Colonoscópio	Microscópio ( Lupa)	Ventilador Pulmonar Não Invasivo (Bipap)
Colposcópico	Microscópio Binocular	VideogastroscoPIO Duplo Canal
Coluna Oftamologica / Pantografica / De Greens	Microscópio Cirúrgico	Videolaringoscópio
Coluna Pantográfica Oftalmológica	Microscópio Trinocular Com Câmera E Monitor	Videoprocessador Do Conj. Endoscopia
Compressor Odontológico	Microtomo	
Densitometria Óssea	Monitor De Débito Cardíaco	

## ANEXO C – Termo de Compromisso de Utilização de Dados

### Termo de Compromisso de Utilização de Dados (TCUD)

#### 1. Identificação dos membros do grupo de pesquisa

Nome completo (sem abreviação)	RG	Assinatura
Alexandre Peixoto Maia	MG-11313286	

#### 2. Identificação da pesquisa

a) Título do Projeto:

Ferramenta multicritério para avaliação diagnóstica: melhorando a gestão dos equipamentos médico-assistenciais de um hospital universitário situado em Minas Gerais

b) Departamento/Faculdade/Curso:

Hospital das Clínicas da UFMG

c) Pesquisador Responsável:

Alexandre Peixoto Maia

#### 3. Descrição dos Dados

São dados a serem coletados somente após aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerais (CEP-UFMG) e do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC-UFMG): informações sobre os equipamentos médico-assistenciais do hospital registrados no período de: outubro de 2018 a outubro de 2020.

Os dados obtidos na pesquisa somente serão utilizados para o projeto vinculado. Para dúvidas de aspecto ético, pode ser contactado o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (CEP/UFMG): Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901 Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005 Telefone: (031) 3409-4592 - E-mail: coep@prpq.ufmg.br .

#### 4. Declaração do pesquisador

O pesquisador envolvido no projeto se compromete a manter a confidencialidade sobre os dados coletados nos arquivos do sistema de gestão de equipamentos do Setor de Engenharia Clínica (Arkmeds), bem como a privacidade de seus conteúdos, como preconizam a Resolução 466/12, e suas complementares, do Conselho Nacional de Saúde.

Declaramos entender que a integridade das informações e a garantia da confidencialidade dos dados e a privacidade dos indivíduos que terão suas informações acessadas estão sob nossa responsabilidade. Também declaramos que não repassaremos os dados coletados ou o banco de dados em sua íntegra, ou parte dele, a pessoas não envolvidas na equipe da pesquisa.

Os dados obtidos na pesquisa somente serão utilizados para este projeto. Todo e qualquer outro uso que venha a ser planejado, será objeto de novo projeto de pesquisa, que será submetido à apreciação do CEP UFMG.

- Devido à impossibilidade de obtenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de todos os sujeitos, assinaremos esse Termo de Consentimento de Uso de Banco de Dados, para a salvaguarda dos direitos dos participantes.

Belo Horizonte, 05/11/2020.

Nome completo (sem abreviação)	Assinatura
Alexandre Peixoto Maia	

### 5. Autorização da Instituição

Declaramos para os devidos fins, que cederemos ao pesquisador apresentado neste termo, o acesso aos dados solicitados para serem utilizados nesta pesquisa.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do pesquisador aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se o mesmo a utilizar os dados dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Belo Horizonte, 5/11/2020

*Fabiana*

Prof.ª Fabiana Maria Kokehasi  
 Gerente de Ensino - Proctoria  
 Mac. 219730 - Cx. 30789  
 Pr. SEI 342 - 30004-19  
 HCPA

Nome legível/assinatura e carimbo do responsável pela anuência da Instituição

## ANEXO D – Parecer do Departamento de Gestão em Saúde

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE ENFERMAGEM  
DEPARTAMENTO DE GESTÃO EM SAÚDE

PARECER Nº 52/2020-GES

**TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:** Ferramenta multicritério para avaliação diagnóstica: melhorando a gestão dos equipamentos médico-assistenciais de um hospital universitário situado em Minas Gerais.

**INTERESSADOS:** Profª Drª Fátima Ferreira Roquete, Profª Drª Mery Natali da Silva Abreu e Mestrando Alexandre Peixoto Maia.

