

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

**MURILO FERNANDES DE OLIVEIRA**

**Análise do impacto nos serviços de manutenção corretiva  
em um hospital universitário durante a pandemia da COVID-19**

Uberlândia

2023

**MURILO FERNANDES DE OLIVEIRA**

**Análise do impacto nos serviços de manutenção corretiva  
em um hospital universitário durante a pandemia da COVID-19**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Biomédica.

Orientador: Adriano Alves Pereira

Uberlândia

2023

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por permitir que eu realizasse o curso Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia.

A minha Mãe, por sempre ter sido meu exemplo e me acompanhar em todo processo de graduação, acreditando na escolha do curso que fiz e fornecendo tudo que era possível e impossível para que pudesse me graduar.

Aos meus amigos, que nunca exitaram em me estender a mão quando precisei, e que tornaram a graduação um momento único de aprendizado, companheirismo e determinação, sempre levarei nossas boas memórias comigo.

Agradeço também todos os professores, técnicos, funcionários da Universidade Federal de Uberlândia, que sempre honraram o propósito de servir a instituição pública de ensino e trabalharam da melhor forma para nos atender, independente do cenário em que nos encontrávamos.

Ao meu professor e orientador Adriano Alves Pereira, pela compreensão e paciência durante todo o processo deste trabalho e pelo imensurável conhecimento passado durante toda trajetória do Curso de Engenharia Biomédica. Agradeço também à professora Selma Terezinha Milagre, pelo excepcional auxílio durante o desenvolvimento desse estudo e por conduzir o programa de estágio obrigatório o qual foi, e continua sendo muito importante para a formação dos Engenheiros Biomédicos da nossa universidade.

Também agradeço ao Me. Rodrigo César de Oliveira e demais colaboradores da Bioengenharia, pelo enorme apoio e ensinamentos referentes ao papel da Engenharia dentro da unidade hospitalar, nos dando oportunidade de estagiar em um ambiente amigável, sério e cercado de profissionais que amam o que fazem.

## RESUMO

Os Equipamentos Médico-Assistenciais (EMA) foram essenciais no cuidado de pacientes durante a pandemia de COVID-19, contexto ao qual os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EASs) encontravam-se em uma situação crítica devido a alta demanda por leitos e por esses dispositivos. Em contrapartida, a Engenharia Clínica atuou assegurando o funcionamento e mitigando os riscos e falhas inerentes a essas tecnologias. O trabalho em questão, reuniu os dados registrados no sistema de gerenciamento (SisBiE) utilizado no Setor de Bioengenharia do Hospital de Clínicas de Uberlândia (HC-UFU) entre os anos de 2018 a 2021, referente às manutenções corretivas realizadas, avaliando 17.670 Pedidos de Serviço e Manutenção (PSMs), e selecionados 28 modelos de equipamentos e 19 setores para análise. Após a filtragem das amostras, comparou-se os dois anos anteriores a pandemia (2018 e 2019) e os 2 anos ao qual existiu maior incidência de contágio pelo coronavírus (2020 e 2021), revelando inicialmente a diminuição de 6% no número total de manutenções corretivas em relação aos 2 anos anteriores. Houve também aumento no número de manutenções em equipamentos de diagnóstico e diminuição nos equipamentos de terapia, aumento de manutenções realizadas em equipamentos considerados de médio e alto risco, seguido de maior demanda por manutenções nos setores de Pronto Socorro, UTI e Unidade Cardiovascular. Concluímos que houve relação direta entre o período de pandemia e quais modelos de EMAs e setores do hospital demandavam mais manutenção, impactando negativamente o tempo de reparo com o aumento das Ordens de Serviço finalizadas entre 3 e 30 dias. Outra relação ocorrida demonstrou um aumento na média mensal do tempo de reparo dos equipamentos em 3 e 4 meses após o aumento no número de casos confirmados de COVID-19 em Uberlândia.

