

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB  
CAMPUS GAMA – FGA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

**EQUIPES DE ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL:  
UMA ANÁLISE DO PERFIL SOB A PERSPECTIVA DOS ENGENHEIROS QUE ATUAM NA ÁREA**

**JONATHAN MARTINICHEN**

ORIENTADORA: DRA. MARÍLIA MIRANDA FORTE GOMES



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB

FACULDADE UNB GAMA – FGA



**EQUIPES DE ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL:  
UMA ANÁLISE DO PERFIL SOB A PERSPECTIVA DOS ENGENHEIROS QUE ATUAM NA  
ÁREA**

**JONATHAN MARTINICHEN**

ORIENTADORA: DRA. MARÍLIA MIRANDA FORTE GOMES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM  
ENGENHARIA BIOMÉDICA

PUBLICAÇÃO: 161A/2023  
BRASÍLIA/DF, ABRIL DE 2023

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB  
FACULDADE UNB GAMA - FGA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

**EQUIPES DE ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL:  
UMA ANÁLISE DO PERFIL SOB A PERSPECTIVA DOS ENGENHEIROS QUE ATUAM NA  
ÁREA**

JONATHAN MARTINICHEN

DISSERTAÇÃO DE Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica

APROVADA POR:

---

DRA. MARÍLIA MIRANDA FORTE GOMES  
(ORIENTADORA)

---

DR. RONNI GERALDO GOMES DE AMORIM  
(EXAMINADOR INTERNO)

---

DR. RAFAEL FONTES SOUTO  
(EXAMINADOR EXTERNO)

**BRASÍLIA/DF, ABRIL DE 2023**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

MARTINICHEN, JONATHAN

Equipes de Engenharia Clínica no Brasil: Uma Análise do Perfil sob a Perspectiva dos Engenheiros que Atuam na Área.

[Distrito Federal], 2023.

66p., 210 x 297 mm (FGA/UnB Gama, Mestrado em Engenharia Biomédica, 2023).

Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica, Faculdade UnB Gama, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. Engenharia Clínica | 2. Indicadores de Serviço |
| 3. Manutenção         |                           |

I. FGA UnB	II. Título (série)
------------	--------------------

**REFERÊNCIA**

Martinichen, Jonathan (2023). Equipes de Engenharia Clínica no Brasil: Uma Análise do Perfil sob a Perspectiva dos Engenheiros que Atuam na Área. Dissertação de mestrado em Engenharia Biomédica, Publicação 161A/2023, Programa de Pós-Graduação, Faculdade UnB Gama, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 66p.

**CESSÃO DE DIREITOS**

Autor: Jonathan Martinichen

Título: Equipes de Engenharia Clínica no Brasil: Uma Análise do Perfil sob a Perspectiva dos Engenheiros que Atuam na Área

Grau: Mestre

Ano: 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender essas cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

eng.martinichen@gmail.com

Brasília, DF – Brasil

*“Na realidade, a vida não é tão injusta. Em cada prova  
que Deus nos coloca há uma oportunidade”*

São Giuseppe Moscati, copadroeiro da medicina

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer a Cristo pelas graças que derrama sobre minha vida, que inclui as virtudes da paciência, da persistência e da temperança, essenciais para desenvolver este estudo. Agradeço a minha esposa Rebeca, por ter me apoiado desde a minha inscrição no programa de mestrado, por ter cuidado dos nossos filhos enquanto eu participava das aulas remotas e por seu amor, paciência e docilidade comigo. Agradeço também a meus pais Idalina e Levi (*in memoriam*), por terem me dado a vida e todos os meios para eu crescer em tamanho, sabedoria e graça. Também agradeço a minha sogra Denise, por ser uma mãe aqui em Brasília, pelo carinho e por toda ajuda no campo acadêmico. Por fim, agradeço a minha orientadora Marília que, desde nossa primeira reunião, já auxiliou na definição do caminho que tornaria este estudo exequível e chegasse nos objetivos que eu planejava.

## RESUMO

Os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), de modo a garantir a qualidade e segurança na utilização dos Equipamentos Médico-Hospitalares (EMH), assim como reduzir os custos de aquisição e manutenção, devem possuir uma equipe de Engenharia Clínica (EC), seja ela própria, terceirizada ou mista. Essa equipe é responsável por elaborar e executar planos de aquisição, manutenção e desfazimento de EMH e, como em outras áreas regidas pela gestão da qualidade, possui indicadores característicos, os quais podem variar de acordo com as características do EAS e de suas equipes de EC, e que permitem monitorar a eficiência, eficácia e efetividade dos serviços executados. Este estudo tem por objetivo apresentar o perfil das equipes de EC e analisar como alguns indicadores de desempenho se relacionam com a composição dos setores de EC e as características dos EAS. No que diz respeito às ferramentas metodológicas, foram enviados questionários para engenheiros clínicos de todas as unidades da Federação, pertencentes a um grupo do WhatsApp chamado "Engenharia Clínica Brasil". O questionário reúne informações sobre a formação dos engenheiros, as características dos estabelecimentos de saúde, o perfil das equipes de engenharia clínica, bem como indicadores de qualidade relacionados com as atividades de manutenção. Os resultados sugerem que a composição das equipes de engenharia clínica e as características das instituições de saúde podem ter um impacto significativo na eficácia e eficiência das atividades de manutenção. Portanto, é crucial que os EAS monitorem o desempenho de suas equipes de EC e tomem as medidas necessárias para garantir a qualidade e segurança dos EMH, e possibilitam a redução dos custos de aquisição e manutenção.

**Palavras-chave:** engenharia clínica, indicadores de serviço, manutenção.

## **ABSTRACT**

Healthcare Establishments (HE), in order to guarantee the quality and safety of Medical/Hospital Equipment (MHE), as well as reduce acquisition and maintenance costs, must have their own, outsourced or mixed Clinical Engineering (CE) team. This team is responsible for preparing and executing plans for the acquisition and execution of MHE and, as in other areas governed by quality in management, the results may vary according to each HE and its CE maintenance teams, enabling to monitor the efficiency and effectiveness of provided services. This study aims to present the profile of CE teams and analyze how performance indicators relate to the composition of CE sectors and the characteristics of HE. As far as methodological tools are concerned, questionnaires were sent to clinical engineers in all units of the Federation, belonging to a WhatsApp group called “Engenharia Clínica Brasil”. The questionnaire gathers information about the engineers' education, the characteristics of the EAS, the profile of the EC teams, as well as quality indicators related to maintenance activities. The findings suggest that the composition of CE teams and the characteristics of HE may have a significant impact on the effectiveness and efficiency of maintenance activities. Therefore, it is crucial for HE to monitor the performance of their CE teams and take necessary actions to ensure the quality and safety of medical equipment, while minimizing acquisition and maintenance costs.

**Keywords:** clinical engineering, service indicators, maintenance.



# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	Objetivos.....	2
1.1.1	Objetivo Geral .....	2
1.1.2	Objetivo Específicos.....	2
1.2	Justificativas .....	3
1.3	Organização da Dissertação.....	3
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>5</b>
2.1	A Engenharia Clínica .....	6
2.2	Principais Atividades Desempenhadas .....	7
2.2.1	Especificação e aquisição .....	9
2.2.2	Instalação e treinamento .....	9
2.2.3	Manutenção e gestão de contratos.....	10
2.2.4	Substituição e obsolescência .....	11
2.3.1	Manutenção corretiva sob demanda .....	11
2.3.2	Contrato com fabricante ou representante .....	11
2.3.3	Equipe de Engenharia Clínica terceirizada .....	12
2.3.4	Equipe de Engenharia Clínica própria.....	12
2.3.5	Equipe de Engenharia Clínica mista .....	12
2.4	Indicadores de Desempenho da Manutenção .....	13
2.4.1	Indicadores de tempo.....	13
2.4.2	Indicadores de custo .....	14
2.4.3	Indicadores de qualidade .....	14
<b>3</b>	<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>15</b>
3.1	Aspecto Ético-Legal.....	15
3.2	Caracterização da Pesquisa.....	16
3.3	Definição de indicadores de desempenho.....	16
3.3.1	Tempo Médio para Reparo .....	17
3.3.2	Taxa mensal média de manutenções preventivas realizadas / manutenções preventivas planejadas.....	17
3.3.3	Taxa mensal média de calibrações realizadas / calibrações planejadas.....	18
3.3.4	Taxa mensal média de disponibilidade do parque tecnológico .....	18
3.3.5	Valor mensal médio gasto pelo EAS com MC .....	19
3.3.6	Taxa mensal média de manutenções realizadas internamente pela equipe .....	20
3.4	Ferramenta de coleta de dados.....	20
3.5	Considerações acerca da amostra .....	25
3.6	Consolidação de dados .....	25

<b>4</b>	<b>ANÁLISE E RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
4.1	Formação e local de atuação.....	27
4.2	Perfil do EAS.....	31
4.3	Perfil das equipes de EC.....	34
4.3.1	Setor de EC Próprio ou Terceirizado.....	35
4.3.2	Setor de EC misto.....	37
4.4	Indicadores de desempenho.....	39
4.4.1	Indicador de tempo médio para reparo.....	39
4.4.2	Indicador de taxa de manutenções preventivas realizadas.....	41
4.4.3	Indicador de taxa de calibrações realizadas.....	44
4.4.4	Indicador de taxa de disponibilidade do parque tecnológico.....	45
4.4.5	Indicador de valor mensal gasto com MC.....	46
4.4.6	Indicador de taxa de manutenção realizada internamente pela equipe de EC.....	48
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>51</b>
5.1	Trabalhos futuros.....	52
	<b>LISTA DE REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>
	<b>APÊNDICE A – FORMULÁRIO PESQUISA EQUIPES DE ENGENHARIA CLÍNICA.....</b>	<b>55</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 4.1.</b> Quantitativo de respondentes em cada faixa do indicador de tempo médio para reparo de equipes de EC próprias de acordo com o quantitativo de técnicos. ....	40
<b>Tabela 4.2.</b> Quantitativo de respondentes em cada faixa do indicador de tempo médio para reparo de equipes de EC terceirizadas de acordo com o quantitativo de técnicos. ....	41
<b>Tabela 4.3.</b> Quantitativo de respondentes em cada faixa do indicador de manutenções preventivas realizadas de equipes de EC próprias de acordo com o quantitativo de técnicos. ....	42
<b>Tabela 4.4.</b> Quantitativo de respondentes em cada faixa do indicador de manutenções preventivas realizadas de equipes de EC terceirizadas de acordo com o quantitativo de técnicos. ....	43

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 3.1.</b> Pesquisas com temática semelhante.....	21
<b>Quadro 3.2.</b> Descrição do questionário.....	22

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Ciclo de vida de EMH .....	9
<b>Figura 4.1.</b> Nível de formação acadêmica.....	27
<b>Figura 4.2.</b> Curso de graduação.....	28
<b>Figura 4.3.</b> Engenheiros que possuem mestrado/doutorado em Engenharia Biomédica ...	28
<b>Figura 4.4.</b> UF de atuação dos engenheiros clínicos. ....	29
<b>Figura 4.5.</b> Atuação como gestor do setor de EC do EAS .....	30
<b>Figura 4.6.</b> Vínculo dos engenheiros clínicos com os EAS. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.....	31
<b>Figura 4.7.</b> Tipo do EAS. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.....	32
<b>Figura 4.8.</b> Quantidade de leitos do EAS. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.....	32
<b>Figura 4.9.</b> Tamanho do parque tecnológico do EAS. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos. ....	33
<b>Figura 4.10.</b> Quantidade de leitos e tamanho do parque do EAS. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.....	33
<b>Figura 4.11.</b> Ações que os engenheiros clínicos tem autonomia. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.....	34
<b>Figura 4.12.</b> Utilização de software de gestão para o setor de EC. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos. ....	35
<b>Figura 4.13.</b> Tipo do Setor de EC.....	35
<b>Figura 4.14.</b> Serviços executados de acordo com o tipo de pessoal.....	36
<b>Figura 4.15.</b> Tamanho da equipe de acordo com o tipo de pessoal.....	37
<b>Figura 4.16.</b> Setor de EC Misto - Serviços executados de acordo com o tipo de pessoal..	38
<b>Figura 4.17.</b> Setor de EC Misto - Serviços executados de acordo com o tipo de pessoal..	39
<b>Figura 4.18.</b> Tempo médio para reparo por tipo de equipe de EC.....	40
<b>Figura 4.19.</b> Taxa mensal de manutenções preventivas realizadas/planejadas por tipo de equipe de EC .....	42
<b>Figura 4.20.</b> Taxa mensal de calibrações realizadas/planejadas por tipo de equipe de EC	44
<b>Figura 4.21.</b> Taxa mensal de disponibilidade do parque tecnológico por tipo de equipe de EC.....	46
<b>Figura 4.22.</b> Valor mensal gasto com manutenção corretiva X Taxa de manutenções preventivas realizadas.....	47
<b>Figura 4.23.</b> Atuação como gestor do setor de EC do EAS .....	48
<b>Figura 4.24.</b> Taxa de manutenção realizada internamente pela equipe de EC .....	49
<b>Figura 4.25.</b> Taxa de manutenção realizada internamente pelo setor de EC por tipo de equipe .....	50

## LISTA DE NOMENCLATURAS E ABREVIações

<b>ABECLIN</b>	Associação Brasileira de Engenharia Clínica
<b>ANVISA</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>CEP</b>	Comitê de Ética em Pesquisa
<b>CNS</b>	Comissão do Conselho Nacional de Saúde
<b>CONEP</b>	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
<b>CONFEA</b>	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
<b>CREA</b>	Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia
<b>EAS</b>	Estabelecimento Assistencial de Saúde
<b>EC</b>	Engenharia Clínica
<b>EMH</b>	Equipamento Médico-Hospitalar
<b>OS</b>	Organização Social
<b>PPGEB</b>	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica
<b>RDC</b>	Resolução de Diretoria Colegiada
<b>SUS</b>	Sistema Único de Saúde
<b>UF</b>	Unidades da Federação

# 1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento de tecnologias em saúde utilizadas na prestação de serviços em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) é estabelecido por legislações específicas dos órgãos sanitários e visam garantir a rastreabilidade, qualidade, eficácia, efetividade, segurança e desempenho, desde a aquisição até o seu desfazimento, incluindo o planejamento de recursos e o treinamento dos profissionais envolvidos (ANVISA, 2021).

Dentre as tecnologias em saúde, temos os equipamentos médico-hospitalares (EMH), que incluem desde os utilizados para terapia e diagnóstico de pacientes, como ventiladores pulmonares e tomografias computadorizadas, até aqueles utilizados no apoio técnico, como esterilizadores a vapor e câmaras de conservação de vacinas (BRASIL, 2021).

Em consonância com a Resolução de Diretoria colegiada (RDC) nº 509, de 27 de maio de 2021, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estes EMH devem ser gerenciados por profissional habilitado, com nível de escolaridade superior e registro ativo junto ao seu conselho de classe (ANVISA, 2021).

O profissional que possui a formação e atribuições técnicas para exercer a gestão de EMH é o Engenheiro Clínico que “é o profissional que aplica as técnicas da engenharia no gerenciamento dos equipamentos de saúde com o objetivo de garantir a rastreabilidade, usabilidade, qualidade, eficácia, efetividade, segurança e desempenho destes equipamentos, no intuito de promover a segurança dos pacientes” (ABECLIN, 2022).

Dentre as atividades desempenhadas pelos Engenheiros Clínicos dentro dos EAS, incluem-se a supervisão e gestão de recursos financeiros do departamento de Engenharia Clínica, a avaliação e planejamento da aquisição, a supervisão das calibrações, manutenções preventivas e corretivas, a gestão de indicadores de desempenho de serviços técnicos e controle de inventário de EMH (BRASIL, 2002).

Os setores de engenharia clínica (EC) dos EAS podem possuir diferentes composições no que se refere aos recursos humanos. Podem ser compostos por colaboradores da própria instituição para a gestão e execução dos serviços de manutenção. Há também a possibilidade de terceirização (*outsourcing*) deste setor, em que uma empresa é contratada fornecendo mão de obra especializada *in loco* para a realização de todos os processos, desde a gestão até a realização das intervenções nos EMH. Há, ainda, a possibilidade de uma combinação dessas

duas modalidades, tendo um engenheiro clínico da própria instituição, responsável pela gestão do parque tecnológico, e uma empresa contratada para a realização das manutenções (SOUZA, 2021).

Essas diferentes composições dos setores de EC podem resultar em diferentes resultados, sejam eles relacionados ao desempenho ou aos recursos financeiros utilizados. Os principais fatores que influenciam esses resultados podem ter relação com o perfil dos profissionais, mas sobretudo com as características dos próprios EAS (SOUZA, 2021).

Para análise desses resultados, as características dos EAS e indicadores de serviço dos setores de EC devem ser verificados, possibilitando, assim, uma melhor compreensão em termos numéricos daquilo que vai se observar (DAROLD, 2021).

Dentre os principais indicadores utilizados para este tipo de análise do desempenho dos serviços de manutenção, destacam-se os custos da manutenção corretiva (MC) e da manutenção preventiva (MP) e as taxas de manutenções executadas em relação às que foram planejadas e da disponibilidade geral do parque tecnológico dos EAS (DAROLD, 2021).

Desse modo, conhecer a relação entre os perfis dos profissionais de engenharia clínica e dos EAS em que atuam e os indicadores de desempenho da manutenção, podem fornecer subsídios importantes de modo que os setores de engenharia clínica já existentes e aqueles que ainda serão implantados, sejam compatíveis com as características dos hospitais.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Conhecer e analisar o perfil das equipes de engenharia clínica de diversos EAS brasileiros, sob a perspectiva dos engenheiros clínicos, contribuindo para a compreensão do impacto da composição das equipes nos indicadores de desempenho da manutenção.

### **1.1.2 Objetivo Específicos**

- Conhecer os principais indicadores de desempenho de manutenção presentes na bibliografia.
- Levantar informações sobre aspectos profissionais, institucionais e de desempenho de manutenção, de engenheiros clínicos brasileiros e dos EAS em que atuam.
- Comparar os indicadores de desempenho de manutenção dos diferentes perfis de EAS levantados de acordo com a composição das equipes de engenharia clínica.



## **1.2 JUSTIFICATIVAS**

Com os avanços tecnológicos no âmbito da saúde, a maioria dos EAS, sejam eles públicos ou privados; de baixa, média ou alta complexidade; e com parques tecnológicos de diferentes tamanhos, possuem serviços de EC.

Estes serviços de EC incluem a gestão e a execução de manutenções corretivas e preventivas, bem como o planejamento, aquisição e obsolescência de EMH. Estes processos visam garantir um uso seguro e eficaz dos EMH e promover um melhor aproveitamento de recursos.

As equipes de EC dos EAS podem ter diversos perfis, podendo ser uma empresa terceirizada a realizar todos os processos, desde a gestão até a execução; uma equipe implantada composta por colaboradores da própria instituição; e, ainda, ser uma combinação das duas anteriores.

Estes perfis podem apresentar resultados muito diversos, sejam eles financeiros ou aqueles relacionados aos indicadores de desempenho do serviço.

Diante deste cenário, torna-se importante analisar, sob a perspectiva dos próprios engenheiros clínicos, quais os aspectos influenciam na obtenção de resultados das equipes de EC, sejam elas próprias ou terceirizadas, e como se comportam em diferentes tipos de EAS.

## **1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

A dissertação está organizada em seções como segue:

1 – Introdução.

2 - Fundamentação Teórica - nessa seção estarão abordados os conceitos pertinentes à dissertação com base na literatura especializada e trabalhos científicos.

3 – Aspectos Metodológicos – apresentação dos métodos de pesquisas utilizados para a elaboração da dissertação, como a análise exploratória dos dados secundários e uma breve descrição deles.

4 – Análise e Resultados– seção onde serão apresentadas as análises, discussões e os resultados obtidos da tabulação das respostas do questionário aplicado, bem como algumas considerações sobre o trabalho realizado e pesquisas semelhantes.

5 – Conclusão - onde estarão descritos os pontos de maior importância envolvendo o tema desta dissertação, sugestão de trabalhos futuros que poderão ser desenvolvidos a partir das constatações e ideias relatadas e apresentação das conclusões.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os aspectos teóricos pertinentes a este estudo, visando uma maior compreensão dos conceitos que serão abordados.

Há diversos estudos que tratam sobre a atuação da engenharia clínica em EAS e também sobre a análise de indicadores nessa área. A fundamentação teórica deste estudo, focado no âmbito nacional, foi baseada em livros, trabalhos acadêmicos, monografias, teses e artigos, tendo como principal fonte de pesquisa: A Scientific Eletronic Library Online - SCIELO e repositórios de Faculdades e Universidades.

As palavras-chave utilizadas para realização de pesquisas nas bases de dados foram: “engenharia clínica”, “indicadores de serviço” e “manutenção”. Além disso, foram verificados livros de engenharia biomédica e sobre gestão de EMH, sobretudo para embasamento dos temas deste estudo.

Dentre os principais estudos encontrados, o de Del Solar (2017) apresenta os principais elementos que compõem o perfil da engenharia clínica e dos engenheiros clínicos, baseado nas legislações e nas pesquisas de campo realizadas pelo autor.

Já a pesquisa de Abreu (2020) realizou um questionário que visa traçar o perfil dos profissionais de engenharia biomédica que passaram pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB) da Universidade de Brasília. Aquele estudo trouxe os elementos necessários para embasar a metodologia dessa dissertação.