**RELATORA:** Profª Drª Karla Rona da Silva.

**HISTÓRICO:** Recebi da Secretaria do GES no dia 04 de novembro de 2020, o Projeto de Pesquisa supracitado, enquanto membro do Departamento de Gestão em Saúde (GES), para análise e emissão de parecer. O projeto de pesquisa apresenta-se estruturado, explicitando a justificativa, objetivos e método do estudo.

**MÉRITO:** Trata-se de um Projeto de Pesquisa que tem por objetivo geral “avaliar o nível de obsolescência dos equipamentos médico-assistenciais de um hospital público universitário situado em Minas Gerais”. Os objetivos específicos são: “i) Estabelecer quais critérios serão utilizados na elaboração da ferramenta multicritério de avaliação do nível de obsolescência dos equipamentos médico-assistenciais do hospital; ii) Desenvolver uma ferramenta multicritério de avaliação do nível de obsolescência de equipamentos médico-assistenciais hospitalares; iii) Elaborar um relatório que indicará o nível de obsolescência dos equipamentos médico-assistenciais do hospital, cenário do estudo.” A introdução e o referencial teórico apresentados contribuem para a compreensão e importância do objeto de investigação e do desenvolvimento da pesquisa. Cabe mencionar que os proponentes descrevem que a questão de pesquisa a ser respondida pelo estudo é: “como avaliar o nível de obsolescência do parque tecnológico de equipamentos médicos-assistenciais em um 7 hospital universitário?” Afirmando ainda que, pretendem “desenvolver uma ferramenta multicritério com parâmetros, pesos e regras de valoração que permitam analisar estatisticamente o nível de obsolescência do parque tecnológico do hospital, cenário do estudo”. No que tange a justificativa vale destacar que os proponentes afirmam que “ferramentas gerenciais são fundamentais para

tomada de decisões de investimentos de forma mais assertiva, garantindo assim boa saúde financeira da instituição e atualização tecnológica necessária para cumprir seu papel social". Os pesquisadores descrevem que os resultados do presente estudo poderão contribuir para o serviço de saúde investigado, e do ponto de vista acadêmico tem o potencial de ampliar as "discussões em torno dos critérios e pesos a serem utilizados numa ferramenta multicritério para a finalidade de avaliação de equipamentos médicos-assistenciais". A proposta metodológica apresentada descreve que o estudo será realizado duas etapas, a saber: 1ª - será realizada uma revisão integrativa para selecionar quais critérios serão considerados para construção da ferramenta multicritério. 2ª - a ferramenta propriamente dita será aplicada no parque tecnológico do hospital para que o nível de obsolescência de cada equipamento seja conhecido. Os pesquisadores detalham que a "coleta de dados será realizada de forma documental indireta no sistema de gerenciamento de equipamentos disponíveis no hospital universitário," tendo por instrumento a própria ferramenta multicritério desenvolvida. As análises serão de abordagem quantitativa e os dados analisados com auxílio do sistema informatizado *IBM SPSS Statistics Base* versão 22. Os critérios de inclusão serão: equipamentos de propriedade do hospital e que se encontram ativos e em uso na Instituição. Os critérios de exclusão serão: os equipamentos locados pelo hospital, os cedidos em regime de comodato e os que estão fora de uso. Os proponentes afirmam ainda que, o estudo será submetido aos Comitês de Ética envolvidos, e apresentam o Termo de Compromisso de Utilização de Dados e o parecer de concordância do serviço. O cronograma da pesquisa e a planilha orçamentária (destacando que os custos da pesquisa são de sua responsabilidade) foram apresentados. A proposta de pesquisa e o percurso metodológico atendem aos objetivos apresentados. Acresce a isso, a capacitação dos pesquisadores, para realizar a investigação proposta.

**CONCLUSÃO:** Pelo exposto, sou S.M.J. dos membros da Assembléia Departamental do GES, de parecer favorável à aprovação do Projeto.

Belo Horizonte, 10 de novembro de 2020.

*Karla Rona da Silva*

---

Profª. Drª. Karla Rona da Silva

Aprovado em ad referendum em 10 / 11 / 20

*Zocatto*

Profª Drª Keli Bahia Felicissimo Zocatto  
Chefe do Depto. de Gestão em Saúde  
Escola de Enfermagem UFMG