**Palavras-chave:** COVID-19. Engenharia Clínica. HC-UFU. Manutenção corretiva.

## ABSTRACT

Medical Assistance Equipment (EMA) was essential in the care of patients during the COVID-19 pandemic, a context in which Health Care Establishments (EAS) were in a critical situation due to the high demand for beds and these devices. On the other hand, Clinical Engineering worked to ensure the functioning and mitigate the risks and failures inherent to these technologies. The work in question gathered data recorded in the management system (SisBiE) used in the Bioengineering Sector of the Hospital de Clínicas de Uberlândia (HC-UFU) between the years 2018 and 2021, referring to the corrective maintenance carried out, evaluating 17,670 Services and Maintenance Requests (PSMs), and selecting 28 equipment models and 19 sectors for analysis. After filtering the samples, the two years prior to the pandemic (2018 and 2019) were compared with the 2 years in which there was a higher incidence of coronavirus contagion (2020 and 2021), initially revealing a 6% decrease in the total number of cases. corrective maintenance in relation to the previous 2 years. There was also an increase in the number of maintenance on diagnostic equipment and a decrease on therapy equipment, an increase in maintenance carried out on equipment considered medium and high risk, followed by a greater demand for maintenance in the Emergency Room, ICU and Cardiovascular Unit sectors. We concluded that there was a direct relationship between the pandemic period and which EMAs models and hospital sectors required the most maintenance, negatively impacting repair time with the increase in Service Orders completed between 3 and 30 days. Another relationship that occurred demonstrated an increase in the monthly average of equipment repair time in 3 and 4 months after the increase in the number of confirmed cases of COVID-19 in Uberlândia.

**Keywords:** COVID-19. Clinical Engineering. HC-UFU. Corrective maintenance.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Cidades com maior número de casos e mortes por COVID-19 em Minas Gerais.....	18
Figura 2: Boletim Epidemiológico de Uberlândia do dia 31/12/2021.....	18
Gráfico 1 - Total de PSMs abertos em 2018/2019 e 2020/2021.....	33
Gráfico 2 - Manutenções corretivas por modelo de equipamento.....	34
Gráfico 3 - Número de manutenções corretivas classificadas por função de equipamento.....	35
Gráfico 4 - Número de manutenções corretivas classificados por risco .....	36
Gráfico 5 - Número de manutenções corretivas classificados por complexidade.....	37
Gráfico 6 - Manutenções corretivas por Setor.....	39
Gráfico 7 - Tempo de reparo em dias nos anos de 2018 a 2019 e 2020 a 2021.....	41
Gráfico 8 - Número de PSMs por mês entre 2018 e 2021.....	42
Gráfico 9 - Média mensal do tempo de reparo entre 2018 e 2021.....	42
Gráfico 10 - Número de casos confirmados de Covid-19 em Uberlândia entre 2020 e 2021.....	43
Gráfico 11 - Correlação cruzada entre Número total de PSMs no mês e Casos de COVID-19 registrados em Uberlândia por mês.....	43
Gráfico 12 - Correlação cruzada entre Média mensal dos tempos de reparo e Casos de COVID-19 registrados em Uberlândia por mês.....	44

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Número de PSMs por modelo de equipamento.....	28
Tabela 2: Número de PSMs por setor.....	30
Tabela 3: Classificação dos equipamentos analisados por função, risco e complexidade.....	31

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
EAS - Estabelecimento Assistencial de Saúde  
EMA - Equipamento Médico-Assistencial  
HC - Hospital de Clínicas  
MC - Manutenção Corretiva  
MPd - Manutenção Preditiva  
MTBF – *Mean time between fails*  
OMS - Organização Mundial da Saúde  
OS – Ordens de Serviço  
POP - Procedimento Operacional Padrão  
PSM – Pedidos de Serviço e Manutenção  
SGE - Sistema de Gerenciamento de Equipamentos  
SisBiE - Sistema de BioEngenharia  
SRAG - Síndrome Respiratória Aguda Grave  
SUS - Sistema Único de Saúde  
TENS - *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*  
UFU - Universidade Federal de Uberlândia  
UTI - Unidade de Terapia Intensiva