Em outra vertente, a dissertação de mestrado de Souza (2012) tem como foco a avaliação econômica da implantação do setor de engenharia clínica no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia, analisando dados da própria instituição desde 2001 até 2010. Além dos aspectos econômicos foram abordados alguns indicadores dos serviços de manutenção, possibilitando determinar alguns elementos que foram analisados neste estudo acerca das equipes de engenharia clínica.

Outro estudo relevante, de Souza (2014), também apresenta os resultados de uma pesquisa para traçar um perfil, mas, nesse caso, realizada com os diferentes profissionais que atuam na área de engenharia clínica, incluindo técnicos e tecnólogos e não somente os engenheiros, abordando, sobretudo, elementos demográficos.

Felice (2020), por outro lado, traz o *status quo* da engenharia clínica do Brasil, aprofundando-se nos aspectos que compõem as equipes de EC estabelecidas em EAS e nos principais serviços executados. Esse artigo foi uma excelente fonte para observar alguns dos aspectos que este estudo se propõe a abordar, como as atividades desempenhadas dentro dos EAS.

Por fim, o artigo de Darold (2021) apresenta uma revisão bibliográfica de estudos sobre os principais indicadores de serviço e de manutenção da área de engenharia clínica de EAS no período de 2011 a 2021. Esse estudo foi muito importante para introduzir o tema e para definição dos indicadores que seriam analisados nessa pesquisa.

## **2.1 A ENGENHARIA CLÍNICA**

Os constantes avanços tecnológicos que acompanham a sociedade ao longo dos séculos, ocorreram de forma ainda mais vertiginosa durante as eras moderna e contemporânea. A área da saúde acompanha esta evolução tecnológica, possibilitando a criação de procedimentos diagnósticos e terapêuticos cada vez mais complexos. Para a realização destes procedimentos, diversas tecnologias em saúde foram criadas, as quais englobam desde medicamentos, como os antibióticos, até equipamentos de diagnóstico por imagem de alta complexidade, como as ressonâncias magnéticas (DEL SOLAR, 2017).

Os EMH englobam equipamentos utilizados direta ou indiretamente nos pacientes, como monitores multiparamétricos e aparelhos de anestesia, e também aquelas tecnologias de apoio, como usinas de oxigênio, esterilizadores a vapor e lavadoras hospitalares (BRASIL, 2002).

Assim como outros tipos de equipamentos, os EMH necessitam de conhecimentos específicos acerca da sua implantação, manutenção e utilização em EAS. As diversas áreas da engenharia, como a Engenharia Elétrica, Eletrônica e Mecânica, possuem atribuições que contemplam de forma parcial os princípios de funcionamento dos EMH.

Surge, então, a demanda de um “profissional que aplica as técnicas da engenharia no gerenciamento dos equipamentos de saúde com o objetivo de garantir a rastreabilidade, usabilidade, qualidade, eficácia, efetividade, segurança e desempenho destes equipamentos, no intuito de promover a segurança dos pacientes” (ABECLIN, 2022), que é o Engenheiro Clínico.

Desse modo, a EC visa garantir a segurança, qualidade e economicidade nos serviços de saúde que utilizam EMH, através de processos e procedimentos de gerenciamento, adequando

o EAS aos padrões mínimos estabelecidos pela legislação vigente (ANVISA, 2021). Assim, cada EAS deve designar um responsável para realizar este gerenciamento das tecnologias em saúde (BRASIL, 2010).

Desse modo, são os engenheiros que podem desempenhar a função de elaboração e execução do plano de gerenciamento de tecnologias, devido à alta especificidade dos EMH e da exigência da regulamentação sanitária vigente de ser profissional de nível superior.

Apesar de não haver uma regulamentação específica, para ser caracterizado como engenheiro clínico, é necessário que o profissional possua graduação em uma das engenharias que tem relação com os EMH: Biomédica, Elétrica, Eletrônica, Mecânica, dentre outras (DEL SOLAR, 2017).

No caso da Engenharia Biomédica, já há uma titulação específica no Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e nos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (CREA), com as devidas atribuições, conforme a Resolução CONFEA n.º 1.103, de 26 de julho de 2018. Para as demais áreas da engenharia, o profissional pode realizar cursos de especialização em Engenharia Clínica, podendo ter a anotação do referido curso em seu registro no CREA (DEL SOLAR, 2017).

## **2.2 PRINCIPAIS ATIVIDADES DESEMPENHADAS**

Assim como outras áreas da engenharia, a EC, apesar de não ser uma profissão reconhecida no Brasil, possui um conjunto de atividades que lhe caracterizam e norteiam o seu campo de atuação.

Conforme Bronzino (2006), as principais atividades desempenhadas pela EC são as seguintes:

- Avaliação tecnológica: envolve o planejamento e especificação para aquisição de novos EMH, possibilitando uma maior economicidade, qualidade e segurança em investimentos. Também envolve uma avaliação constante do parque tecnológico instalado de modo a realizar as substituições daqueles que já atingiram seu tempo de vida útil;
- Gestão Tecnológica: engloba o desenvolvimento e acompanhamento da execução dos programas de manutenção preventiva e corretiva de EMH;

- Gestão de Riscos: avaliação de riscos inerentes aos processos que envolvem os EMH, com a definição de planos de ação, prevenção e contingência que possibilite a mitigação ou amenização dos efeitos desses riscos;

- Treinamento: estabelecer programas e ministrar treinamentos que envolvem os EMH, seja para a equipe de Engenharia Clínica, seja para os profissionais da saúde.

Podemos observar este espectro de atividades e responsabilidades em Brasil (2002), o qual as apresenta de forma mais segmentada:

- Controlar o patrimônio e inventário de EMH, componentes e demais tecnologias de apoio;

- Auxiliar na aquisição e aceitação de novas tecnologias em saúde;

- Treinar os técnicos em manutenção e dos operadores em operação dos equipamentos e tecnologias;

- Indicar/elaborar contratos de manutenção com fabricantes;

- Executar MP e corretiva dos EMH e tecnologias de apoio;

- Acompanhar a manutenção executada por empresas externas;

- Estabelecer medidas de controle e segurança no que diz respeito a EMH e tecnologias de apoio;

- Implantar e controlar a qualidade dos equipamentos utilizados para análise, inspeção e calibração;

- Calibrar e ajustar equipamentos periodicamente de acordo com o manual dos fabricantes;

- Verificar a obsolescência dos EMH;

- Elaborar e apresentar relatórios de desempenhos com indicadores temporais e qualitativos, que mostram a produtividade e qualidade dos serviços de EC dentro do EAS.

A Figura 2.1, a seguir, apresenta um gráfico com o ciclo das tecnologias e em que etapa desse ciclo cada uma das atividades das equipes de Engenharia Clínica é executada.

## ENGENHARIA CLÍNICA

Responsável pelo ciclo de vida da tecnologia de saúde



Figura 2.1. Ciclo de vida de EMH. Fonte: BRASIL, 2013, p. 6.

### 2.2.1 Especificação e aquisição

Antes de adquirir um novo EMH, é necessário realizar um levantamento das necessidades do setor que utilizará a tecnologia, como a intensidade de uso, qual o perfil dos pacientes, quais as características médicas que o equipamento deve possuir. Além disso, deve-se observar a legislação sanitária vigente, as dimensões, os pré-requisitos de instalação, dentre outros fatores que vão traçar as especificações técnicas do equipamento a ser adquirido, assim como os custos envolvidos em toda a vida útil, como manutenção, insumos, consumo de energia, dentre outros.

Com as especificações técnicas definidas, é possível buscar no mercado, aqueles equipamentos que mais se enquadram em todas elas e com o melhor custo benefício para o EAS (BRASIL, 2002).

### 2.2.2 Instalação e treinamento

Após adquirido, o EMH deve ser instalado por profissionais habilitados, de modo a garantir todas as características dos fabricantes. Caso sejam necessárias obras ou adequações no ambiente que abrigará o EMH, é necessário prever e realizar previamente, de modo que o equipamento só seja entregue após a conclusão da obra. EMH como ressonâncias magnéticas

e tomógrafos demandam obras e adequações estruturais, incluindo blindagens específicas para o correto funcionamento (BRASIL, 2002).

Após instalar o EMH, os fornecedores realizam treinamentos dos operadores e de toda a equipe assistencial que realizará o manuseio, de modo a garantir a segurança e qualidade na utilização (BRASIL, 2010).

Estes treinamentos podem ser multiplicados e também realizados com certa regularidade no EAS, de modo que o conhecimento seja sempre reciclado (BRASIL, 2010).

### **2.2.3 Manutenção e gestão de contratos**

Ao longo da utilização do equipamento é necessário realizar manutenções com certa regularidade, de modo a assegurar as características que o fabricante preconiza. Durante o período de garantia, toda essa manutenção é realizada sem custos adicionais pelo fornecedor do EMH. Já após este período, é necessário realizar contratos com empresas habilitadas, as quais realizam as manutenções periódicas e, em caso de falha ou defeito do equipamento, realizam o devido reparo. Outra opção é realizar esta manutenção por profissionais habilitados do próprio EAS.

Dentre os principais tipos de manutenção que podem ser realizadas temos:

- Manutenção corretiva: visa corrigir falhas ou defeitos que já ocorreram no EMH e retorná-lo ao seu correto funcionamento, seja com ou sem substituição de peças (BRASIL, 2002);
- Manutenção preventiva: planejadas e realizadas periodicamente, constituída de ações como lubrificação, verificação de funcionamento e integridade física, troca de peças com sinais de desgaste ou conforme recomendação do fabricante e ajustes dos parâmetros de funcionamento, de modo a garantir a segurança dos pacientes atendidos, ampliar a vida útil do EMH e prevenir possíveis falhas ou defeitos que possam ocorrer (BRASIL, 2002); e
- Calibração: tipo específico de MP em que se realiza a comparação das leituras de determinado parâmetro de um EMH, como o volume corrente de ar fornecido por um ventilador pulmonar ou a pressão de um esfigmomanômetro, utilizando um equipamento de medição padrão com rastreabilidade. Visa garantir que os valores fornecidos pelos EMH estejam dentro das tolerâncias estabelecidas pelos fabricantes e pelas normas técnicas (BRASIL, 2002).



## **2.2.4 Substituição e obsolescência**

O fim da vida útil dos EMH é determinado pela sua obsolescência, que se caracteriza pela condição em que ele deixa de ser útil, mesmo estando em bom estado de conservação, devido ao surgimento de equipamentos com tecnologias superiores ou mais modernas. Outra forma de determinar o fim da vida útil é através da análise de depreciação do valor de aquisição, devido ao tempo de uso. Por fim, pode-se substituir um determinado EMH quando uma determinada manutenção deixa de ser viável economicamente em relação ao seu valor de aquisição (BRASIL, 2002).

## **2.3 TIPOS DE EQUIPES DE ENGENHARIA CLÍNICA**

Os setores de EC dos EAS podem ter equipes de diferentes composições, indo desde a realização de intervenções nos EMH somente quando ocorre uma falha/defeito, até equipes internas de profissionais que realizam a gestão e manutenção dentro do próprio EAS, conforme os tópicos a seguir.

### **2.3.1 Manutenção corretiva sob demanda**

Nessa modalidade, quando um determinado EMH quebra, é danificado ou deixa de funcionar corretamente, EAS solicita a uma empresa que realize a manutenção, a qual é paga de acordo com os reparos realizados e com as peças que são substituídas, se for o caso (BRASIL, 2013).

### **2.3.2 Contrato com fabricante ou representante**

EMH que dado o seu alto valor de aquisição, sua alta complexidade ou as possibilidades maiores de apresentarem falhas que levarão a altos valores de manutenção, os EAS estabelecem contratos de MP e corretiva com os fabricantes ou com seus representantes locais (BRASIL, 2013).

Nesse tipo de contrato, as empresas realizam manutenções periódicas de modo a prevenir possíveis defeitos futuros, inclusive substituindo peças de forma programada.

Adicionalmente, quando um EMH coberto por contrato apresenta uma falha, o EAS contata a empresa para que realize uma visita de MC, a qual deve ser realizada em prazo máximo, estabelecido em contrato, o qual pode incluir ou não a substituição de peças.

### **2.3.3 Equipe de Engenharia Clínica terceirizada**

Para EAS com parques tecnológicos que possuem uma quantidade elevada de EMH, estabelecer contratos com os fabricantes ou representantes, para cada grupo, pode ser muito custoso.

Desse modo, pode ser mais viável para o EAS, contratar uma empresa para realizar todas as intervenções técnicas programadas e as manutenções corretivas, quando ocorrerem, para todos os EMH desejados. Nesse tipo de contrato, através de um valor fixo mensal, a empresa estabelece uma equipe composta por um ou mais engenheiros e técnicos em eletrônica, em mecânica ou em equipamentos biomédicos, que trabalham dentro do EAS, em uma área destinada para o setor de Engenharia Clínica (BRASIL, 2013).

Além dos serviços de manutenção realizados pelos técnicos, o engenheiro clínico, que coordena e supervisiona as atividades, tal qual suas atribuições preconizam, realiza a gerenciamento do parque tecnológico e auxilia os gestores do EAS nos processos de planejamento, aquisição, alienação e descarte dos EMH, em atenção à legislação sanitária vigente.

### **2.3.4 Equipe de Engenharia Clínica própria**

Este tipo de formação de equipe de Engenharia Clínica é semelhante à modalidade mencionada no item anterior, com a diferença de que todos os profissionais são colaboradores do próprio EAS.

Como o engenheiro clínico que coordena, gerencia e supervisiona os trabalhos do setor de EC faz parte dos quadros do EAS, em geral detém maior autonomia na tomada de decisões gerenciais e também nas responsabilidades decorrentes do cargo que ocupa (BRASIL, 2013).

Além disso, como toda a equipe técnica também é contratada diretamente pelo EAS, a cultura organizacional e os processos internos são mais facilmente disseminados.

### **2.3.5 Equipe de Engenharia Clínica mista**

Nesse tipo de composição de setor de EC, há um Engenheiro Clínico que é colaborador ou servidor do próprio EAS, ficando responsável pela gestão e planejamento estratégico de todas as atividades.

Para a execução das manutenções e demais intervenções técnicas nos EMH, o EAS realiza a contratação de uma empresa terceirizada, composta normalmente de um engenheiro clínico coordenador e de técnicos de manutenção de EMH, os quais ficam lotados no próprio hospital.

Essa modalidade é uma combinação das duas anteriores e possibilita que o EAS tenha um gestor alinhado com a instituição a frente do setor de EC, mas não precisa se preocupar com a gestão de recursos humanos dos demais profissionais que executam as intervenções, podendo ter redução de custos.

Há EAS que, além do engenheiro clínico, possui técnicos em eletrônica, mecânica ou em EMH com vínculo direto, os quais executam algumas das intervenções técnicas e auxiliam o gestor na fiscalização e acompanhamento de técnicos terceirizados.

## **2.4 INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO**

Em todas as áreas que trabalham com gestão de processos, sobretudo naquelas que necessitam de maior qualidade ou de melhoria contínua, dentre as diferentes ferramentas utilizadas para o correto gerenciamento, temos os Indicadores de Desempenho (DAROLD, 2021; SOUZA, 2012).

Esses indicadores têm por finalidade medir o desempenho das diversas atividades executadas, de modo que se possa realizar alterações nos processos que possibilite a aproximação a uma meta estabelecida previamente para um dado período.

No âmbito da EC, esses indicadores podem ser divididos em três classes: indicadores de tempo, indicadores de custo e indicadores de qualidade (CALIL, 2000).

### **2.4.1 Indicadores de tempo**

Essa classe envolve os indicadores relacionados com períodos de tempo que transcorrem nas atividades de gestão e manutenção de EMH. Medir estas variáveis tem por objetivo, desde verificar o tempo necessário para realizar uma manutenção, até analisar se a jornada de trabalho dos técnicos está se convertendo em horas úteis, ou seja, a hora/homem (BRASIL, 2000).

Outro fator que pode ser medido com esses indicadores é o tempo entre as falhas que ocorrem em um determinado EMH, possibilitando verificar se ele já atingiu sua vida útil, em caso desse tempo ser inferior a uma meta estabelecida pelo gestor (BRASIL, 2002).

Outro indicador de tempo muito importante é o Tempo Médio para Reparo, que permite ao gestor verificar quanto tempo em média a equipe da engenharia clínica demora para colocar o EMH em funcionamento após uma falha ou defeito.

Além dos anteriormente mencionados, há também o indicador de Tempo de resposta ou Tempo Médio de Primeiro Atendimento, que monitora quanto tempo transcorre desde a falha

ou defeito, até algum membro da equipe de EC ir até o setor e verificar a ocorrência (BRASIL, 2002).

#### **2.4.2 Indicadores de custo**

Para a avaliação e posterior análise dos custos envolvidos nas atividades do setor de gestão e manutenção de EMH, pode-se utilizar essa classe de indicadores.

Os principais custos envolvidos são os das manutenções corretivas e preventivas realizadas nos EMH, sejam elas executadas internamente, através da aquisição de peças, ou externamente, mediante contratos com empresas terceirizadas (BRASIL, 2002).

Há também a taxa de depreciação do parque tecnológico, a qual possibilita monitorar o momento de realizar a desativação e alienação daqueles EMH cujo valor atualizado já torna qualquer manutenção inviável (BRASIL, 2002).

#### **2.4.3 Indicadores de qualidade**

Quando se deseja medir fatores que envolvem planejamento, cronograma, eficiência e eficácia de uma determinada atividade, pode-se utilizar indicadores de qualidade (CALIL, 2000; SOUZA, 2012).

Este tipo de indicador abrange a avaliação de quanto de uma determinada meta planejada de atividades foi cumprida num determinado período.

No caso de EMH, podemos citar o índice de manutenções realizadas em relação àquelas que foram planejadas, possibilitando, assim, determinar se a meta foi atingida e, em caso negativo, verificar quais foram os fatores que impediram este atingimento.

Nessa categoria de indicadores, há a Disponibilidade do parque tecnológico, que apresenta a porcentagem de tempo que todos os EMH do EAS permaneceram disponíveis para utilização, ou seja, sem falhas ou defeitos.

### 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada para elaboração deste estudo, considerando o aspecto ético-legal, a caracterização da pesquisa, a pesquisa bibliográfica, a definição de indicadores de desempenho e a ferramenta de coleta de dados.

#### 3.1 ASPECTO ÉTICO-LEGAL

A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) é uma comissão do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e foi criada através da Resolução nº 246/97, tendo função consultiva, deliberativa, normativa e educativa. Atua em conjunto com uma rede de Comitês de Ética em Pesquisa – CEP – os quais são organizados em instituições em que as pesquisas são realizadas. A Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, prevê que toda pesquisa envolvendo seres humanos deve ser submetida à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

Esse estudo foi elaborado sob fundamento do Parágrafo Único do Art. 1º da Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL,2016) que dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais cujos procedimentos metodológicos envolvam a utilização de dados diretamente obtidos com os participantes.

Parágrafo único. Não serão registradas nem avaliadas pelo sistema CEP/CONEP:

I – Pesquisa de opinião pública com participantes não identificados;

II – Pesquisa que utilize informações de acesso público, nos termos da Lei no 12.527, de 18 de novembro de 2011;

III – pesquisa que utilize informações de domínio público;

IV - Pesquisa censitária;

V - Pesquisa com bancos de dados, cujas informações são agregadas, sem possibilidade de identificação individual; e

VI - Pesquisa realizada exclusivamente com textos científicos para revisão da literatura científica;

VII - pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito; e

VIII – atividade realizada com o intuito exclusivamente de educação, ensino ou treinamento sem finalidade de pesquisa científica, de alunos de graduação, de curso técnico, ou de profissionais em especialização (BRASIL, 2016).

Diante do exposto, a pesquisa realizada no âmbito deste estudo não foi submetida ao sistema CEP/CONEP, uma vez que se trata de pesquisa de opinião sem a identificação dos participantes, estando, assim, amparada na Resolução nº 510/2016, Art. 1º, em seu Parágrafo Único, Inciso I.

## 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa desenvolvida para a elaboração desta dissertação foi caracterizada como descritiva, pois as pesquisas descritivas possuem como objetivo a descrição das características de uma população, fenômeno ou de uma experiência (GIL, 2000).

Pode-se caracterizar este estudo também como quantitativo, uma vez que envolve interrogação direta de pessoas através de questionário, cujos dados serão apresentados e agrupados em gráficos e tabelas.

De modo a subsidiar o desenvolvimento do estudo, foi realizada pesquisa bibliográfica, buscando na literatura, de modo a realizar comparações e análises, contribuindo, assim, para o crescimento do conhecimento acerca das equipes de Engenharia Clínica e sobre como atuam em EAS de diferentes tipos, conforme apresentado na Fundamentação Teórica.

Nesta dissertação, para a coleta de dados, foi realizado envio de questionário a todos os participantes de um grupo nacional de EC na rede social *WhatsApp*, denominado “Engenharia Clínica Brasil”, com 255 profissionais de diversas Unidades da Federação (UF). Porém, teve caráter amostral, pois somente parte deles respondeu ao questionário.

Assim a metodologia foi subdividida em 3 (três) etapas, quais sejam:

- Pesquisa Bibliográfica;
- Definição de indicadores; e
- Ferramenta de coleta de dados.