# SUMÁRIO

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 OBJETIVOS GERAIS.....	11
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
2.1 ENGENHARIA CLÍNICA.....	12
2.2 HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO.....	13
2.2.1 PRIMEIRA GERAÇÃO.....	13
2.2.2 SEGUNDA GERAÇÃO.....	13
2.3 MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS.....	14
2.3.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	15
2.3.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	16
2.4 HOSPITAL DE CLINICAS DE UBERLÂNDIA (HC-UFU).....	16
2.5 PANDEMIA DA COVID-19.....	17
2.5.1 PANDEMIA DA COVID-19 NO HC-UFU.....	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1 TIPO DE ESTUDO.....	21
3.2 LOCAL DE ESTUDO E COLETA DOS DADOS.....	21
3.3 CRITÉRIO DE INCLUSÃO.....	21
3.3.1 MODELO DO EQUIPAMENTO.....	22
3.3.2 SETOR DE ORIGEM.....	22
3.4 CRITÉRIO DE EXCLUSÃO.....	22
3.5 CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO.....	23
3.5.1 Classificação Quanto à Função.....	23
3.5.2 Classificação Quanto aos Riscos aos Usuários.....	24
3.5.3 Classificação Quanto à Complexidade Tecnológica.....	25
3.6 ANÁLISE DE INDICADORES.....	25
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
4.1 SELEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS.....	28
4.2 ANÁLISE DOS INDICADORES.....	33
4.2.1 Taxa de variação dos PSMs por Modelo de Equipamentos.....	34
4.2.2 Taxa de variação dos PSMs por Função.....	35
4.2.3 Taxa de variação dos PSMs por Risco.....	35
4.2.4 Taxa de variação dos PSMs por Complexidade dos Equipamentos.....	36
4.2.5 Taxa de variação por Setor.....	38
4.2.6 Tempo médio de reparo/Mean time to repair (MTTR).....	40
4.2.7 Recorrência média geral de manutenções corretivas.....	44
5. CONCLUSÃO.....	46
6. REFERÊNCIAS.....	48

# 1. INTRODUÇÃO

Em 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou estado de pandemia mundial por infecções do novo vírus, denominado em 11 de Fevereiro como coronavírus-2 da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2), a qual se espalhou rapidamente pelos cinco continentes mesmo com medidas de isolamento e prevenção do contágio comunitário. As instituições mundiais de saúde emitiram guias de conduta para proteção e prevenção de infecções das pessoas consideradas grupos de risco, a fim de evitar a evolução para sintomas graves da doença (WHO, 2020).

A medida que o número de notificações aumentava e com a ausência de medicações ou vacinas inicialmente, fizeram com que os governantes promovessem medidas alternativas para evitar o colapso dos estabelecimentos de saúde como o uso de máscaras, testagem em massa e políticas de isolamento social (Souza et al., 2021).

A crescente demanda por hospitalizações fez com que os profissionais e os equipamentos fossem em sua grande maioria designados para a linha de frente do combate ao novo coronavírus. . Juntamente a preocupações relacionadas a infecções dentro do EAS, a avaliação de risco de se usar um equipamento médico-assistencial naquele ambiente também foi de grande importância para minimizar os efeitos do período de maior incidência da doença e prever falhas que poderiam levar consequências graves aos pacientes e aos profissionais de saúde (Silva; Vieira; Kamimura, 2022; Tavakoli et al., 2021).

No Brasil, também foram inúmeros os esforços para enfrentamento do novo coronavírus como a criação de hospitais de campanha, políticas de conscientização sobre os riscos de locais com aglomeração de pessoas, além de diversas portarias para diminuição do contágio durante a realização das atividades econômicas. No mesmo sentido, a cidade de Uberlândia que chegou a ocupar o posto de município com maior número de contágios por COVID-19 no estado de Minas Gerais, cumpriu seu papel como referência em saúde na região do triângulo norte, promovendo um grande sistema de atendimento aos pacientes com sintomas da doença, através dos serviços prestados pelo Hospital de Clínicas de Uberlândia (HC-UFU), Hospitais particulares da cidade e Estabelecimentos de Saúde dos municípios vizinhos, sendo fator decisivo para redução das consequências que esse evento trouxe (Comitê de Enfrentamento à COVID-19 HC-UFU, 2020; Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2021).

## **1.1 OBJETIVOS GERAIS**

O objetivo desse trabalho é identificar os impactos que a pandemia de COVID-19 trouxe para os serviços de manutenção do Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar as medidas tomadas para enfrentamento da COVID-19;
- Reforçar a importância da Engenharia Clínica no contexto da pandemia;
- Processar e padronizar os dados sobre manutenção corretivas entre os anos de 2018 e 2021 no Hospital de Clínicas de Uberlândia (HC-UFU);
- Demonstrar de forma global e específica a diferença entre os 2 anos anteriores e durante a pandemia do COVID-19;
- Identificar as mudanças ocorridas em relação as manutenção solicitadas por equipamento e setores do HC-UFU nos diferentes períodos;
- Identificar indicadores pertinentes para análise dos dados de manutenção corretiva na ocasião;
- Demonstrar a relação entre os casos de COVID-19 confirmados em Uberlândia e as Ordens de Serviço solicitadas.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ENGENHARIA CLÍNICA

O *American College of Clinical Engineering* define a Engenharia Clínica como um subconjunto da Engenharia Biomédica, sendo praticada em hospitais e ambientes os quais há a utilização de tecnologias e dispositivos médicos. O Engenheiro Clínico (EC) por sua vez, é considerado como: “um profissional que apoia e promove o atendimento ao paciente, aplicando habilidades de engenharia e gerenciamento à tecnologia de saúde”(Dyro, 2004).

Os primeiros registros sobre a atuação da Engenharia Clínica no mundo se deram com a criação de um curso sobre manutenção de equipamentos médicos oferecido pelas forças armadas dos Estados Unidos, na cidade de St Louis em janeiro de 1942, trazendo a partir dessa data, uma grande mudança para o setor hospitalar do país o qual estimou que entre 1965 e 1974, 50% dos gastos em saúde estavam relacionados com os equipamentos médicos. De forma similar, no Brasil, a consolidação da Engenharia Clínica ocorreu com o aumento constante da utilização das tecnologias médicas e também das exigências para o funcionamento dos estabelecimentos assistenciais de saúde que, mediante a dificuldades como escassez de profissionais e de documentação técnica dos equipamentos, falta de cooperação dos fabricantes e burocracia para importação dessas tecnologias, viu-se necessário a criação de grupos especializados em Engenharia Clínica pelo país (Brasil, 1994; Ramírez & Calil, 2000).

Em 1989, os órgãos públicos calculavam que 20 a 40% dos equipamentos médicos no país encontravam-se desativados por falta de manutenção, indisponibilidade de peças e até mesmo incapacidade de instalação. Logo depois em 1993, o governo federal publicou diversas portarias exigindo a regulação dos fabricantes de tecnologias para saúde, obtendo no ano seguinte, a aprovação da norma NBR IEC 601-1 que diz respeito a segurança de equipamentos eletromédicos (ABNT, 2010; Wang, 2012).

A partir desse período, as inspeções e testes de segurança elétrica em equipamentos médicos-assistências se tornaram cada vez mais frequentes no ambiente hospitalar, melhorando o uso dessas tecnologias que em várias ocasiões eram manejadas de forma incorreta ou operavam fora dos padrões especificados pelos fabricantes por não receberem manutenção adequada (Gomes Terra et al., 2014).

## **2.2 HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO**

O termo manutenção é derivado do latim “manus tenere” e significa manter o que se tem, sendo originalmente consolidada no meio militar durante a segunda guerra mundial, a partir de estudos sobre falhas na fabricação de foguetes. Pode também ser definida como “a combinação de todas as ações técnicas e administrativas necessárias para manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” (ABNT, 1994; COLLCUTT, 1992; apud Lins, 2009).

Com os avanços tecnológicos nos meios de produção, as técnicas de manutenção passaram por diversas mudanças nas últimas décadas, sendo utilizadas com o objetivo de fornecer maior disponibilidade e menor custo dos equipamentos. Segundo Kardec (2009), é possível identificar 3 gerações distintas na evolução das técnicas em manutenção:

### **2.2.1 PRIMEIRA GERAÇÃO**

Caracterizada por processos de uma indústria pouco mecanizada, que continha equipamentos simples e com dimensionamento além do necessário. Nessa época, o propósito da manutenção era fundamentalmente corretiva uma vez que economia vigente não tinha como prioridade a produtividade elevada, resumindo-se em atividades como limpeza, lubrificação e reparo após a quebra.

### **2.2.2 SEGUNDA GERAÇÃO**

Estende-se aproximadamente entre os anos de 1940 e 1960, com o aumento marcante da complexidade nas instalações industriais e conseqüentemente da mecanização dos processos como um todo. A necessidade por uma maior confiabilidade, juntamente a produtividade acelerada na época, fez com que as empresas dependessem de um bom funcionamento dos equipamentos, culminando na criação de conceitos como a manutenção preventiva.