## 3.3 DEFINIÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO

Tendo por base os principais indicadores das três classes, conforme foram apresentados na fundamentação teórica, de modo a ter uma visão geral de cada uma delas, foram selecionados os seguintes:

- Tempo Médio para Reparo (Indicador de Tempo);
- Taxa mensal média de manutenções preventivas realizadas/planejadas (Indicador de qualidade);
- Taxa mensal média de calibrações realizadas/planejadas (Indicador de qualidade);
- Taxa mensal média de disponibilidade do parque tecnológico (Indicador de qualidade);
- Valor mensal médio gasto pelo EAS com MC (Indicador de custo); e

- Taxa mensal média de manutenções realizadas internamente pela equipe (Indicador de qualidade).

### 3.3.1 Tempo Médio para Reparo

Este indicador calcula o tempo médio mensal que transcorre entre o momento em que uma falha ocorre, em cada EMH, e o momento que esta falha é corrigida, considerando todas as falhas ocorridas no mês.

O tempo médio para reparo (TMR), em dias/reparo, é dado por

$$TMR = \frac{\sum_{i=1}^{MC} TMC}{QMC}, \quad (3.1)$$

sendo  $TMC$  o tempo em dias para MC de cada EMH e  $QMC$  a quantidade de manutenções corretivas, ambos relativos ao mês analisado.

O tempo médio para reparo mensal (TMRM), em dias/reparo, considerando 12 (doze) meses  $i$ , é dado por

$$TMRM = \frac{\sum_{i=1}^{12} TMR}{12}, \quad (3.2)$$

sendo  $TMR$  o tempo médio para reparo, em dias/reparo, considerando os últimos 12 (doze) meses.

O principal objetivo deste indicador é medir o quão rápido a equipe de Engenharia Clínica realiza as manutenções corretivas, possibilitando ao gestor verificar quais são os fatores que prejudicam a velocidade na conclusão dos serviços.

### 3.3.2 Taxa mensal média de manutenções preventivas realizadas / manutenções preventivas planejadas

Este indicador calcula a taxa percentual de manutenções preventivas que foram realizadas em relação às que foram planejadas. Normalmente este indicador é calculado mensalmente e, ao final de doze meses, verifica-se a média anual.

A taxa percentual mensal média de realização de manutenções preventivas em relação ao planejado – TMMP – é dada por

$$TMMP = \frac{\sum_{i=1}^{12} \frac{MPR}{MPP} \times 100\%}{12}, \quad (3.3)$$

em que  $MPR$  são as manutenções preventivas realizadas ao longo do mês e  $MPP$  as manutenções preventivas planejadas para o mês  $i$ .

O principal objetivo deste indicador é medir a efetividade da equipe de Engenharia Clínica em relação à realização do plano de manutenções preventivas, possibilitando ao gestor verificar quais são os fatores que prejudicam o atingimento da meta mensal.

### 3.3.3 Taxa mensal média de calibrações realizadas / calibrações planejadas

Este indicador calcula a taxa percentual de calibrações que foram realizadas em relação às que foram planejadas. Normalmente este indicador é calculado mensalmente e, ao final de doze meses, verifica-se a média anual.

A taxa percentual mensal média de realização de calibrações em relação ao planejado – *TMC* – é dada por

$$TMC = \frac{\sum_{i=1}^{12} \frac{CR}{CP} \times 100\%}{12}, \quad (3.4)$$

em que *CR* são as calibrações realizadas ao longo do mês e *CP* as calibrações planejadas para o mês *i*.

O principal objetivo deste indicador é medir a efetividade da equipe de Engenharia Clínica em relação à realização do plano de calibração, possibilitando ao gestor verificar quais são os fatores que prejudicam o atingimento da meta mensal.

Por se tratar de uma manutenção sensível e específica para EMH que envolvem parâmetros metrológicos, como aparelhos de anestesia, ventiladores pulmonares, desfibriladores e esfigmomanômetros, optou-se por analisar este indicador de forma independente das manutenções preventivas, como é a prática dentro dos EAS.

### 3.3.4 Taxa mensal média de disponibilidade do parque tecnológico

Este indicador calcula a taxa percentual mensal média que todos os EMH permanecem disponíveis, ou seja, em condições de utilização, sem falhas e sem pendências de MC.

Para obter este indicador, primeiro calcula-se o percentual de tempo disponível mensal de cada um dos EMH do parque tecnológico dado por

$$TDE = \frac{TD}{720} \times 100\%, \quad (3.5)$$

sendo *TDE* a taxa de disponibilidade do equipamento, *TD* o tempo em horas disponível ao longo do mês.

Em seguida, calcula-se a taxa de disponibilidade do parque tecnológico – *TD* – dada por



$$TD = \frac{\sum_{i=1}^{QE} TDE}{QE}, \quad (3.6)$$

em que  $TDE$  é a taxa de disponibilidade de cada equipamento ao longo do mês e  $QE$  é a quantidade de equipamentos do parque.

Por fim, calcula-se a taxa de disponibilidade do parque tecnológico mensal média – TDM – considerando os últimos 12 (doze) meses é dada por

$$TDM = \frac{\sum_{i=1}^{12} TD}{12}, \quad (3.7)$$

em que  $TD$  é a taxa de disponibilidade do parque ao longo de cada mês  $i$ .

O principal objetivo deste indicador é apresentar de modo resumido a efetividade da equipe de engenharia clínica, que tem por meta principal que a totalidade do parque tecnológico esteja disponível para as áreas assistenciais do EAS o maior tempo possível com segurança e qualidade.

### 3.3.5 Valor mensal médio gasto pelo EAS com MC

Este indicador calcula qual o valor mensal médio gasto com MC de EMH, desconsiderando os contratos de manutenção de EMH de diagnóstico por imagem, pois estes são firmados diretamente com os fabricantes.

O valor mensal médio com MC –  $VMMC$  – é dado por

$$VMMC = \frac{\sum_{i=1}^{12} VMC}{12}, \quad (3.8)$$

sendo  $VMC$  o valor gasto com MC em cada um dos últimos 12 (doze) meses  $i$ .

O principal objetivo deste indicador é verificar quanto o EAS gasta com MC de EMH, incluindo peças e mão de obra, possibilitando ao gestor analisar onde estão os maiores gargalos e, assim, reduzir custos desnecessários ou excessivos.

Quando a equipe interna do EAS realiza as manutenções não há custo adicional de mão de obra, pode haver, somente, a necessidade de aquisição de peças. Porém, quando uma empresa externa realiza estas manutenções, os custos são maiores, pois incluem mão de obra, peças, impostos, lucro.

### 3.3.6 Taxa mensal média de manutenções realizadas internamente pela equipe

Este indicador calcula qual a taxa média de manutenções que são realizadas pela equipe interna do EAS, seja ela própria, terceirizada ou mista, em relação ao total de manutenções realizadas ao longo do mês.

A taxa mensal média de manutenções realizadas internamente – TMI – é dada por

$$TMI = \frac{\sum_{i=1}^{12} \frac{MRI}{MR} \times 100\%}{12}, \quad (3.9)$$

sendo *MRI* a quantidade de manutenções realizadas internamente e *MR* a quantidade de manutenções realizadas, ambas em relação cada um dos últimos 12 (doze) meses *i*.

O principal objetivo deste indicador é verificar quanto do total de serviços de manutenção realizados é realizado pela equipe interna, mostrando sua eficácia. Este indicador, em geral, está diretamente relacionado com o indicador de custos com MC, uma vez que, quanto mais se realiza reparos pela equipe interna, menores são estes gastos.

## 3.4 FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS

A pesquisa tem por objetivo descrever o perfil das equipes de engenharia clínica de EAS brasileiros sob a perspectiva dos engenheiros clínicos que atuam nelas. Para isso, foi elaborado um questionário, sendo uma ferramenta padronizada para a coleta de dados.

Para elaboração do questionário, tomou-se por base os estudos apresentados no Quadro 3.1, que também utilizaram esta ferramenta para coleta de dados ou que tratavam de temas atinentes a essa pesquisa.

O questionário elaborado, constante do apêndice A, possui perguntas sobre a formação dos engenheiros e sua área de atuação; em seguida perguntas destinadas a traçar o perfil do EAS em que eles atuam; em seguida perguntas que traçam o perfil das equipes de EC que fazem parte; e, por fim, há perguntas que se destinam a verificar os principais indicadores de desempenho de manutenção das equipes de EC.

**Quadro 3.1.** Pesquisas com temática semelhante.

<b>TÍTULOS/AUTORES</b>	<b>DADOS DAS AMOSTRAS</b>
O perfil do profissional atuante em engenharia clínica no Brasil (SOUZA, 2014). A. F. Souza, R. F. More.	População: Profissionais que atuam em Engenharia Clínica no Brasil Amostra: 202
Status quo da engenharia clínica: desafios, metas e expectativas (FELICE, 2020) Felice, J. A. B.	População: Profissionais que atuam em Engenharia Clínica no Brasil Amostra: 32

Fonte: Pesquisa bibliográfica realizada pelo autor.

A versão inicial do formulário contou com 21 (vinte e uma) perguntas. Após análise e aprovação da orientadora da dissertação, essa primeira versão foi submetida a teste para uma amostra piloto de 9 respondentes selecionados, solicitando aos mesmos, sugestões de melhoria que pudessem otimizar o questionário.

As pessoas que foram escolhidas para responder esse piloto foram selecionadas com diferentes perfis de atuação, no que se refere ao tipo de EAS e tipo de vínculo empregatício, alguns dos quais contribuíram com algumas sugestões de melhoria no questionário.

Após análise das sugestões, foram realizadas algumas alterações no questionário teste, conforme descrito a seguir:

- Foram adicionadas novas categorias do Tipo de EAS;
- Suprimiu-se a pergunta: “A direção do EAS, a chefia imediata ou o fiscal de contrato dá autonomia na elaboração de pareceres técnicos para aquisição, manutenção e obsolescência de EMH?” e acrescentou-se a pergunta “No desempenho da função (ou atribuições do cargo), o Eng. Clínico tem autonomia para as seguintes ações:”, sendo uma resposta do tipo “Caixas de seleção”, sendo possível selecionar mais de uma opção;
- Foi alterada a escala do quantitativo de equipamentos na pergunta: “Qual o tamanho do parque tecnológico do Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS)?”;
- Criaram-se novas seções no questionário que derivam da resposta da questão “O Setor de Engenharia Clínica do Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS) é”, cujas opções para escolha única são: Próprio, Terceirizado ou Misto;

- Caso a opção “Próprio” seja selecionada, é apresentada a pergunta: “Quais dos serviços abaixo são realizados pelo Setor de Engenharia Clínica Próprio?”, sendo uma resposta do tipo “Caixas de seleção”, sendo possível selecionar mais de uma opção;
- Em seguida é exibida a pergunta: “Qual o tamanho da equipe técnica PRÓPRIA do Setor de Engenharia Clínica?”;
- Caso a opção “Terceirizado” seja selecionada, é apresentada a pergunta: “Quais dos serviços abaixo são realizados pelo Setor de Engenharia Clínica Terceirizado?”, sendo uma resposta do tipo “Caixas de seleção”, sendo possível selecionar mais de uma opção;
- Em seguida é exibida a pergunta: “Qual o tamanho da equipe técnica TERCEIRIZADA do Setor de Engenharia Clínica?”;
- Caso a opção “Misto” seja selecionada, as perguntas anteriores são exibidas, referindo-se à equipe própria e depois à equipe terceirizada;
- Acrescentou-se a pergunta: “O EAS utiliza *software* de gestão para o Setor de Engenharia Clínica?”; e
- Foi alterada a escala dos valores mensais médios de MC na pergunta: “Qual o valor mensal médio gasto pelo EAS com MC (SEM considerar os contratos de manutenção de EMH de alta complexidade como TC, RM, RX, etc)?”.

Após as alterações, foi realizado um segundo teste piloto, mas com 05 respondentes, em modo a verificar se havia algo mais a ser acrescentado, retirado ou alterado do questionário, em que se constatou que estava adequado e pronto para ser utilizado.

O questionário definitivo, cuja apresentação gráfica consta do apêndice A, foi elaborado seguindo as observações do Quadro 3.2.

**Quadro 3.2.** Descrição do questionário.

<b>Apresentação</b>	
Breve texto de apresentação inicial do pesquisador, título e propósito do estudo. Esclareceu-se os aspectos ético-legais e utilização da Resolução nº 510/2016. Apresenta-se em seguida a descrição do formulário.	
<b>Formação e local de atuação</b>	
Objetivo: Identificação de dados sociodemográficos relacionados à formação acadêmica, unidade federal de atuação, vínculo empregatício com o EAS	
1. Formação acadêmica	Múltipla escolha - Graduação, Pós-graduação lato-sensu (Especialização) ou Pós-graduação stricto-sensu (Mestrado/Doutorado)

2. Curso de graduação	Múltipla escolha - Engenharia Biomédica, Engenharia Eletrônica, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia Civil ou Engenharia - Outras
3. Especialização em Engenharia Clínica	Múltipla escolha - sim ou não
4. Mestrado/doutorado em Engenharia Biomédica	Múltipla escolha - sim ou não
5. UF de atuação	Lista suspensa - estados do Brasil
6. Atuação como gestor de equipe de Engenharia Clínica	Múltipla escolha - sim ou não
7. Tipo de vínculo com o EAS	Múltipla escolha - CLT, PJ, Empresa terceirizada ou Servidor público/Militar
<b>Características do EAS</b>	
Objetivo: Traçar as principais características do EAS em que o respondente do questionário desempenha suas funções.	
8. Tipo do EAS	Múltipla escolha - Hospital privado, Hospital público, Hospital militar, Hospital privado filantrópico, Hospital público gerido por Organização Social (OS) ou Hospital com parceria público-privada
9. Número de leitos do EAS	Múltipla escolha - até 100 leitos, de 101 a 200 leitos, de 201 a 300 leitos, de 301 a 400 leitos ou mais de 400 leitos
10. Quantidade de EMH do EAS	Múltipla escolha - até 1000 equipamentos, de 1001 a 2000 equipamentos, de 2001 a 3000 equipamentos, de 3001 a 3500 equipamentos e mais de 3500 equipamentos
11. Autonomia no desempenho das funções (atribuições)	Caixas de seleção (com possibilidade de escolher mais de uma opção) - elaboração de especificações para aquisição de EMH, elaboração de contratos para manutenção de EMH, elaboração de laudos de obsolescência de EMH, elaboração de pareceres sobre análise de riscos e/ou eventos adversos, elaboração de plano de ações de tecnovigilância, fiscalização de contratos
<b>Características do Setor de Engenharia Clínica do EAS</b>	
Objetivo: identificar as características da equipe de engenharia clínica que o respondente atua, como o tipo, tamanho e quais serviços desempenha.	
12. Tipo do setor de engenharia clínica do EAS	Múltipla escolha - Próprio, Terceirizado ou Misto
<b>Seção 2: Setor de Engenharia Clínica: Próprio</b>	
O questionário entra nessa seção caso o respondente escolha a opção “Próprio” na pergunta anterior.	
13. Serviços realizados pelo setor de engenharia clínica próprio	Caixas de seleção (com possibilidade de escolher mais de uma opção) - Manutenção preventiva, Calibração, Manutenção corretiva de baixa complexidade, Manutenção corretiva de média complexidade, Manutenção corretiva de alta complexidade, Teste de Segurança Elétrica, Especificação técnica para aquisição de EMH, Plano de Manutenção, Plano de Substituição de EMH, Laudo de obsolescência de EMH, Gestão Estratégica e Gestão da Qualidade

14. Tamanho da equipe técnica própria	Múltipla escolha - 1 ou 2, 3 ou 4, 5 ou 6, 7 ou 8, 9 ou mais
<b>Seção 3: Setor de Engenharia Clínica: Terceirizado</b>	
O questionário entra nessa seção caso o respondente escolha a opção “Terceirizado” na pergunta anterior.	
15. Serviços realizados pelo setor de engenharia clínica terceirizado	Caixas de seleção (com possibilidade de escolher mais de uma opção) - Manutenção preventiva, Calibração, Manutenção corretiva de baixa complexidade, Manutenção corretiva de média complexidade, Manutenção corretiva de alta complexidade, Teste de Segurança Elétrica, Especificação técnica para aquisição de EMH, Plano de Manutenção, Plano de Substituição de EMH, Laudo de obsolescência de EMH, Gestão Estratégica e Gestão da Qualidade
16. Tamanho da equipe técnica terceirizada	Grade de múltipla escolha - 1 ou 2, 3 ou 4, 5 ou 6, 7 ou 8, 9 ou mais
<b>Seção 4: Setor de Engenharia Clínica: Misto</b>	
O questionário entra nessa seção caso o respondente escolha a opção “Misto” na pergunta anterior.	
17. Serviços realizados por pessoal próprio do EAS	Caixas de seleção (com possibilidade de escolher mais de uma opção) - Manutenção preventiva, Calibração, Manutenção corretiva de baixa complexidade, Manutenção corretiva de média complexidade, Manutenção corretiva de alta complexidade, Teste de Segurança Elétrica, Especificação técnica para aquisição de EMH, Plano de Manutenção, Plano de Substituição de EMH, Laudo de obsolescência de EMH, Gestão Estratégica e Gestão da Qualidade
18. Tamanho da equipe técnica própria	Múltipla escolha - 1 ou 2, 3 ou 4, 5 ou 6, 7 ou 8, 9 ou mais, o pessoal PRÓPRIO é responsável somente pela gestão
19. Serviços realizados por pessoal terceirizado	Caixas de seleção (com possibilidade de escolher mais de uma opção) - Manutenção preventiva, Calibração, Manutenção corretiva de baixa complexidade, Manutenção corretiva de média complexidade, Manutenção corretiva de alta complexidade, Teste de Segurança Elétrica, Especificação técnica para aquisição de EMH, Plano de Manutenção, Plano de Substituição de EMH, Laudo de obsolescência de EMH, Gestão Estratégica e Gestão da Qualidade
20. Tamanho da equipe técnica terceirizada	Múltipla escolha - 1 ou 2, 3 ou 4, 5 ou 6, 7 ou 8, 9 ou mais
<b>Indicadores de serviços</b>	
Objetivo: identificar alguns indicadores de serviço da equipe de engenharia clínica.	
21. Utilização de software de gestão de engenharia clínica	Múltipla escolha - sim ou não
22. Tempo Médio para Reparo	Múltipla escolha - até 5 dias, de 6 a 10 dias, de 11 a 15 dias, de 16 a 20 dias, acima de 20 dias
23. Taxa mensal média de manutenções preventivas realizadas / manutenções preventivas planejadas	Múltipla escolha - até 65%, de 66% a 75%, de 76% a 85%, de 86% a 95%, acima de 95%

24. Taxa mensal média de calibrações realizadas / calibrações planejadas	Múltipla escolha - até 65%, de 66% a 75%, de 76% a 85%, de 86% a 95%, acima de 95%
25. Taxa mensal média de disponibilidade do parque tecnológico	Múltipla escolha - até 92%, de 92,1 a 94%, de 94,1 a 96%, de 96,1% a 98%, acima de 98%
26. Valor mensal médio gasto pelo EAS com manutenção corretiva	Múltipla escolha - até R\$ 25.000, de R\$ 25.001 a R\$ 50.000, de R\$ 50.001 a R\$ 75.000, de R\$ 75.001 a R\$ 100.000, mais de R\$ 100.000
27. Taxa mensal média manutenções realizadas internamente pela equipe	Múltipla escolha - até 50%, de 51% a 60%, de 61% a 70%, de 71 a 80%, acima de 80%

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.5 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA AMOSTRA

O questionário foi enviado, inicialmente, dentro do próprio grupo de WhatsApp “Engenharia Clínica Brasil”, em seguida, de modo a obter mais respostas, foi enviado individualmente a cada membro do grupo. Das 255 pessoas que receberam o questionário, obteve-se 54 respostas, o que resulta em uma amostra com um grau de confiança de 90% e uma margem de erro de 10%.<sup>1</sup>

Obteve-se estes resultados utilizando a calculadora de tamanho de amostra no *site* da *SurveyMonkey* (2023).

Cabe ressaltar, que nem todos os membros do grupo se enquadram no público-alvo da pesquisa, que são engenheiros que atuam em setores de EC de EAS. Muitos deles não atuam mais diretamente em EAS ou são tecnólogos, então, não responderam ao questionário.

### 3.6 CONSOLIDAÇÃO DE DADOS

Para consolidação e análise dos dados, além de utilizar questionários respondidos por engenheiros clínicos em todo o Brasil, a pesquisa utilizou o *software* SPSS da IBM, uma ferramenta estatística amplamente utilizada em pesquisas. O *software* foi usado para realizar análises descritivas e gerar tabelas de frequências para cada uma das perguntas feitas no questionário.

<sup>1</sup> De acordo com o Teorema Central do Limite, para uma amostra maior que 30, a distribuição das médias amostrais pode ser aproximada por uma distribuição Normal, para uma população com qualquer distribuição (HOGG, 2018).

A utilização da ferramenta permitiu que os dados coletados fossem organizados de forma sistemática e tornou mais fácil a interpretação dos resultados.

Além da análise descritiva, também foi utilizada a ferramenta de tabelas de tabulação cruzada para combinar duas variáveis e analisar de forma conjunta alguns dos dados coletados.

A combinação de variáveis foi feita, inicialmente, para verificar se o tipo de equipe de EC (própria, terceirizada ou mista) influencia nos indicadores de manutenção. Para cada pergunta sobre os indicadores de manutenção, a pergunta sobre o tipo de equipe de EC foi cruzada, verificando as frequências em cada intervalo da escala. Isso permitiu uma análise mais profunda e identificação de possíveis correlações entre as variáveis.

Outra combinação de variáveis feita na pesquisa foi entre o Tamanho do Parque Tecnológico e o Quantitativo de Leitos do EAS. O objetivo foi verificar se há uma relação entre o aumento do número de leitos e o aumento do tamanho do parque tecnológico. Essa informação pode ser útil para planejar o investimento em equipamentos médicos e tecnologia da informação em instituições de saúde.

Além disso, analisou-se o dimensionamento das equipes de EC, combinando o Tamanho do Parque Tecnológico com o Tamanho da Equipe Técnica, tanto para as equipes próprias quanto para as terceirizadas. Também observou-se os dados gerados pelo cruzamento do Tamanho da Equipe Técnica com o Tempo Médio para Reparo, verificando se há variação no tempo necessário para resolução das manutenções de acordo com o tamanho das equipes. Essa informação pode ser útil para definir o dimensionamento ideal das equipes de engenharia clínica em instituições de saúde.

Outra combinação de variáveis foi feita entre o indicador de Custo Mensal de MC e a Taxa Mensal de Realização de Manutenções Preventivas Planejadas. O objetivo foi verificar se um maior índice de manutenção preventiva resulta em redução nos custos de MC. Essa correlação já havia sido apontada por Brasil (2010) e a pesquisa buscou confirmar ou refutar essa relação no contexto dos EAS em que os respondentes atuam.

Cruzou-se, ainda, os custos de manutenção corretiva com o tamanho do parque tecnológico, de modo a verificar a relação existente entre eles, além de servir de base para planejamento financeiro dos EAS.

Por fim, analisou-se o índice de manutenções realizadas internamente de acordo com o tipo de equipe de EC, com o objetivo de analisar se essa informação influencia no quantitativo de manutenções que são encaminhadas para serviço externo.

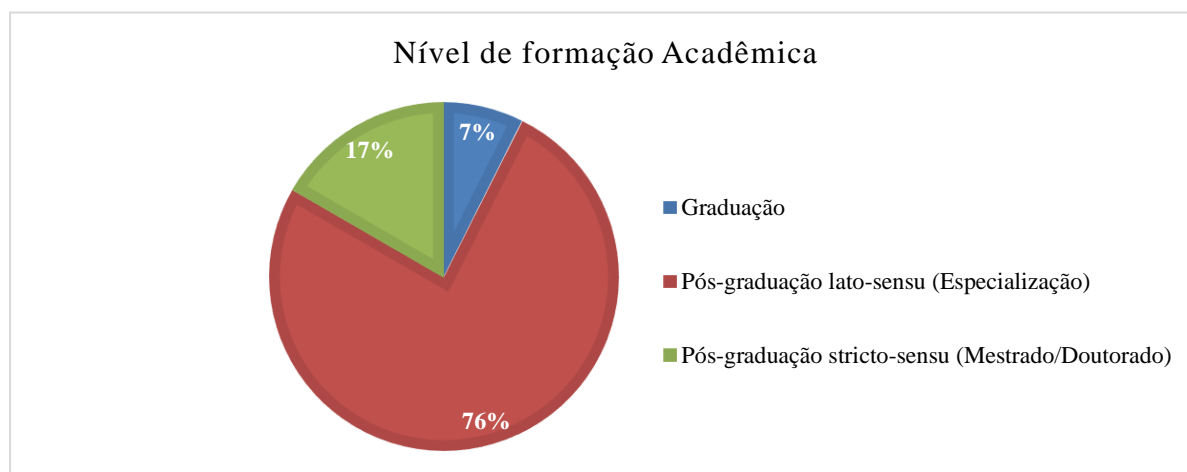


## 4 ANÁLISE E RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados da pesquisa, bem como a análise de cada um deles baseada nos dados coletados. Os resultados serão apresentados por grupos, a seguir, de acordo com as seções do questionário.

### 4.1 FORMAÇÃO E LOCAL DE ATUAÇÃO

No que se refere ao nível de formação acadêmica, verifica-se que há predominância de profissionais com nível de especialização, como pode ser observado na Figura 4.1, podendo ter relação com a necessidade de pós-graduação em EC para participação em processos seletivos, tanto públicos quanto privados. Apesar de não haver regulamentação específica, conforme menciona Del Solar (2017), há a necessidade de complementar a graduação para atuação com EMH.

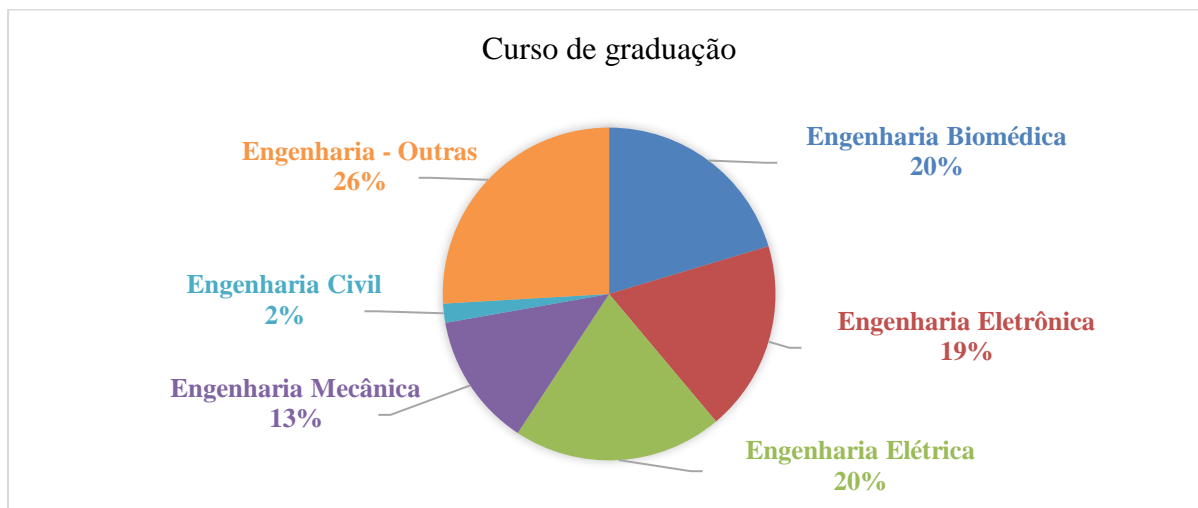


**Figura 4.1.** Nível de formação acadêmica. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Verifica-se um aumento expressivo no quantitativo de engenheiros clínicos pós-graduados em relação ao estudo de Souza (2014), que realizou pesquisa com profissionais de engenharia clínica que atuam no Brasil, o qual mostrou que 34% dos respondentes possuíam este nível de formação.

Acerca do curso de formação, observa-se que a maioria dos engenheiros clínicos possuem formação em outras áreas da engenharia. Em seguida, Engenharia Biomédica e Engenharia

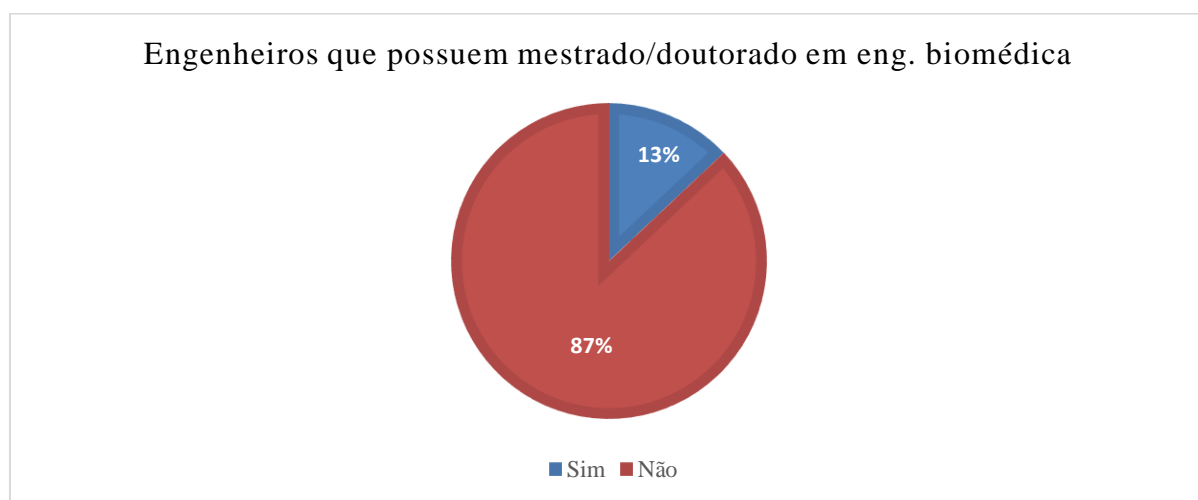
Elétrica. A primeira é a macro área da Engenharia Clínica e a segunda, já que a maioria dos EMH são elétricos e/ou eletrônicos. A Figura 4.2 apresenta os dados acerca desse quesito.



**Figura 4.2.** Curso de graduação. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

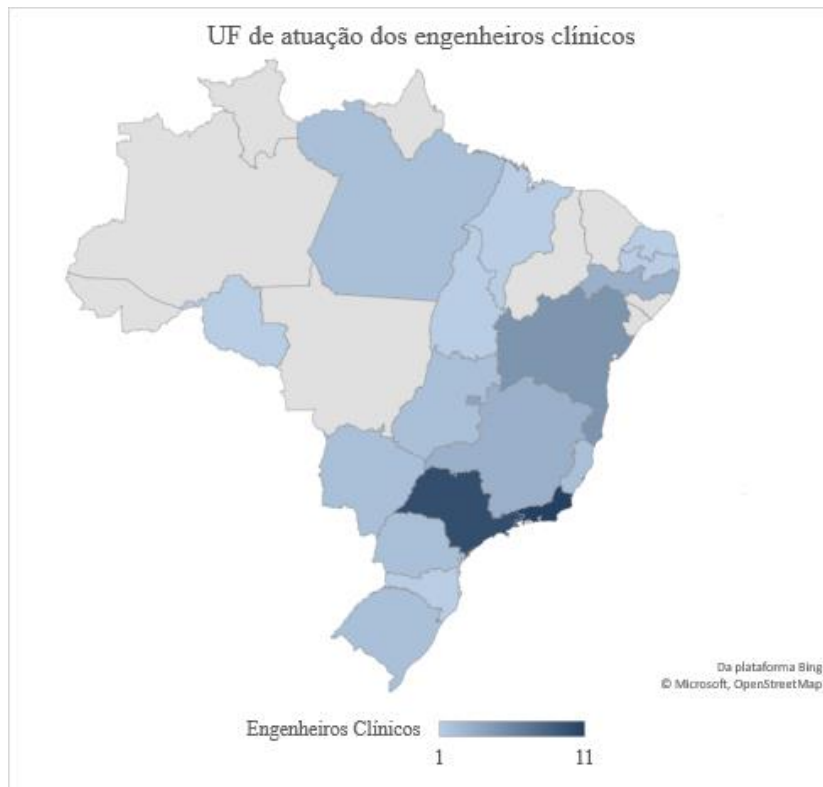
No estudo de Felice (2020), 16% dos profissionais respondentes da pesquisa possuíam formação em engenharia biomédica e 45% em engenharia elétrica e eletrônica somadas.

Quanto ao nível de Mestrado/doutorado, há poucos programas de pós-graduação mais voltados para área de EC, havendo predominância em Engenharia Biomédica, mais focada em desenvolvimento de dispositivos e outras tecnologias em saúde do que na parte de gestão e gerenciamento. Desse modo, como se pode observar na Figura 4.3, dentre os respondentes, há 13% de engenheiros clínicos com esse nível de formação na área de Engenharia Biomédica.



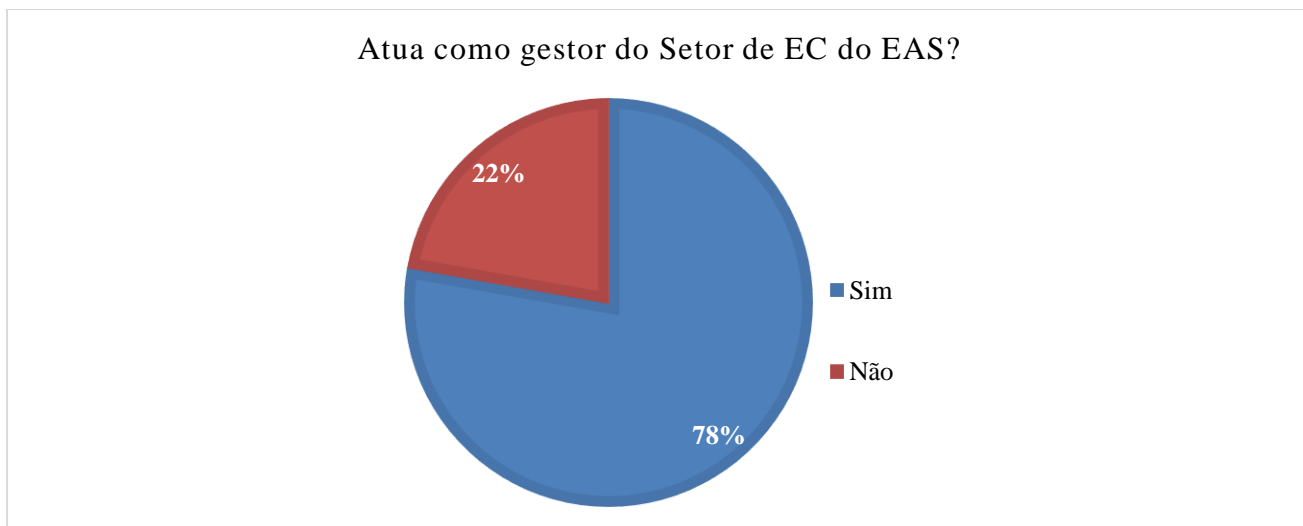
**Figura 4.3.** Engenheiros que possuem mestrado/doutorado em Engenharia Biomédica. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Quanto ao local de atuação, houve respostas de engenheiros que atuam em 18 das 27 unidades da federação, conforme a Figura 4.4, mostrando grande distribuição desses profissionais por todo o território brasileiro, já que atuam em EAS, de todas as regiões. Há predominância nos estados do Rio de Janeiro (20,4%) e São Paulo (18,5%), uma vez que concentram a maior parte dos EAS, sendo também grandes centros da medicina do país (FBH, 2022). Esta predominância já foi observada por Souza (2014) e por Felice (2020), cujo estudo mostra que 48% dos respondentes atuam na Região Sudeste.



**Figura 4.4.** UF de atuação dos engenheiros clínicos. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

De acordo com os dados levantados, apresentados na Figura 4.5, observa-se que grande parte dos respondentes (77,8%) é gestor do setor de EC do EAS em que atua. Isso pode ser explicado pelo fato de que, em muitos EAS, o setor de EC ainda não está amplamente estabelecido e, nos casos em que existe, é um departamento relativamente pequeno, com poucos membros, como já fora observado por Del Solar (2017). Como resultado, muitos engenheiros clínicos, como é característico da profissão, realiza o gerenciamento do setor de EC, além de desenvolver atividades técnicas.

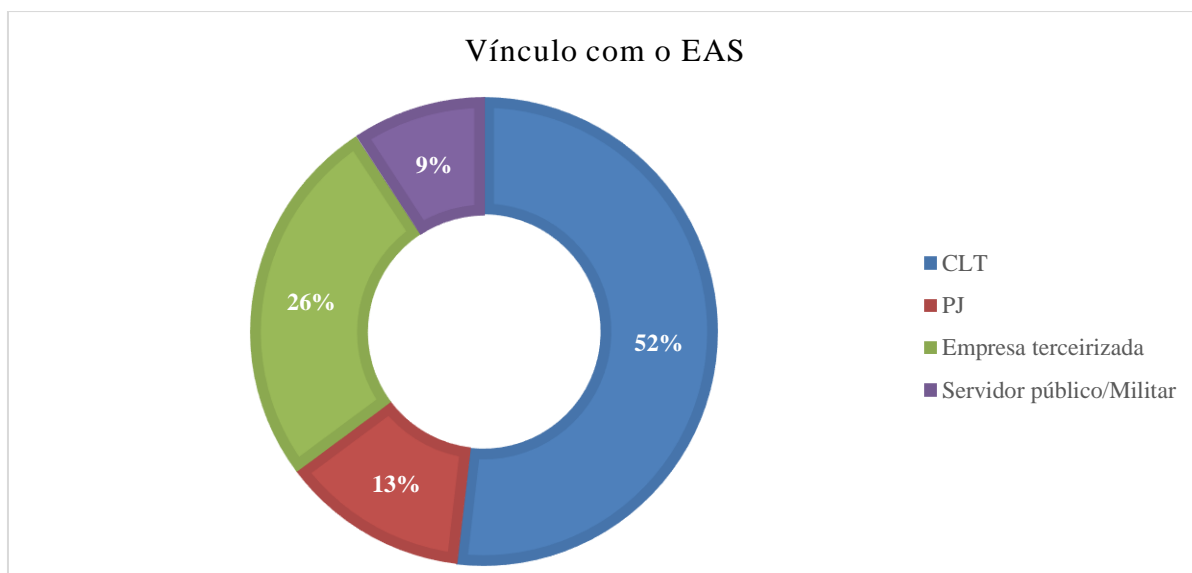


**Figura 4.5.** Atuação como gestor do setor de EC do EAS. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Esses dados corroboram aqueles apresentados pela ABEClin (2019), em relatório intitulado “Panorama da Engenharia Clínica no Brasil”, que mostram que a presença do setor de EC nos hospitais e EAS ainda é limitada no Brasil e que, em 2019, apenas 30% dos hospitais brasileiros possuíam um departamento de engenharia clínica, e desses, cerca de 60% tinham equipes com menos de cinco profissionais. Esses números sugerem que é comum que os engenheiros clínicos assumam papéis de gestão, já que muitos desses departamentos são pequenos demais para justificar a contratação de um gerente dedicado. Além disso, embora a engenharia clínica seja reconhecida como uma especialidade em outros países, no Brasil ela ainda é vista como uma subárea da engenharia biomédica, o que pode limitar o crescimento e a profissionalização do setor.

Sobre o vínculo empregatício com os EAS, conforme a Figura 4.6, a maioria dos engenheiros clínicos (51,9%) respondeu que possui vínculo do tipo Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Em seguida, 25,9% responderam que são colaboradores de empresas terceirizadas que atuam no EAS. Há ainda uma parcela de 13% dos respondentes com vínculo do tipo Pessoa Jurídica (PJ).

Com isso, temos apenas 9,2% dos engenheiros clínicos que são servidores públicos ou militares, mostrando que ainda há poucas oportunidades de ingresso nessa carreira como servidor público.



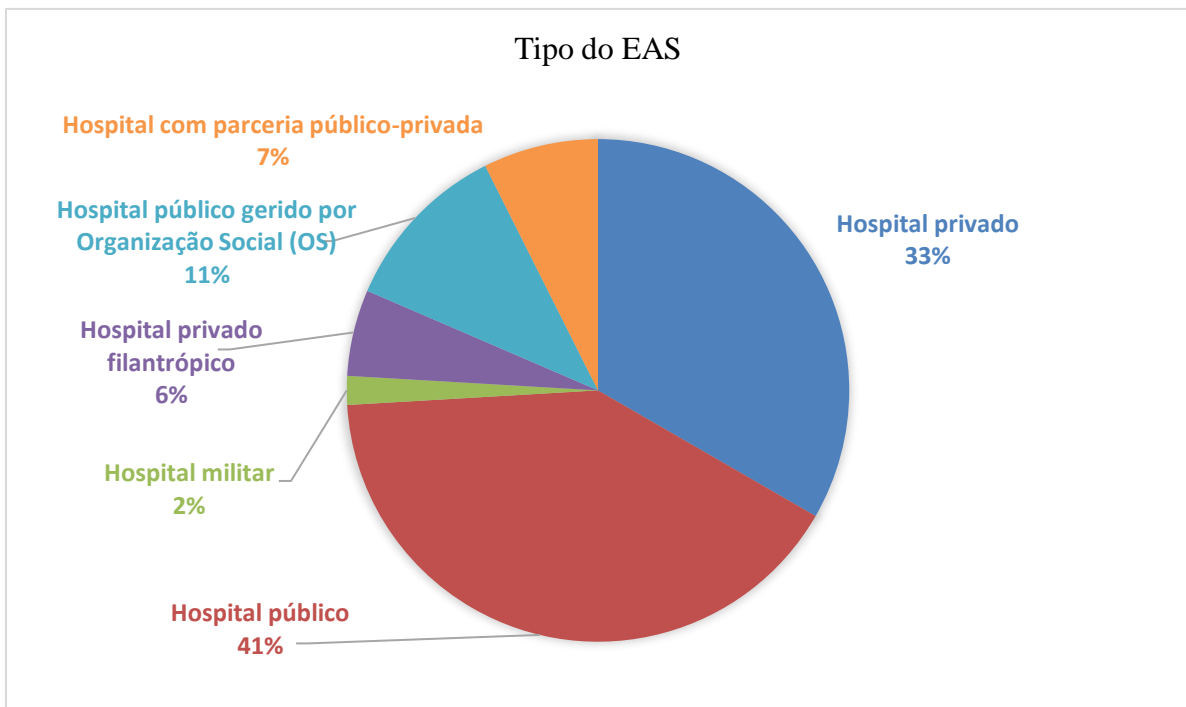
**Figura 4.6.** Vínculo dos engenheiros clínicos com os EAS. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Até mesmo na Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), que é uma empresa pública que gerencia os hospitais universitários da administração pública federal e realiza concursos públicos com vagas para carreira de engenheiro clínico, o vínculo empregatício de seus colaboradores é do tipo CLT (EBSERH, 2022).

## 4.2 PERFIL DO EAS

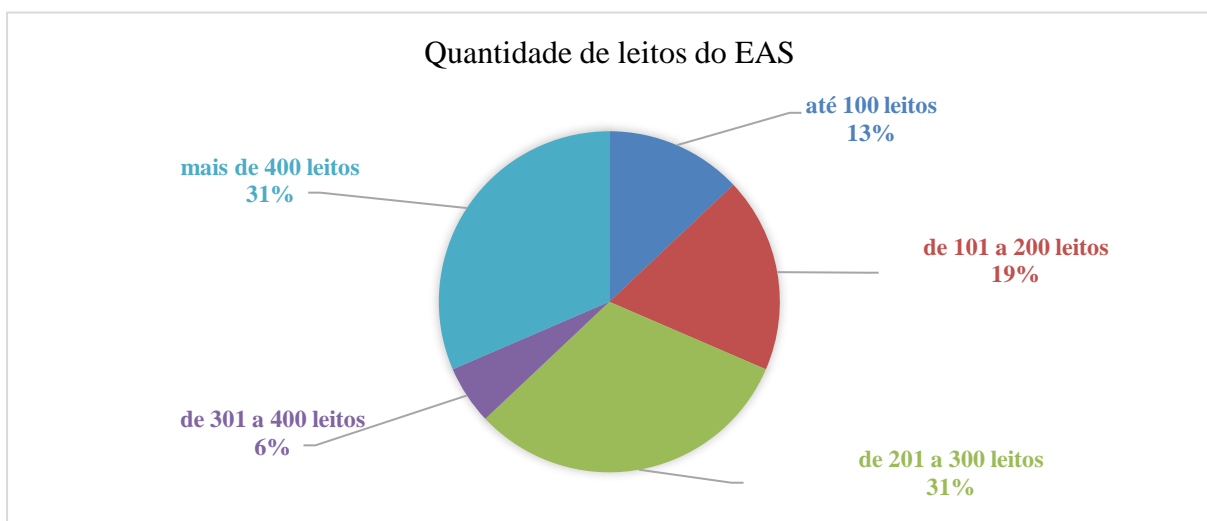
Conforme dados da Federação Brasileira de Hospitais (FBH), o Brasil possui 7.191 EAS classificados como “Hospital”, sendo 4.466 privados, sendo 2.633 com fins lucrativos e 1.833 sem fins lucrativos, e 2.725 públicos (FBH, 2022).

Mesmo com uma predominância de hospitais privados (62%) e apesar de termos menos de 10% de engenheiros clínicos servidores públicos, 40,7% dos respondentes atuam em hospitais públicos. Se acrescentarmos os hospitais públicos geridos por Organização Social (OS) (11,1%), os hospitais com parceria público-privada (7,4%) e os hospitais privados filantrópicos (5,6%), temos aproximadamente 65% dos engenheiros clínicos atuando em EAS que atendem pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS). Um terço dos respondentes atuam em hospitais privados com fins lucrativos. A Figura 4.7 apresenta os dados referentes a esse quesito.



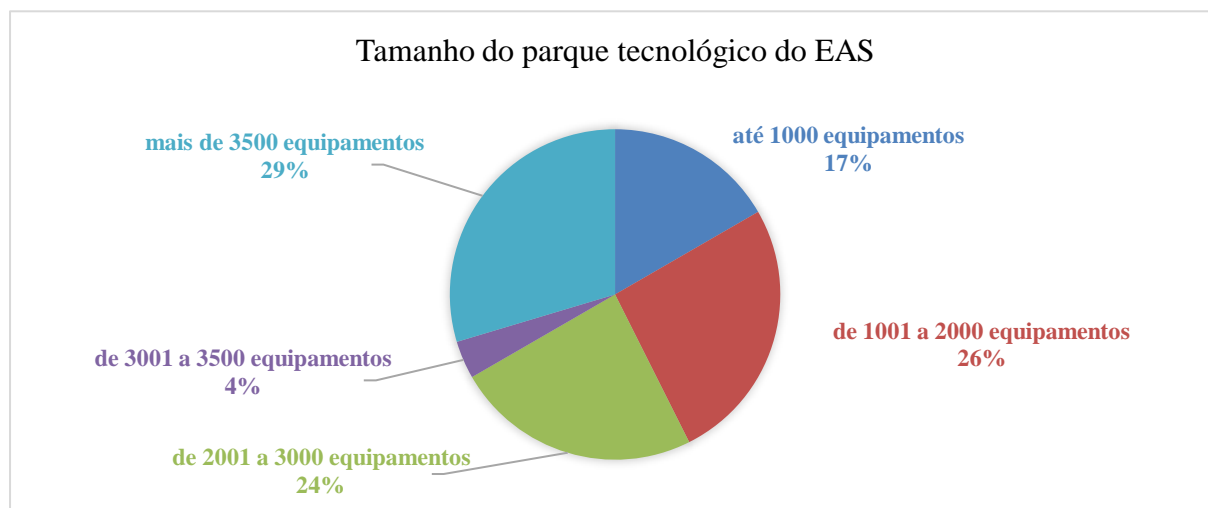
**Figura 4.7.** Tipo do EAS. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Quanto ao número de leitos dos EAS em que os engenheiros clínicos atuam, de acordo com a Figura 4.8, há predominância de hospitais com mais de 400 leitos ou de 201 a 300 leitos, com 31,5% de respondentes em cada faixa da escala. Por outro lado, observa-se que há poucos engenheiros clínicos atuando em EAS com menos de 100 leitos (13%). Isso mostra que, quanto maior o porte do hospital, maior a necessidade de controle e gestão do parque tecnológico.



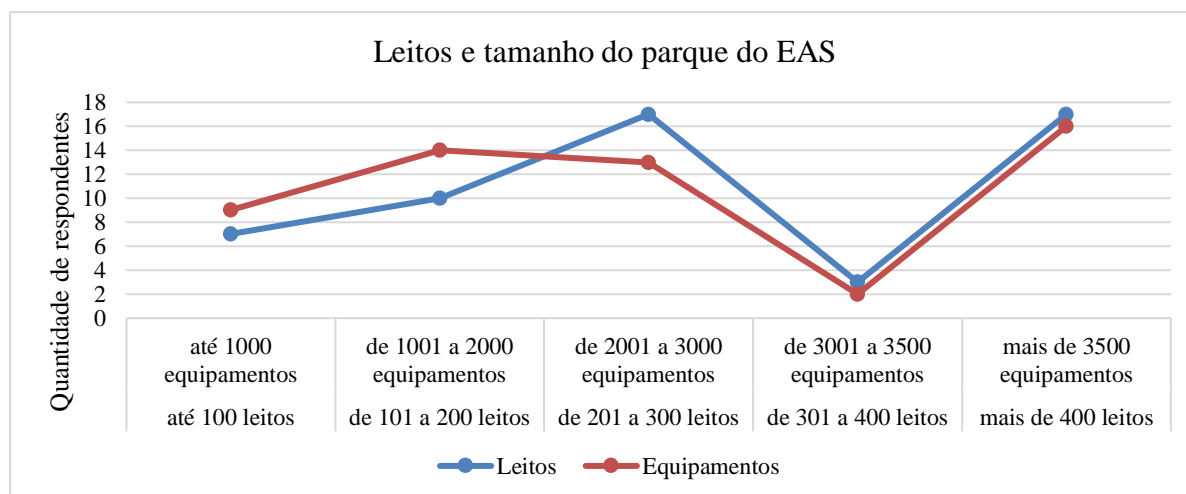
**Figura 4.8.** Quantidade de leitos do EAS. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Do mesmo modo que no número de leitos, o quantitativo de equipamentos dos EAS influencia na presença de equipes de engenharia clínica implantadas. Quanto maior o tamanho dos parques tecnológicos, mais respondentes tivemos, conforme se observa na Figura 4.9.



**Figura 4.9.** Tamanho do parque tecnológico do EAS. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Diante do exposto, pode-se verificar uma similaridade entre o tamanho do parque e o quantitativo de leitos dos EAS, o que pode ser observado, ao comparar os dois quesitos na Figura 4.10.



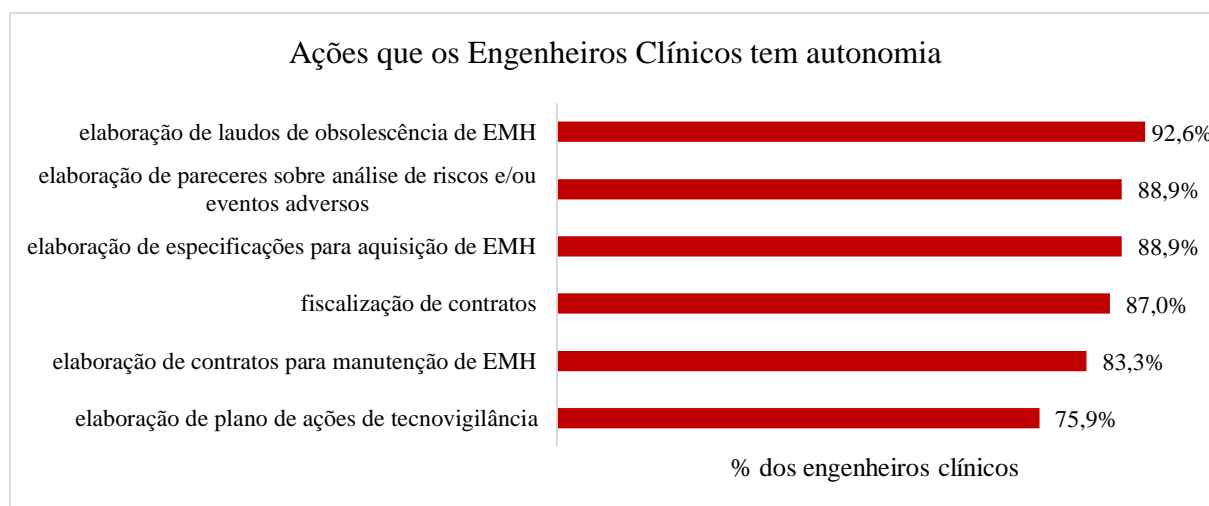
**Figura 4.10.** Quantidade de leitos e tamanho do parque do EAS. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Ao observar a Figura 4.10, pode-se notar que há um ponto fora da curva, referente a resposta de 3001 a 3500 equipamentos, uma vez que nesse ponto a escala está a cada 500 e nas outras alternativas era a cada 1000.

### 4.3 PERFIL DAS EQUIPES DE EC

O primeiro quesito verificado em relação aos setores de EC em que os respondentes atuam é acerca das ações gerenciais em que o engenheiro clínico possui autonomia para executar. Como resultado, apresentado na Figura 4.11, observa-se que a maioria deles possui autonomia em grande parte das ações gerenciais elencadas, mostrando que os EAS, em consonância com a legislação, respeitam o papel do engenheiro clínico como profissional técnico detentor das atribuições para essas atividades. Isso corrobora as informações apresentadas pelo estudo de Del Solar (2017).

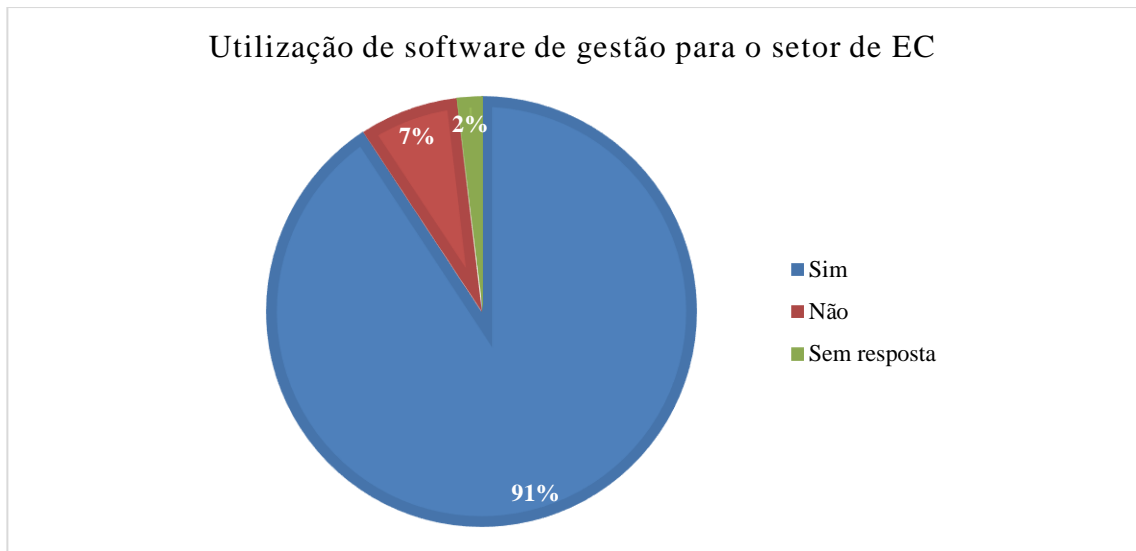
Embora a maioria dos engenheiros clínicos possua autonomia em grande parte das ações gerenciais elencadas, é importante ressaltar que algumas ações, como a elaboração do plano de ações de tecnovigilância, exigem uma abordagem multidisciplinar e a colaboração de profissionais de diferentes áreas para sua execução, o que pode explicar a menor porcentagem de respondentes em relação a essa atividade (ANVISA, 2021).



**Figura 4.11.** Ações que os engenheiros clínicos tem autonomia. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

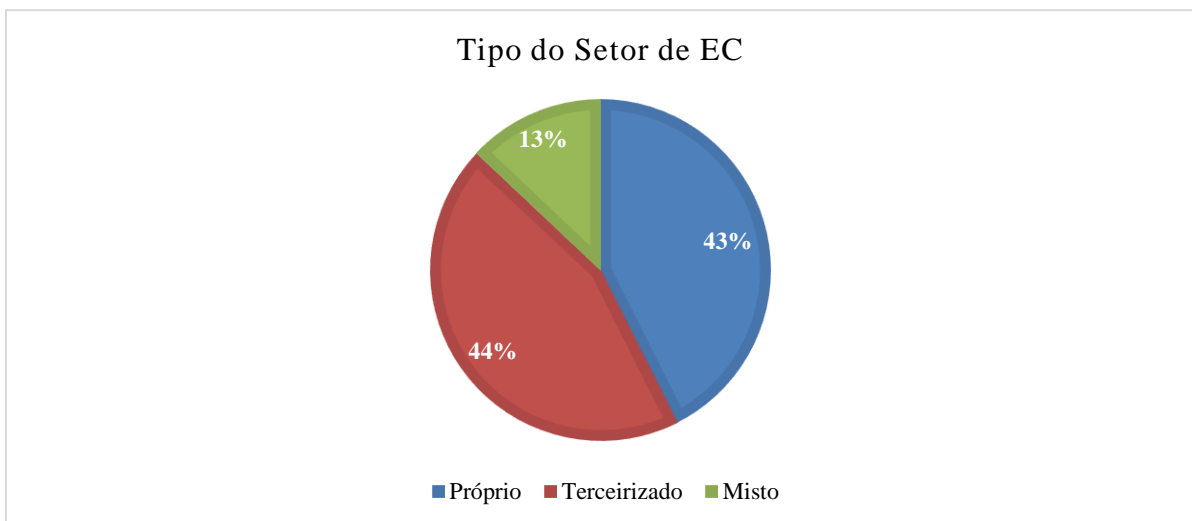
Outro quesito avaliado sobre o perfil das equipes de EC, visa verificar se utilizam *software* de gestão de EMH e de manutenção. Conforme podemos observar a Figura 4.12, mais de 90% dos respondentes utiliza o referido tipo de *software*, mostrando a importância da tecnologia para o gerenciamento dos serviços de gestão e manutenção de EMH. Houve um dos respondentes que não respondeu este quesito, tendo em vista que esta pergunta, erroneamente, não era de resposta obrigatória.





**Figura 4.12.** Utilização de software de gestão para o setor de EC. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Conforme os respondentes, a maior parte dos EAS possuem setores de engenharia clínica terceirizados (44,4%), pouco acima dos setores que são próprios (42,6%). Apenas 13% possuem setores mistos, com profissionais tanto próprios quanto terceirizados. Estes resultados podem ser visualizados na Figura 4.13.



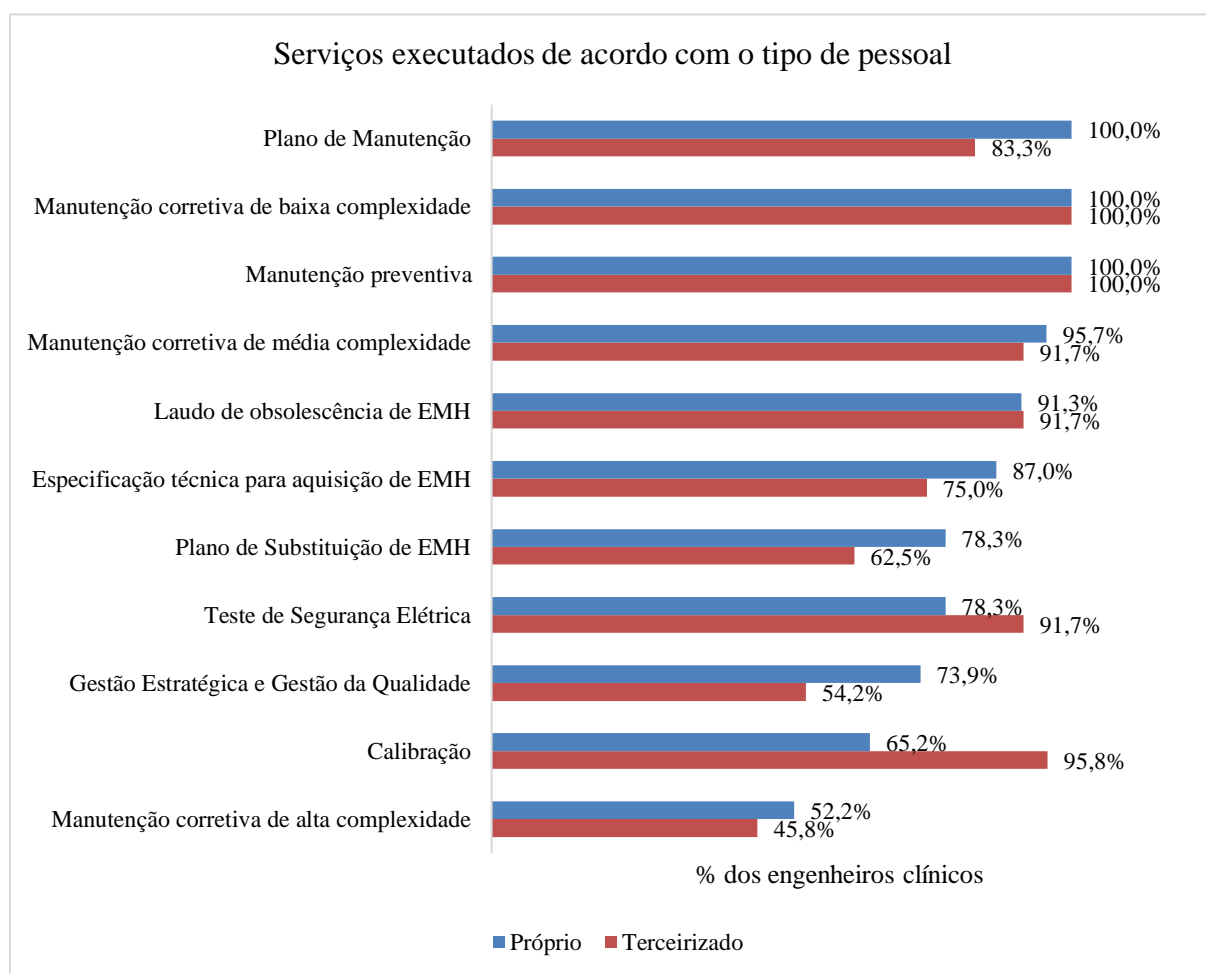
**Figura 4.13.** Tipo do Setor de EC. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

#### 4.3.1 Setor de EC Próprio ou Terceirizado

Dentre os engenheiros clínicos que responderam que o EAS possui setor de EC próprio, muitos serviços são executados por essa equipe, como MP, MC de baixa e médica complexidade, plano de manutenção, laudos de obsolescência e especificação técnica para

aquisição de equipamentos. Cada um dos serviços elencados anteriormente são executados por mais de 87% das equipes de EC próprias. Estes dados podem ser visualizados na Figura 4.14.

No entanto, alguns serviços são executados por uma parcela menor de equipes, como a calibração (65,2%) e a manutenção de alta complexidade (52,2%). O primeiro necessita de equipamentos e analisadores altamente especializados para cada família de EMH, o que dificulta a realização por equipes próprias dos EAS, sendo necessário contratar empresas para realizar estes serviços pontualmente. Algo semelhante ocorre com o segundo, uma vez que depende de conhecimentos específicos sobre alguns EMH, como os de diagnóstico por imagem por exemplo, sendo normalmente objeto de contratos diretos com o fabricante, como afirma Brasil (2013).



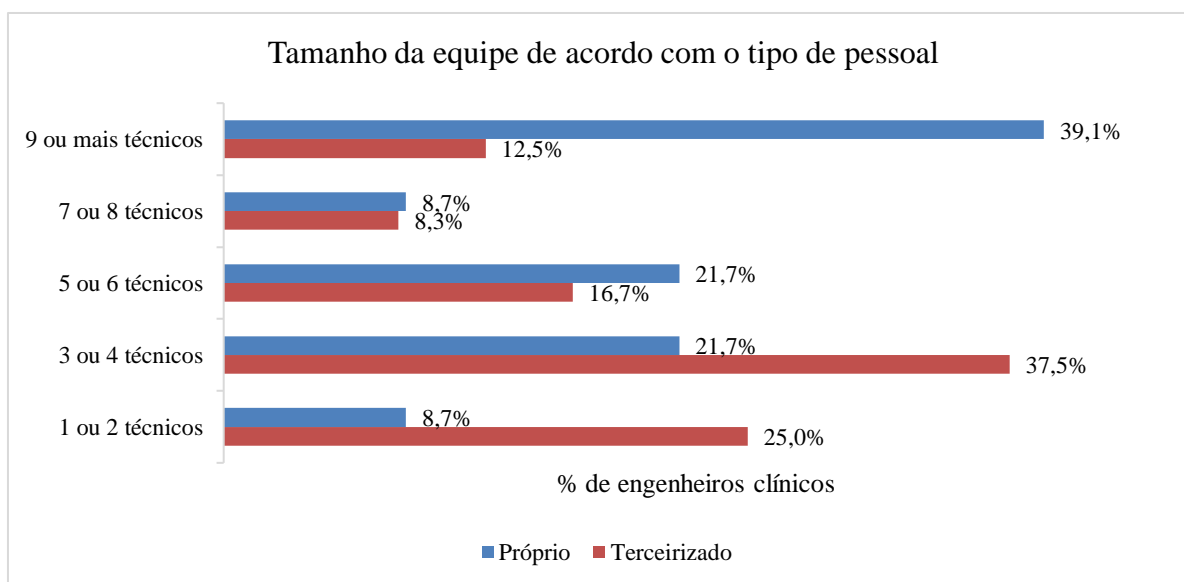
**Figura 4.14.** Serviços executados de acordo com o tipo de pessoal. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Já os engenheiros clínicos que atuam em EAS, cujo setor de EC é terceirizado, pode-se observar muitas semelhanças em relação aos serviços executados nas equipes próprias,

sobretudo naqueles relacionados com a manutenção na prática. Inclusive, ainda menos equipes executam manutenções de alta complexidade (45,8%).

Quanto às diferenças, observa-se que aproximadamente 96% das equipes terceirizadas executam a calibração de EMH internamente e 91% executam testes de segurança elétrica. Além disso, menos equipes, cujo pessoal é terceirizado, executa as atividades relacionadas à gestão, como plano de manutenção (83,3%), especificação para aquisição de EMH (75%) e gestão estratégica e da qualidade (54,2%).

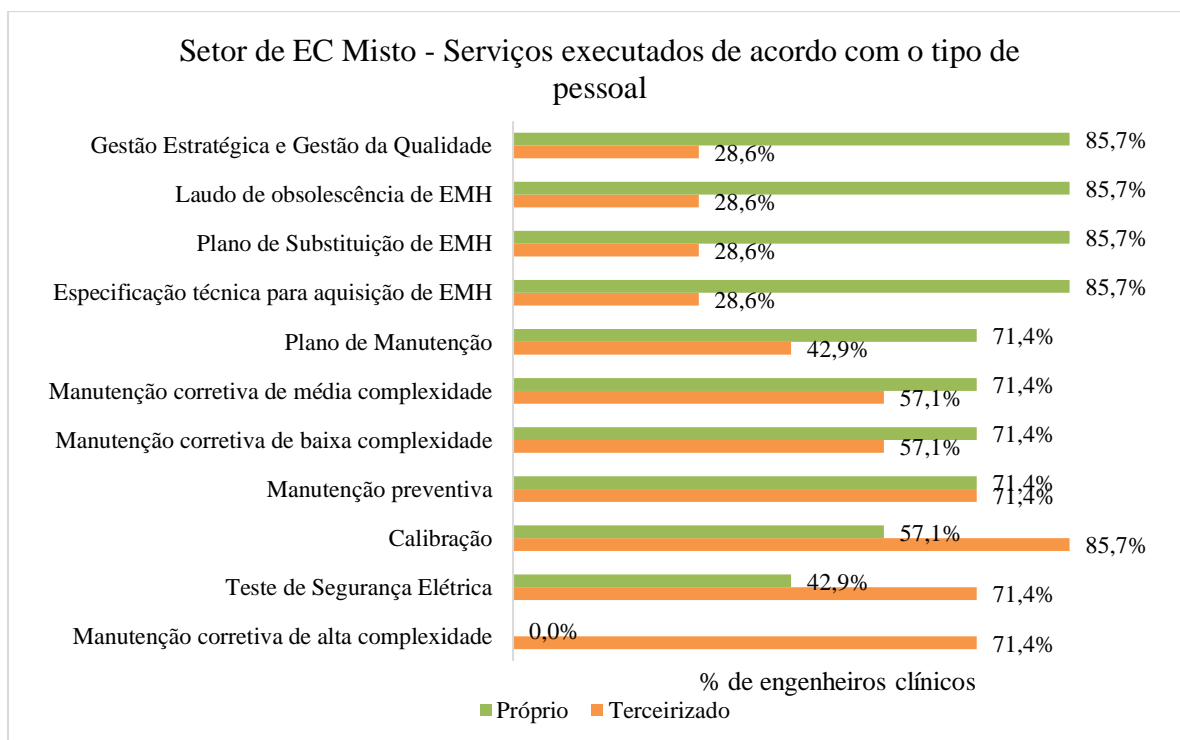
O outro quesito analisado, quanto ao perfil das equipes, é a quantidade de técnicos. Observa-se que, em linhas gerais, as equipes terceirizadas são compostas por menos técnicos que as equipes próprias, como pode ser observado na Figura 4.15.



**Figura 4.15.** Tamanho da equipe de acordo com o tipo de pessoal. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

### 4.3.2 Setor de EC misto

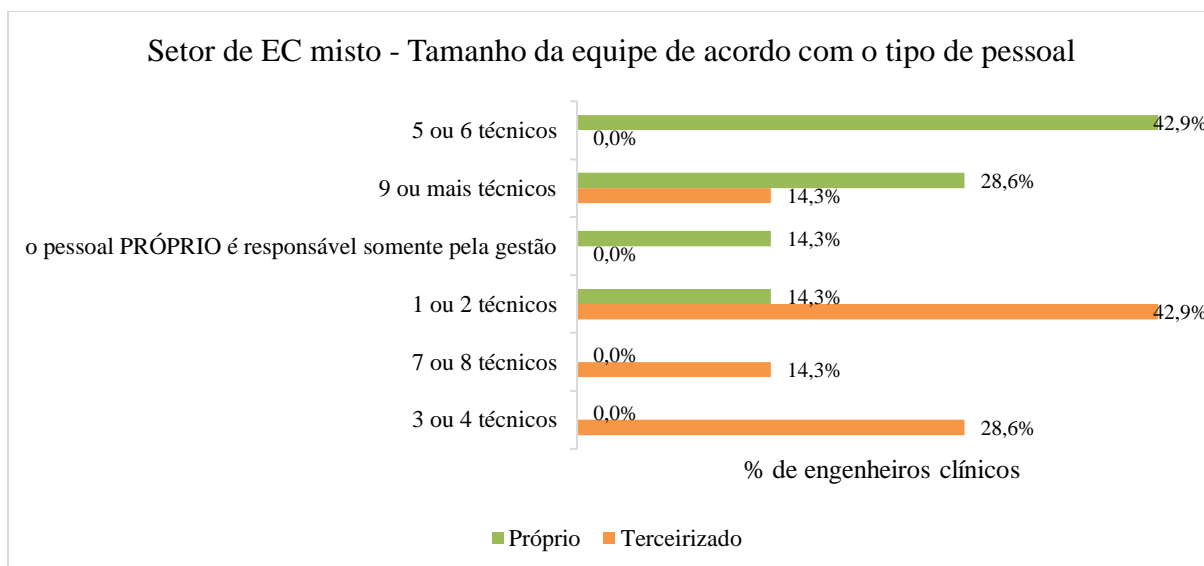
Já dentre os engenheiros clínicos que responderam que o setor de EC em que atuam são mistos, caracterizados pela existência de profissionais tanto próprios quanto terceirizados, responderam acerca das atividades que cada um dos grupos de profissionais executa em suas equipes, conforme mostra a Figura 4.16.



**Figura 4.16.** Setor de EC Misto - Serviços executados de acordo com o tipo de pessoal. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Pode-se observar que há uma clara divisão, dentro das equipes de EC mistas, dos serviços que são executados por profissionais próprios do EAS e daqueles executados por terceirizados. Os profissionais próprios realizam em sua maioria, as atividades de gestão de EMH, planejamento e manutenções de menor complexidade. Já os profissionais terceirizados executam os serviços mais complexos, como a calibração, teste de segurança elétrica e manutenções de alta complexidade.

Sobre o dimensionamento das equipes de EC, conforme apresentado na Figura 4.17, há um maior quantitativo de técnicos próprios que terceirizados. Um dos engenheiros clínicos respondeu que o pessoal próprio é responsável apenas pela gestão.



**Figura 4.17.** Setor de EC Misto - Serviços executados de acordo com o tipo de pessoal. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Esses dados estão em consonância com Brasil (2013), ao detalhar como se diferenciam os tipos de equipes de EC, mostrando que atividades que demandam maior autonomia na tomada de decisão estão a cargo de profissionais próprios do EAS. Enquanto que as atividades de manutenção que exigem maior conhecimento técnico e prático, podem ser terceirizados.

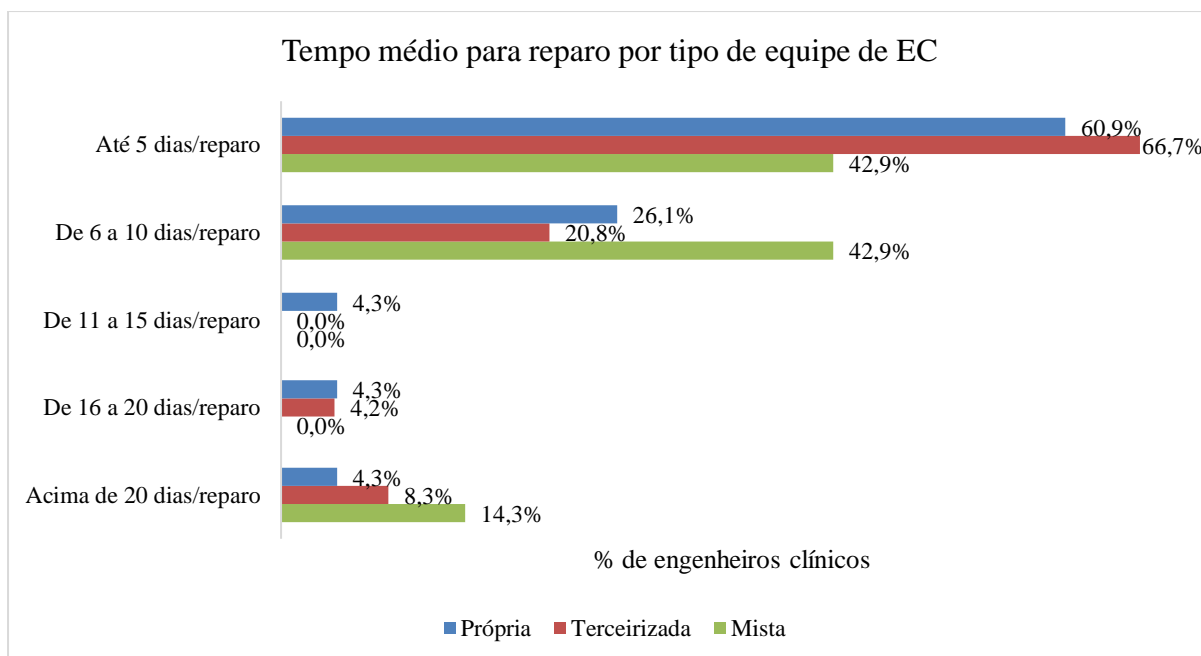
## 4.4 INDICADORES DE DESEMPENHO

Os próximos quesitos que serão apresentados são os indicadores de desempenho dos serviços prestados pelas equipes, que tem por objetivo verificar, em termos práticos, como funcionam os setores de EC em que os engenheiros clínicos atuam.

Os dados referentes a esses indicadores serão apresentados de forma combinada com as características dos EAS e das equipes de EC que já foram apresentados nas seções anteriores.

### 4.4.1 Indicador de tempo médio para reparo

Este indicador tem por objetivo verificar quanto tempo, em média, é necessário para colocar os equipamentos em funcionamento ao necessitar de MC. Ao cruzar as respostas dos engenheiros clínicos, referentes a esse indicador, com o tipo de equipe de EC, obteve-se os dados apresentados na Figura 4.18.



**Figura 4.18.** Tempo médio para reparo por tipo de equipe de EC. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Os dados mostram que 66,7% das equipes de EC terceirizadas levam até 5 dias, em média, para realizar os reparos. Este dado é ligeiramente superior aos 60,9% das equipes próprias, que atingem a mesma marca nesse indicador. Cabe destacar, também, que 8,3% das equipes terceirizadas levam mais de 20 dias/reparo.

Ao estratificar este indicador, analisando dentro do tipo de equipe de EC (próprias e terceirizadas), qual o quantitativo de técnicos, temos os dados apresentados pela Tabela 4.1 e pela Tabela 4.2.

**Tabela 4.1.** Quantitativo de respondentes em cada faixa do indicador de tempo médio para reparo de equipes de EC próprias de acordo com o quantitativo de técnicos.

Tipo de equipe de EC	Quantidade de técnicos	Tempo Médio para Reparo de EMH				
		Até 5 dias/reparo	De 6 a 10 dias/reparo	De 11 a 15 dias/reparo	De 16 a 20 dias/reparo	Acima de 20 dias/reparo
Própria	1 ou 2 técnicos	2	0	0	0	0
	3 ou 4 técnicos	4	1	0	0	0
	5 ou 6 técnicos	2	3	0	0	0
	7 ou 8 técnicos	1	1	0	0	0
	9 ou mais técnicos	7	1	1	1	1

**Tabela 4.2.** Quantitativo de respondentes em cada faixa do indicador de tempo médio para reparo de equipes de EC terceirizadas de acordo com o quantitativo de técnicos.

Tipo de equipe de EC	Quantidade de técnicos	Tempo Médio para Reparo de EMH				
		Até 5 dias/reparo	De 6 a 10 dias/reparo	De 11 a 15 dias/reparo	De 16 a 20 dias/reparo	Acima de 20 dias/reparo
Terceirizada	1 ou 2 técnicos	5	0	0	0	1
	3 ou 4 técnicos	6	1	0	1	1
	5 ou 6 técnicos	2	2	0	0	0
	7 ou 8 técnicos	0	2	0	0	0
	9 ou mais técnicos	3	0	0	0	0

Dos engenheiros clínicos que atuam em equipes de EC próprias, 28% responderam que apresentam um tempo médio para reparo de até 5 dias e que possuem 9 ou mais técnicos. Já daqueles que atuam em equipes terceirizadas, 25% atingem este mesmo tempo, mas possuem 3 ou 4 técnicos e 20,8% possuem 1 ou 2 técnicos.

Diante do exposto, pode-se observar que apesar das equipes terceirizadas com melhor desempenho nesse indicador possuem um menor quantitativo de técnicos, atingem um tempo médio para reparo similar ao das equipes próprias.

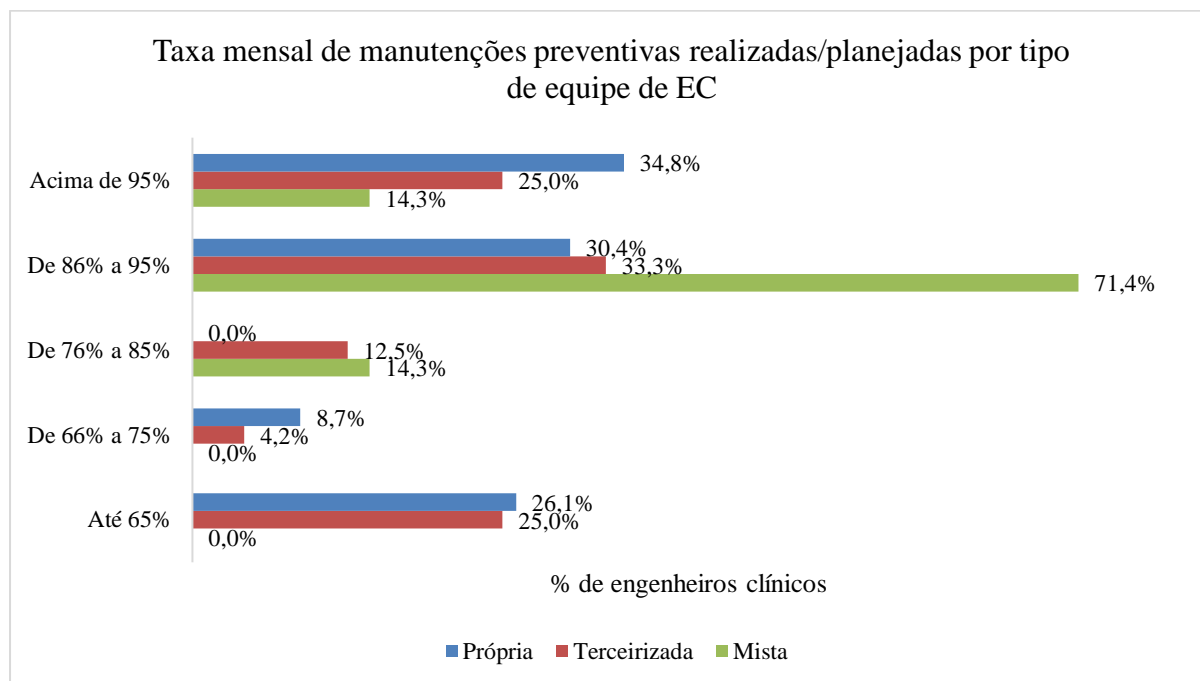
Conforme observado por Brasil (2013), as equipes de EC terceirizadas são contratadas pelos EAS para cumprir as funções como se fossem equipes próprias. Os contratos desse tipo possuem metas mensais a serem atingidas para os indicadores de serviço. Em caso de não cumprimento da meta estabelecida, o EAS pode colocar penalidades como redução do valor mensal a ser pago, ou até o rompimento do contrato.

Isso pode explicar os dados obtidos, mostrando que as equipes terceirizadas precisam atingir os indicadores vinculados ao contrato que tem com os EAS, porém com equipes menores, que podem significar menos custos.

Por outro lado, observa-se que as equipes próprias podem ser maiores pelo fato de que os EAS precisam ter colaboradores suficientes para cobrir as ausências por férias, doença, licenças. Já as equipes terceirizadas alocam a força de trabalho mínima necessária para realização das atividades e, em caso de falta de um colaborador, fazem a reposição utilizando de seus próprios quadros de trabalho.

#### **4.4.2 Indicador de taxa de manutenções preventivas realizadas**

De modo a analisar qual a taxa percentual média das manutenções preventivas planejadas mensalmente que são efetivamente realizadas pelas equipes de EC, de acordo com o tipo, obteve-se os dados apresentados na Figura 4.19.



**Figura 4.19.** Taxa mensal de manutenções preventivas realizadas/planejadas por tipo de equipe de EC. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Verifica-se que 34,8% das equipes de EC próprias, 25% das terceirizadas e 14,3% das mistas realizam mais de 95% das manutenções preventivas planejadas.

Outro dado relevante é que 30,4% das equipes próprias, 33,3% das terceirizadas e 71,4% das mistas realizam de 86% a 95% dessas manutenções.

Por fim, a Figura 4.19 também mostra que 26% das equipes próprias e 25% das terceirizadas não atingem 65% das manutenções preventivas previstas para serem realizadas em cada mês.

Analisando os dados apresentados combinados com o quantitativo de técnicos de acordo com o tipo de equipe, obtém-se a Tabela 4.3 e a Tabela 4.4.

**Tabela 4.3.** Quantitativo de respondentes em cada faixa do indicador de manutenções preventivas realizadas de equipes de EC próprias de acordo com o quantitativo de técnicos.

Tipo de equipe de EC	Quantidade de técnicos	Taxa mensal média de manutenções preventivas realizadas/planejadas				
		Até 65%	De 66% a 75%	De 76% a 85%	De 86% a 95%	Acima de 95%



Própria	1 ou 2 técnicos	0	1	0	0	1
	3 ou 4 técnicos	0	0	0	3	2
	5 ou 6 técnicos	1	1	0	2	1
	7 ou 8 técnicos	0	0	0	1	1
	9 ou mais técnicos	5	0	0	1	3

**Tabela 4.4.** Quantitativo de respondentes em cada faixa do indicador de manutenções preventivas realizadas de equipes de EC terceirizadas de acordo com o quantitativo de técnicos.

Tipo de equipe de EC	Qtd técnicos	Taxa mensal média de manutenções preventivas realizadas/planejadas				
		Até 65%	De 66% a 75%	De 76% a 85%	De 86% a 95%	Acima de 95%
Terceirizada	1 ou 2 técnicos	1	0	2	2	1
	3 ou 4 técnicos	4	0	1	2	2
	5 ou 6 técnicos	1	0	0	1	2
	7 ou 8 técnicos	0	1	0	1	0
	9 ou mais técnicos	0	0	0	2	1

Apesar de 21,7% das equipes de EC próprias possuírem 9 ou mais técnicos, realizam até 65% das manutenções preventivas planejadas. Isso pode significar problemas na gestão dessas equipes ao estabelecer as divisões de tarefas entre os técnicos, já que isso é atribuição do engenheiro clínico, conforme Bronzino (2006) apresenta.

Quanto às equipes desse mesmo tipo que realizam acima de 86%, chegando a mais de 95% das manutenções planejadas, estão bem distribuídas entre as categorias de quantitativos de técnicos, mostrando que não este indicador não é influenciado diretamente pelo tamanho das equipes.

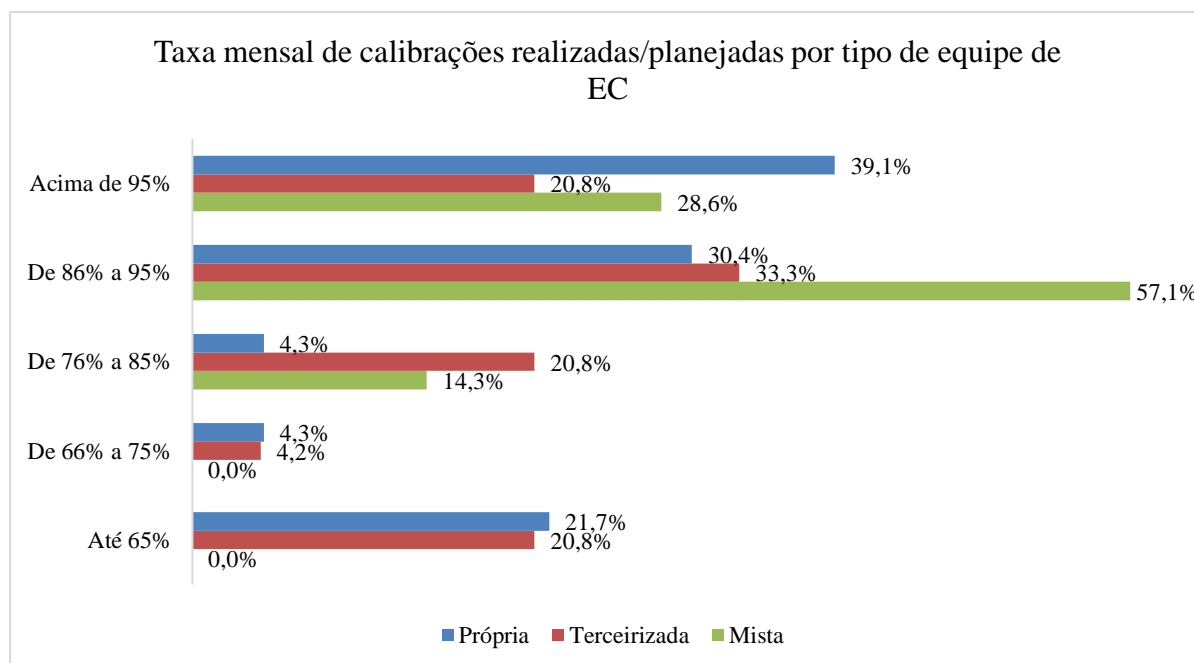
Por outro lado, as equipes de EC terceirizadas que realizam até 65% das manutenções preventivas planejadas possuem, em sua maioria, 3 ou 4 técnicos. As equipes com melhor desempenho nesse indicador possuem até 6 técnicos.

Diante disso, observa-se mais uma vez a ratificação do que Brasil (2013) afirma acerca das equipes de EC terceirizadas, que possuem menor quantitativo de pessoal para diminuição de custos, mas por força contratual precisam alcançar os indicadores estabelecidos para não sofrerem penalidades.

As equipes mistas não foram estratificadas, quanto ao número de técnicos, para analisar a taxa de manutenções preventivas realizadas em relação às planejadas, no entanto, pode-se destacar que 85,7% dessas equipes realizam mais de 86% do planejamento.

#### 4.4.3 Indicador de taxa de calibrações realizadas

De modo a analisar qual a taxa percentual média das calibrações planejadas mensalmente que são efetivamente realizadas pelas equipes de EC, de acordo com o tipo, obteve-se os dados apresentados na Figura 4.20.



**Figura 4.20.** Taxa mensal de calibrações realizadas/planejadas por tipo de equipe de EC. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Das equipes de EC próprias, 39,1% realizam mais de 95% das calibrações planejadas e 30,4% realizam de 86% a 95%. Na outra extremidade da escala, 21,7% dessas equipes realizam até 65% das calibrações.

Já dentre as equipes compostas por pessoal terceirizado, 20,8% realizam acima de 95% e outros 33,3% realizam entre 86% a 95% do planejamento mensal. Outros 20,8% ainda realizam de 76% a 85%. Por outro lado, 20,8% delas realizam até 65% do que foi planejado. Conforme já mencionado em seções anteriores, Brasil (2013) mostra que as equipes de EC terceirizadas possuem obrigações contratuais quanto ao atingimento dos indicadores. No entanto, cada contrato pode estabelecer uma meta diferente a ser atingida. Isso explica a distribuição das respostas dentro das 3 primeiras faixas.

Destaca-se, ainda, que 85,7% das equipes mistas realizam mais de 86% das calibrações que foram planejadas.

Observa-se que há uma grande similaridade entre os dados do indicador de calibrações e os dados do indicador de manutenções preventivas. No entanto, vê-se um aumento de equipes de EC, sejam próprias ou terceirizadas, que realizam acima de 95% das calibrações, em relação às manutenções preventivas.

Tendo em vista que a calibração é um tipo de manutenção específica que visa garantir que os valores fornecidos pelos EMH estejam dentro das tolerâncias estabelecidas pelos fabricantes e pelas normas técnicas, conforme menciona Brasil (2002), vê-se uma especial importância dedicada pelas equipes de EC dos respondentes para que a grande maioria dos EMH que demandam esse tipo atuação estejam em conformidade com as normas metrológicas vigentes.

#### **4.4.4 Indicador de taxa de disponibilidade do parque tecnológico**

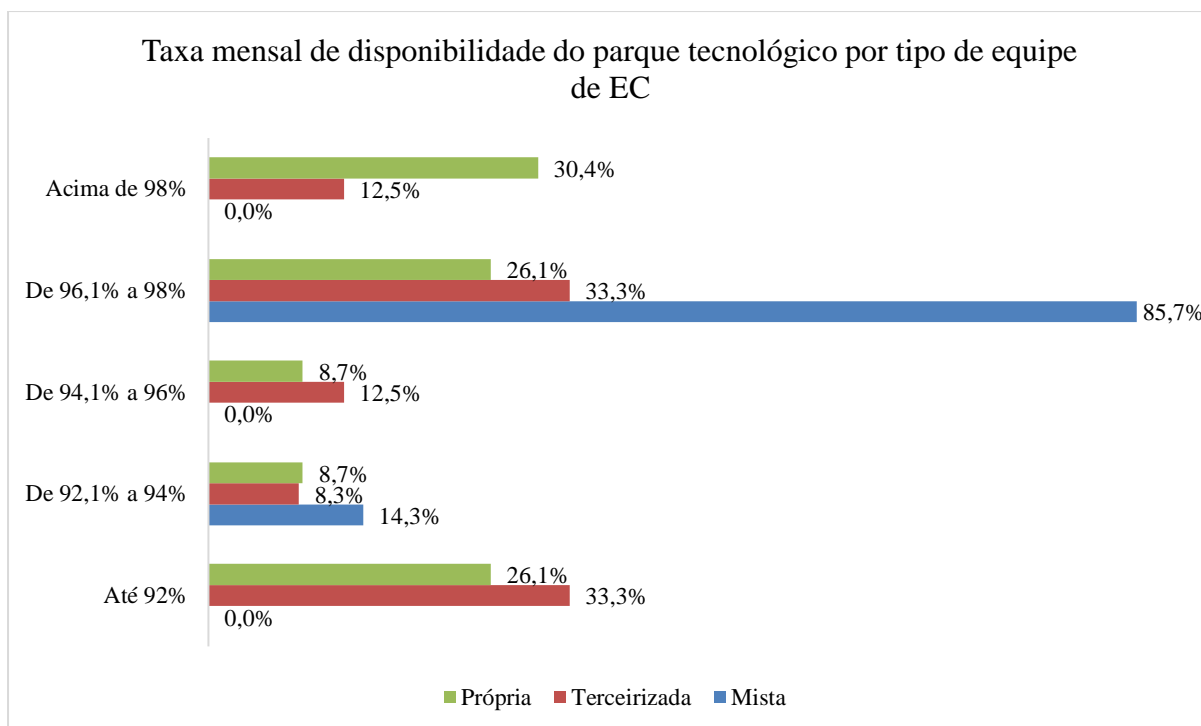
Este indicador avalia o desempenho geral das equipes de EC, ao verificar quanto do tempo os EMH permanecem disponíveis para uso dos setores assistenciais. Os dados obtidos pelos respondentes são apresentados na Figura 4.21, de acordo com o tipo de equipe de EC.

O melhor desempenho nesse indicador, alcançando acima de 98% de disponibilidade do parque tecnológico, é atingido por 30,4% das equipes de EC próprias e por 12,5% das terceirizadas.

Outros 26,1% das equipes de EC próprias atingem de 96,1 a 98% de taxa de disponibilidade, enquanto que 33,3% das equipes terceirizadas alcançam essa marca. Observa-se, também, que 85,7% das equipes mistas, ou seja, quase a totalidade desse tipo de equipe alcança essa faixa do indicador analisado.

No entanto, repetindo alguns dos outros indicadores já analisados, há uma parcela dos respondentes, em torno de 20% a 30%, tanto das equipes próprias quanto das terceirizadas, que ficam na menor faixa do indicador, ou seja até 92% de disponibilidade do parque tecnológico.

Como este indicador possui em sua escala faixas de variação muito pequenas, não se conseguiu observar similaridade com os demais indicadores para cada um dos tipos de equipe de EC.

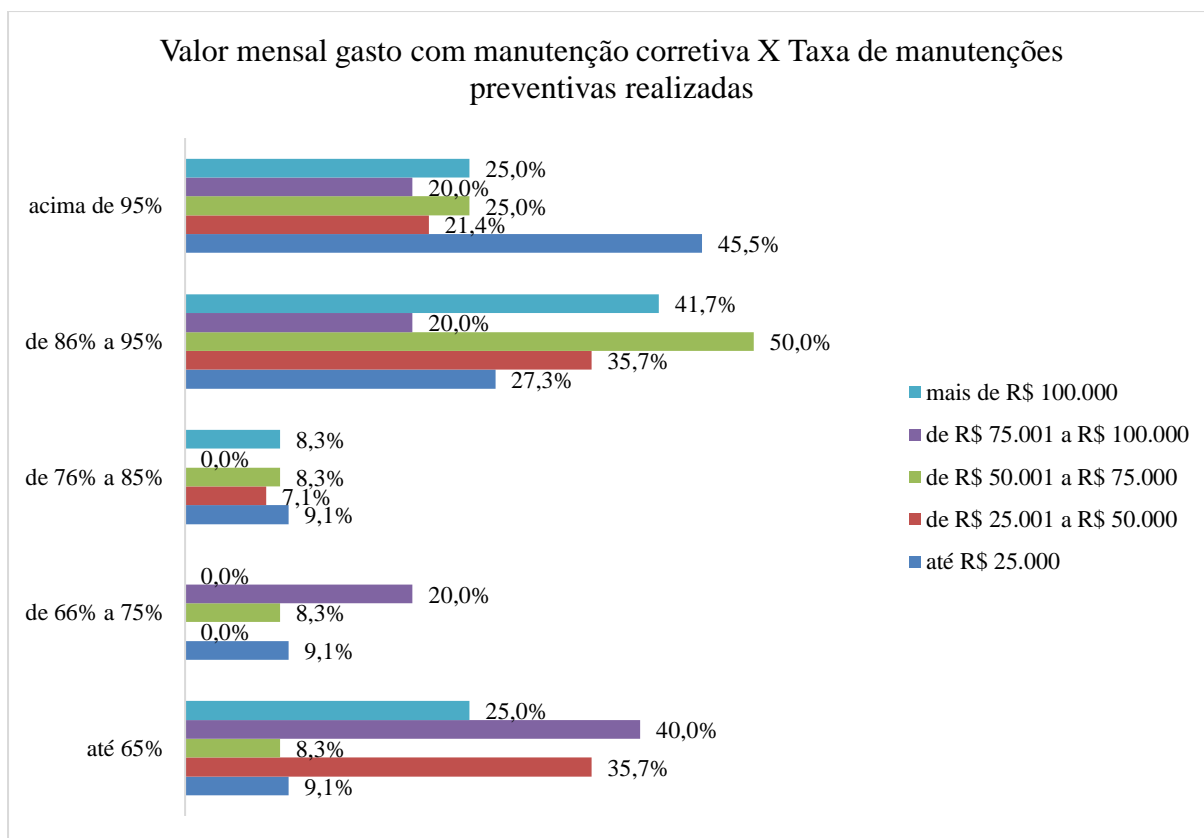


**Figura 4.21.** Taxa mensal de disponibilidade do parque tecnológico por tipo de equipe de EC. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

#### 4.4.5 Indicador de valor mensal gasto com MC

Este indicador visa mensurar o montante de recursos financeiros que é gasto mensalmente com a MC dos equipamentos, ou seja, aqueles reparos que são necessários para corrigir problemas ou falhas que já ocorreram. Um dos principais objetivos dessa análise é verificar a efetividade da MP. Isso porque, quando os equipamentos são mantidos de forma preventiva, é esperado que ocorram menos falhas e, conseqüentemente, um menor gasto com MC (SOUZA, 2012).

Para realizar essa análise, os dados dos valores gastos com MC foram cruzados com as taxas de MP realizada, os quais podem ser observados na Figura 4.22.



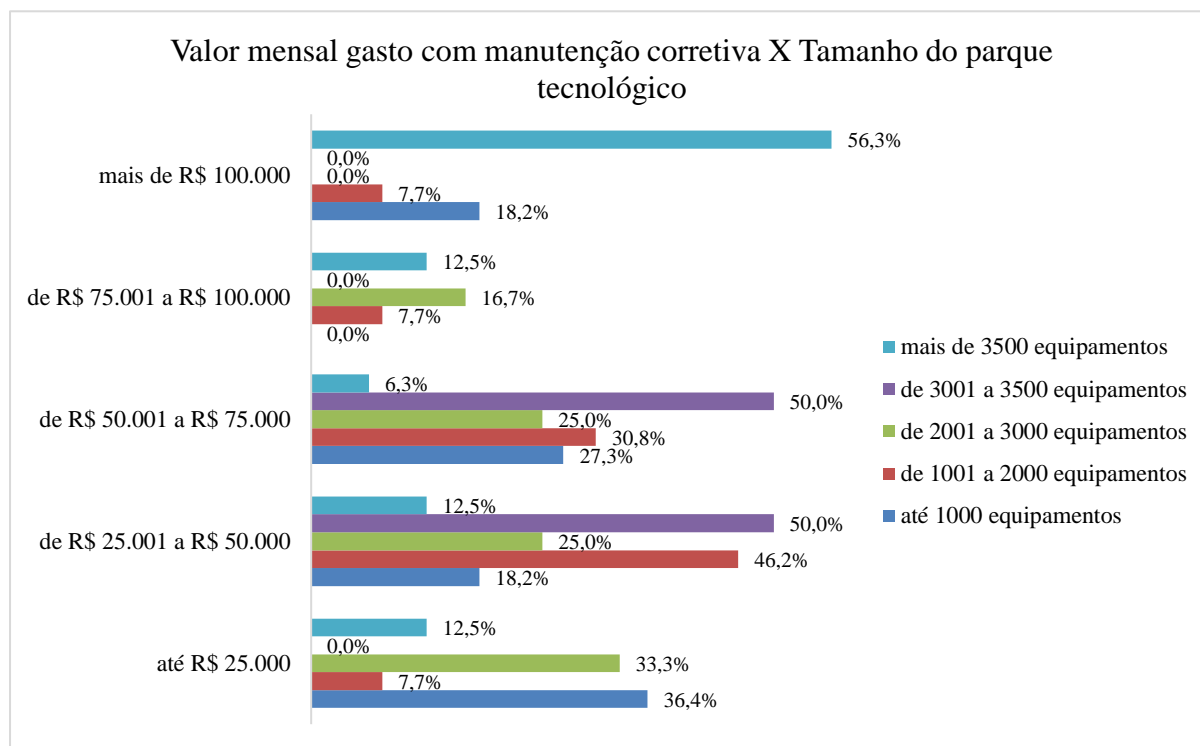
**Figura 4.22.** Valor mensal gasto com manutenção corretiva X Taxa de manutenções preventivas realizadas. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Os dados mostram que 45,5% das equipes que gastam até R\$ 25.000,00, realizam acima de 95% das manutenções preventivas planejadas e outros 27,3% realizam de 86% a 95%. Além disso, verifica-se que 25% das equipes que gastam mais de R\$ 100.000,00 realizam até 65% das manutenções preventivas planejadas.

Esses dados corroboram o estudo de Souza (2012), cujos dados apontam que houve redução nos custos com manutenção corretiva do Departamento de Engenharia Clínica analisado, à medida que se aumentaram as taxas de MP. Isso mostra que há uma relação entre esses dois indicadores e que é essencial que os EAS acompanhem de perto esse indicador, buscando sempre melhorar a eficiência da MP e minimizar o custo da MC.

Outra abordagem sobre os custos de MC é verificar a relação desse indicador com o número de equipamentos do parque tecnológico. É de fundamental importância para o planejamento financeiro dos EAS, prever quanto gastarão mensalmente, em média, com MC. E uma das informações que podem balizar esse planejamento é o quantitativo de EMH que o EAS possui.

Nesse contexto, a Figura 4.23 apresenta o resultado da tabulação cruzada dos dados do indicador de gastos mensais de MC com o tamanho do parque tecnológico dos EAS em que os engenheiros clínicos atuam.

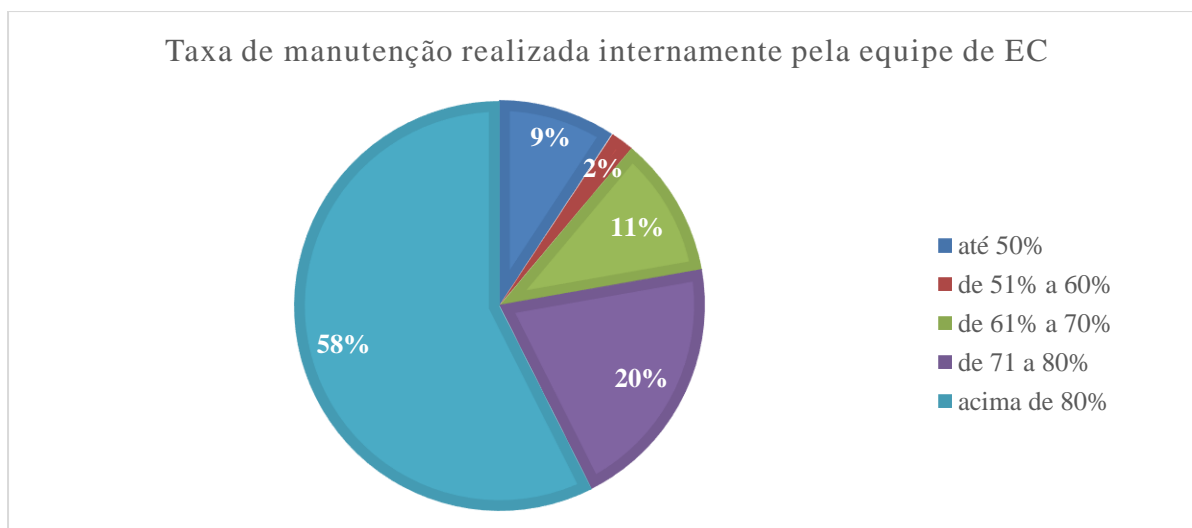


**Figura 4.23.** Atuação como gestor do setor de EC do EAS. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Esses dados corroboram a informação de que o tamanho do parque influencia nos custos com MC. Observa-se que 56,3% dos EAS com mais de 3500 equipamentos gasta mais de R\$ 100.000,00 mensalmente com MC. No outro extremo, temos 36,4% de EAS com até 1000 equipamentos e que gastam até R\$ 25.000,00.

#### 4.4.6 Indicador de taxa de manutenção realizada internamente pela equipe de EC

Este quesito tem por objetivo avaliar qual porcentagem dos serviços de manutenção são executados pela equipe de EC interna dos EAS, sejam eles próprios, terceirizados ou mistos. A Figura 4.24 apresenta os dados referentes a este indicador, conforme as respostas dos engenheiros clínicos.



**Figura 4.24.** Taxa de manutenção realizada internamente pela equipe de EC. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.

Os dados obtidos mostram que grande parte das equipes de EC realizam as manutenções internamente, sendo possível reduzir os custos com fornecedores e empresas externas. Um total de 58% das equipes de EC realiza mais de 80% das manutenções dentro do próprio EAS, chegando a 78% dos respondentes, considerando as que encaminham até 30% das manutenções para serem executadas por serviço externo.

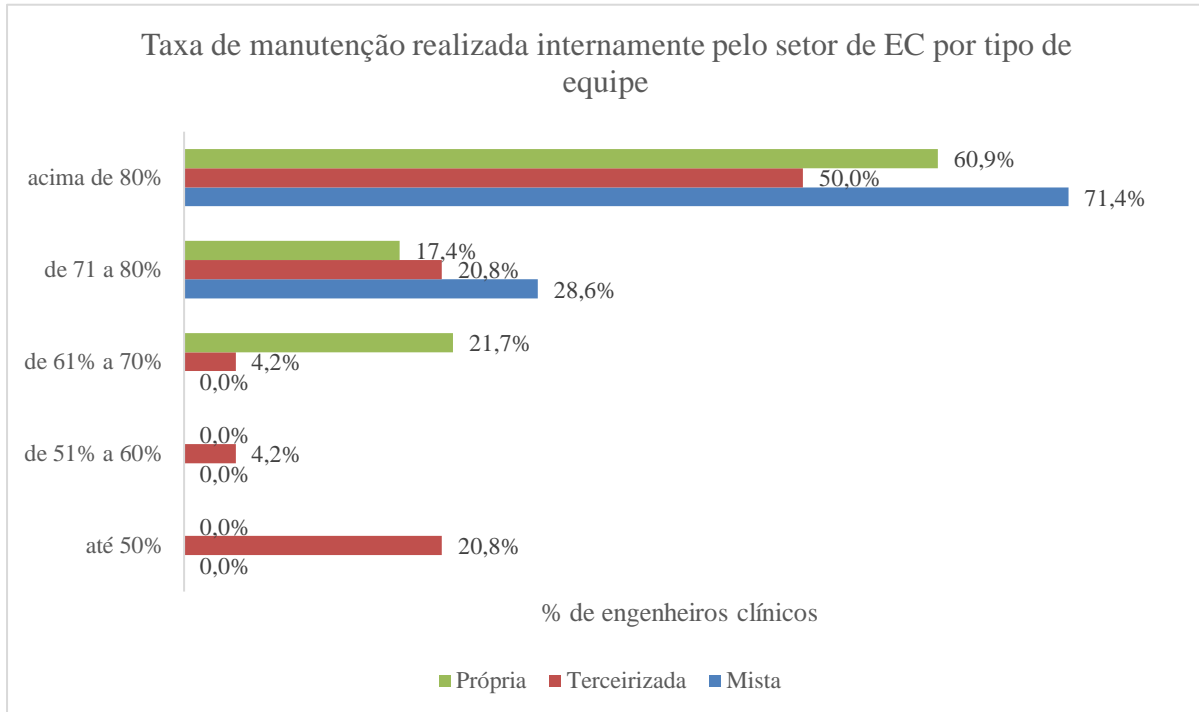
Estes dados estão em consonância com os apresentados pelo estudo de Felice (2020), que aponta que 80% das equipes de EC realizam 75% das manutenções dentro do próprio setor e corroboram o que foi dito por Felice (2020) *apud* Calil (2016), em que a principal meta das equipes de EC atuando no Brasil é a redução dos custos com manutenção externa.

No entanto, observa-se uma parcela de 9% dos respondentes que realiza até 50% das manutenções internamente. De modo a verificar qual o tipo de equipe de EC que contribui para este indicador, os dados foram estratificados e apresentados na Figura 4.25.

Da análise da Figura 4.25, observa-se que todas as equipes que atingem 50% de manutenções internas são terceirizadas, correspondendo a 20,8% das equipes desse tipo.

Esses dados podem ser explicados pelo fato de que alguns contratos de terceirização de engenharia clínica não discriminam todas as manutenções que devem ser executadas pela equipe contratada. Isso permite que uma parcela delas apresente justificativas para encaminhar alguns EMH para serviço externo, seja por falta de conhecimento técnico da equipe ou pela dificuldade em ter acesso às peças necessárias para manutenção.

Por outro lado, 78,3% das equipes próprias realizam mais de 70% de manutenções internamente. Quando um EAS se propõe a implantar um setor de EC com colaboradores contratados diretamente ou concursados, infraestrutura, ferramentas e equipamentos, objetiva que os investimentos realizados sejam compensados na redução de custos de manutenção externa.



**Figura 4.25.** Taxa de manutenção realizada internamente pelo setor de EC por tipo de equipe. Fonte: Pesquisa realizada com os engenheiros clínicos.



## 5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a análise do perfil das equipes de EC do Brasil é de fundamental importância para conhecer quais as principais características dos engenheiros clínicos, como sua formação e local de atuação; dos EAS em que desempenham suas funções, como o número de leitos e de EMH do parque tecnológico; e também das equipes, como o número de técnicos e quais os serviços desempenhados.

Além dessas características, pode-se verificar alguns dos principais indicadores de desempenho das equipes de EC, como o tempo médio para reparo, as taxas de execução de manutenções planejadas e os custos de manutenção. Ao cruzar estes indicadores com as demais informações das equipes e dos EAS foi possível evidenciar quais as relações existentes entre eles.

Os dados obtidos nesse estudo mostram que o tipo de equipe de EC interfere nos tipos de serviços realizados, tendo em vista que as equipes próprias possuem maior autonomia em desenvolver atividades de gestão e manutenções de menor complexidade. Por outro lado, as equipes terceirizadas realizam um maior volume de atividades de manutenção. Já nas equipes mistas, há uma clara divisão dessas tarefas, com os colaboradores próprios realizando a gestão e os terceirizados a parte técnica.

Quanto ao tamanho das equipes e o desempenho dos indicadores, observou-se que as equipes próprias são maiores em comparação com as terceirizadas, uma vez que aquelas necessitam cobrir as possíveis faltas de colaboradores, decorrentes de doenças, férias ou licenças. No entanto, os resultados obtidos por ambas são similares, mostrando que as contratadas buscam atingir alto desempenho e reduzir custos de pessoal.

Por fim, evidenciou-se que há influência de algumas das características dos EAS e das equipes de EC nos indicadores de desempenho obtidos. Isso mostra que é essencial que os gestores sempre monitorem esses indicadores, possibilitando a melhoria contínua de qualidade e segurança dos EMH, a redução de custos e a adequação das equipes com as características do EAS. Os resultados apresentados por este estudo pode auxiliar os EAS na implantação de equipes de EC, para aqueles que ainda não possuem, e possibilitar a otimização desse importante setor naqueles que já possuem equipes ativas.

## 5.1 TRABALHOS FUTUROS

De modo a aprofundar as informações obtidas nessa pesquisa, trabalhos futuros poderiam realizar um estudo de caso de alguns EAS que possuam equipes de EC, utilizando para obtenção de dados a pesquisa de campo, análise de documentos e entrevistas. Isso possibilitaria analisar mais indicadores, como a produtividade dos técnicos; o detalhamento dos gastos com manutenção, verificando quanto é destinado para peças e para mão de obra; a análise dos tipos de EMH que necessitam de mais intervenções e quais geram os maiores custos; e a quantidade de serviços de manutenção executados por setores do EAS.

Quanto ao perfil dos profissionais, alguns dos membros do grupo de WhatsApp utilizado na pesquisa, não são engenheiros. No entanto, parte deles atuam como gestores do parque tecnológico e de equipes de EC, sendo assim, de modo a abranger os demais profissionais de nível superior, como os tecnólogos, novos estudos poderiam incluir estes grupos, possibilitando comparar os indicadores com as equipes lideradas por engenheiros.

Outro estudo relevante, que trabalhos futuros poderiam abranger, é a análise dos indicadores obtidos em relação ao Brasil e compará-los com dados de outros países sul-americanos, verificando as semelhanças e diferenças, de acordo com o perfil da área da saúde desses territórios. Com isso, seria possível identificar em que situação, no cenário da América do Sul, os EAS e engenheiros clínicos brasileiros se encontram no que se refere às equipes de EC, nos seus principais indicadores, níveis e áreas de graduação, dentre outros.

## LISTA DE REFERÊNCIAS

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada (RDC), n.º 509, de 27 de maio de 2021. Dispõe sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde. Brasília, 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão de Investimentos em Saúde. Projeto REFORSUS Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção: capacitação a distância / Ministério da Saúde, Secretaria de Gestão de Investimentos em Saúde, Projeto REFORSUS. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2002. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos\\_gerenciamento1.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos_gerenciamento1.pdf)>. Acesso em 24 ago 2017.

A. C. Gil. Como elaborar projetos de pesquisa. Editora Atlas, São Paulo, 4ª edição, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA CLÍNICA. Panorama da Engenharia Clínica no Brasil., 2019. Disponível em: <<https://www.abeclin.org.br/>>. Acesso em 07 de março de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA CLÍNICA. Quem somos. [S.l.: s.n.], 2022. Acessado em 12 de abril de 2022. Disponível em: <<https://www.abeclin.org.br/pagina.php?p=quem-somos>>.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Engenharia Clínica como estratégia na gestão hospitalar, 2013. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33868/327133/capitulo4.pdf/43bf4713-c4f0-4016-85c0-b4237239d401>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de tecnovigilância: uma abordagem sob ótica da vigilância sanitária [recurso eletrônico] / Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Gerência-Geral de Monitoramento de Produtos Sujeitos à Vigilância Sanitária, Gerência de Tecnovigilância. – Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2021. 1046 p.: il.

Brasil. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 maio 2016. Seção 1. p. 44-46. Disponível em: <[http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22917581](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22917581)>. Acesso em: 24 Jun. 2022.

BRONZINO, Joseph D. The Biomedical Engineering Handbook. 3rd. Edition: CRC Press, 2006. ISBN 0-8493-2122-0.

Cirino, José Antônio Ferreira. Manual do gestor hospitalar / Organizadores: José Antônio Ferreira Cirino, Andréa Prestes, Rosana Oliveira, Viviã de Sousa - Brasília: Federação Brasileira de Hospitais, 2022. Disponível em: <[https://fbh.com.br/wp-content/uploads/2022/12/Manual\\_FBH\\_VOL\\_4-PT-web.pdf](https://fbh.com.br/wp-content/uploads/2022/12/Manual_FBH_VOL_4-PT-web.pdf)>. Acesso em: 15/01/2023.

CONFEA, Resolução nº 1.103, de 26 de julho de 2018. Discrimina as atividades e competências profissionais do engenheiro biomédico e convalida o respectivo título na Tabela de Títulos Profissionais do Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Disponível em:

<<https://normativos.confea.org.br/Ementas/Visualizar?id=66643>>. Acesso em: 13/09/2022.

DAROLD, M. W. etc al, Indicadores da manutenção: estudo da sua eficiência no setor de engenharia clínica. *Disciplinarum Scientia. Série: Naturais e Tecnológicas*, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 81-94, 2021.

DEL SOLAR, J. G. A Engenharia Clínica Brasileira: Objetivos, Responsabilidades, Requisitos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica, Publicação 071A/2017, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade Gama, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 187 f.

DOMINGOS, D. C. L. Análise dos indicadores referentes aos equipamentos médico-hospitalares do centro cirúrgico de um hospital privado da cidade de Natal. 2017. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Centro de Tecnologia Departamento de Engenharia Biomédica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

EBSERH, Estatuto Social Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares. Disponível em: <<https://www.gov.br/ebserh/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/legislacao-e-normas/rede-ebserh/estatuto-social.pdf/view>> Acesso em 08 de março de 2023.

FBH. Cenário dos Hospitais no Brasil 2021-2022. Brasília: Federação Brasileira de Hospitais, 2022. Disponível em: <<https://www.fbh.com.br/wp-content/uploads/2022/07/FBH-CENARIOS-2022.pdf>>. Acesso em: 22/02/2023.

FELICE, J. A. B. et al, status quo da engenharia clínica: Desafios, metas e expectativas. *Disciplinarum Scientia. Série: Naturais e Tecnológicas*, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 115-129, 2020.

GOMES, J. O. et al. Atribuições do engenheiro clínico na gestão de tecnologias em saúde: uma análise em hospitais universitários. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, v. 36, n. 3, p. 318-327, 2020.

HOGG, R. V., MCKEAN, J. W., e CRAIG, A. T.. *Introdução à estatística* (8th ed.). Cengage Learning. São Paulo, 2018.

SOUZA, A. F. O perfil do profissional atuante em engenharia clínica no Brasil. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB 2014. Brasil, 2014. Disponível em: <[https://www.canal6.com.br/cbeb/2014/artigos/cbeb2014\\_submission\\_326.pdf](https://www.canal6.com.br/cbeb/2014/artigos/cbeb2014_submission_326.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SOUZA, D. B., Avaliação Econômica da Implantação de um serviço de engenharia clínica no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, UFU, Uberlândia, MG, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14476/1/d.pdf>>. Acesso em: 10/02/2022.

SURVEYMONKEY, Calculadora de tamanho de amostra, 2023. Disponível em: <<https://pt.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>>. Acesso em: 01/02/2023.

# APÊNDICE A – FORMULÁRIO PESQUISA EQUIPES DE ENGENHARIA CLÍNICA

## Perfil dos setores de Engenharia Clínica de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) do Brasil sob a perspectiva dos Engenheiros Clínicos

Prezado, eu sou o mestrando Jonathan Martinichen e estou escrevendo a minha dissertação intitulada: "EQUIPES DE ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE DO PERFIL SOB A PERSPECTIVA DOS ENGENHEIROS QUE ATUAM NA ÁREA", sob a orientação da Prof. Dra. Marília Miranda Forte Gomes. O objetivo dessa pesquisa é analisar o perfil das equipes de engenharia clínica de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) do Brasil, sob a perspectiva dos engenheiros clínicos que atuam na área, verificando a relação das características do EAS e do tipo de equipe implantada (própria, terceirizada ou mista) com os indicadores de serviço atingidos.

A pesquisa realizada no âmbito deste estudo não foi submetida ao sistema CEP/CONEP, uma vez que se trata de pesquisa de opinião sem a identificação dos participantes, estando, assim, amparada na Resolução nº 510/2016, Art. 1º, em seu Parágrafo Único, Inciso I.

Este questionário é destinado a Engenheiros que atuam como Engenheiros Clínicos em EAS brasileiros. Caso se enquadre nesse perfil, solicito a gentileza de respondê-lo. Os resultados dessa pesquisa são dados estatísticos que permitirão realizar um levantamento atualizado da engenharia clínica no Brasil e, ao mesmo tempo, verificar as relações existentes entre as características dos EAS e das equipes que realizam a gestão e manutenção do parque tecnológico com os indicadores de desempenho.

Diante do exposto, saliento que sua participação é fundamental nessa etapa da pesquisa, por isso, solicito que preencha o formulário, o que demandará em torno de 10 minutos. Por fim, informo que esta pesquisa possui cunho estritamente acadêmico, o que garante o anonimato e sigilo dos dados. Muito obrigado.

Qual a sua formação acadêmica? \*

- Graduação
- Pós-graduação lato-sensu (Especialização)
- Pós-graduação stricto-sensu (Mestrado/Doutorado)

Qual o seu curso de graduação? \*

- Engenharia Biomédica
- Engenharia Eletrônica
- Engenharia Elétrica
- Engenharia Mecânica
- Engenharia Civil
- Engenharia - Outras

Possui especialização em Engenharia Clínica? \*

- Sim
- Não

Possui mestrado/doutorado em Engenharia Biomédica? \*

- Sim
- Não

Em que Unidade da Federação atua profissionalmente? \*

Escolher ▼

Atua como gestor do Setor de Engenharia Clínica de algum Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS)? \*

- Sim
- Não

Qual seu vínculo com o Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS)? \*

- CLT
- PJ
- Empresa terceirizada
- Servidor público/Militar

Qual o tipo do Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS)? \*

- Hospital privado
- Hospital público
- Hospital militar
- Hospital privado filantrópico
- Hospital público gerido por Organização Social (OS)
- Hospital com parceria público-privada

Qual o número de leitos do Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS)? \*

- até 100 leitos
- de 101 a 200 leitos
- de 201 a 300 leitos
- de 301 a 400 leitos
- mais de 400 leitos



Qual o tamanho do parque tecnológico do Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS)? \*

- até 1000 equipamentos
- de 1001 a 2000 equipamentos
- de 2001 a 3000 equipamentos
- de 3001 a 3500 equipamentos
- mais de 3500 equipamentos

No desempenho da função (ou atribuições do cargo), o Eng. Clínico tem autonomia para as seguintes ações: \*

- elaboração de especificações para aquisição de EMH
- elaboração de contratos para manutenção de EMH
- elaboração de laudos de obsolescência de EMH
- elaboração de pareceres sobre análise de riscos e/ou eventos adversos
- elaboração de plano de ações de tecnovigilância
- fiscalização de contratos

O Setor de Engenharia Clínica do Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS) é: \*

- Próprio
- Terceirizado
- Misto

## Setor de Engenharia Clínica Próprio

Quais dos serviços abaixo são realizados pelo Setor de Engenharia Clínica Próprio? \*

- Manutenção preventiva
- Calibração
- Manutenção corretiva de baixa complexidade
- Manutenção corretiva de média complexidade
- Manutenção corretiva de alta complexidade
- Teste de Segurança Elétrica
- Especificação técnica para aquisição de EMH
- Plano de Manutenção
- Plano de Substituição de EMH
- Laudo de obsolescência de EMH
- Gestão Estratégica e Gestão da Qualidade

Qual o tamanho da equipe técnica PRÓPRIA do Setor de Engenharia Clínica? \*

- 1 ou 2 técnicos
- 3 ou 4 técnicos
- 5 ou 6 técnicos
- 7 ou 8 técnicos
- 9 ou mais técnicos

## Setor de Engenharia Clínica Terceirizado

Quais dos serviços abaixo são realizados pelo Setor de Engenharia Clínica Terceirizado? \*

- Manutenção preventiva
- Calibração
- Manutenção corretiva de baixa complexidade
- Manutenção corretiva de média complexidade
- Manutenção corretiva de alta complexidade
- Teste de Segurança Elétrica
- Especificação técnica para aquisição de EMH
- Plano de Manutenção
- Plano de Substituição de EMH
- Laudo de obsolescência de EMH
- Gestão Estratégica e Gestão da Qualidade

Qual o tamanho da equipe técnica TERCEIRIZADA do Setor de Engenharia Clínica? \*

- 1 ou 2 técnicos
- 3 ou 4 técnicos
- 5 ou 6 técnicos
- 7 ou 8 técnicos
- 9 ou mais técnicos

## Setor de Engenharia Clínica Misto

Quais dos serviços abaixo são realizados por pessoal PRÓPRIO do EAS? \*

- Manutenção preventiva
- Calibração
- Manutenção corretiva de baixa complexidade
- Manutenção corretiva de média complexidade
- Manutenção corretiva de alta complexidade
- Teste de Segurança Elétrica
- Especificação técnica para aquisição de EMH
- Plano de Manutenção
- Plano de Substituição de EMH
- Laudo de obsolescência de EMH
- Gestão Estratégica e Gestão da Qualidade

Qual o tamanho da equipe técnica PRÓPRIA do Setor de Engenharia Clínica? \*

- 1 ou 2 técnicos
- 3 ou 4 técnicos
- 5 ou 6 técnicos
- 7 ou 8 técnicos
- 9 ou mais técnicos
- o pessoal PRÓPRIO é responsável somente pela gestão

Quais dos serviços abaixo são realizados por pessoal TERCEIRIZADO? \*

- Manutenção preventiva
- Calibração
- Manutenção corretiva de baixa complexidade
- Manutenção corretiva de média complexidade
- Manutenção corretiva de alta complexidade
- Teste de Segurança Elétrica
- Especificação técnica para aquisição de EMH
- Elaboração de Plano de Manutenção
- Elaboração de Plano de Substituição de EMH
- Elaboração de Laudo de obsolescência de EMH
- Gestão Estratégica e Gestão da Qualidade

Qual o tamanho da equipe técnica TERCEIRIZADA do Setor de Engenharia Clínica? \*

- 1 ou 2 técnicos
- 3 ou 4 técnicos
- 5 ou 6 técnicos
- 7 ou 8 técnicos
- 9 ou mais técnicos

O EAS utiliza software de gestão para o Setor de Engenharia Clínica?

- Sim
- Não

Qual a tempo médio para reparo (considerar os últimos 12 meses) dos EMH do EAS? \*

- até 5 dias/reparo
- de 6 a 10 dias/reparo
- de 11 a 15 dias/reparo
- de 16 a 20 dias/reparo
- acima de 20 dias/reparo

Qual a taxa mensal média (considerar os últimos 12 meses) de manutenções preventivas realizadas / manutenções preventivas planeadas? \*

- até 65%
- de 66% a 75%
- de 76% a 85%
- de 86% a 95%
- acima de 95%

Qual a taxa mensal média (considerar os últimos 12 meses) de calibrações realizadas / calibrações planejadas? \*

- até 65%
- de 66% a 75%
- de 76% a 85%
- de 86% a 95%
- acima de 95%

Qual a taxa mensal média (considerar os últimos 12 meses) de disponibilidade geral do parque tecnológico? \*

- até 92%
- de 92,1 a 94%
- de 94,1 a 96%
- de 96,1% a 98%
- acima de 98%

Qual o valor mensal (considerar os últimos 12 meses) médio gasto pelo EAS com \*  
manutenção corretiva (SEM considerar os contratos de manutenção de EMH de  
alta complexidade como TC, RM, RX, etc)?

- até R\$ 25.000
- de R\$ 25.001 a R\$ 50.000
- de R\$ 50.001 a R\$ 75.000
- de R\$ 75.001 a R\$ 100.000
- mais de R\$ 100.000

Qual a taxa mensal média (considerar os últimos 12 meses) de manutenções \*  
realizadas internamente pelo Setor de Engenharia Clínica?

- até 50%
- de 51% a 60%
- de 61% a 70%
- de 71 a 80%
- acima de 80%