Dessa forma, pensando em evitar a quebra de equipamentos, aumentou-se muito a quantidade de capital empregado a partir da década de 60, aprimorando os sistemas de planejamento para manutenção em geral.

### **2.2.3 TERCEIRA GERAÇÃO**

Motivada por períodos de paralisação na produção, estoques reduzidos e de uma tendência global da utilização de sistemas “just-in-time”, a terceira geração focava na melhora da confiabilidade e disponibilidade dos produtos, mantendo os padrões de qualidade e minimizando cada vez mais a probabilidade de falhas. Alinhada com o aumento do uso dos sistemas automatizados e com o compromisso das empresas com questões ambientais e de segurança, reforçou-se o conceito de manutenção preventiva e preditiva, uma vez que as técnicas de manutenção já estavam presentes em setores importantes como saúde e telecomunicações.

### **2.3 MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS**

O gerenciamento dos equipamentos médico-assistenciais é parte importante para o bom funcionamento das organizações de saúde, fato pelo qual são direcionados grandes quantidades de recursos para utilização desses dispositivos.

Segundo o Ministério da Saúde, é importante que se faça o levantamento das informações referentes aos equipamentos médico-assistenciais que sejam pertinentes para a execução dos serviços de manutenção, tais como, o histórico do equipamento naquela instituição, sua vida útil, seu nível de obsolescência e a possibilidade de substituição de peças. Portanto, é de responsabilidade do Engenheiro Clínico estabelecer um sistema robusto que englobe tanto o gerenciamento dos serviços quanto dos recursos humanos envolvidos, fornecendo cursos técnicos para as equipes de manutenção e realizando o treinamento das equipes médicas para uso dessas tecnologias (Brasil, 2002).

Para Wang (2012), mais de 80% do capital empregado para incorporação e gerenciamento de uma tecnologia em saúde está relacionado a atividades como manutenção, custos administrativos, instrução dos usuários e compra de insumos para operação do mesmo, enquanto os custos relacionados a aquisição, instalação e acessórios representariam apenas 20%. Também define que o principal desafio do setor de Engenharia Clínica para manutenção dos EAS é encontrar a melhor estratégia de cuidado para cada peça do equipamento, levando em consideração os seguintes critérios:

- Segurança do paciente: Risco de algum evento adverso prejudicar o paciente, tendo em vista a probabilidade de ocorrer o evento adverso e também a gravidade dos danos envolvidos;

- Necessidades intrínsecas para manutenção: Desenvolvimento de medidas particulares para cada equipamento, fazendo uso de técnicas como manutenção preventiva e inspeção para evitar falhas ocultas e manter o desempenho;
- Criticidade para os serviços prestados pela organização: Impacto que a interrupção do dispositivo pode gerar ao hospital interferindo na velocidade de diagnósticos, na satisfação do paciente e nas finanças da instituição.

O Ministério da Saúde também sugere vários dados importantes para o setor de Engenharia Clínica que podem auxiliar na análise dos dados em manutenção, tais como (Brasil, 2002):

- Tempo total até a conclusão MC e MP e outras;
- Produtividade por técnico;
- Gasto total com manutenção;
- Total de horas que o departamento trabalhou;
- Valor da hora técnica (geral ou por grupo de equipamentos);
- Produtividade média (geral ou por grupo);
- Custo total do material gasto para os serviços executados;
- Valor do estoque que o departamento manteve no mês;
- Tempo médio de resposta para atendimento das solicitações;
- Tempo médio para reparo dos equipamentos;
- Número de rechamadas;

De acordo com a OMS (2012), a manutenção pode ser classificada basicamente em duas categorias, sendo essas as manutenções corretivas e preventivas.

### **2.3.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA**

Segundo a Organização Mundial da Saúde, as manutenções corretivas são medidas realizadas a fim de solucionar problemas relacionados a falha do equipamento ou simplesmente para resolver inconformidades encontradas durante inspeções. Pode ser definida também como a necessidade de intervenção quando o equipamento manifesta alguma falha ou comportamento inesperado, a fim de reaver as condições normais de desempenho daquela tecnologia (OMS, 2012; PINTO, 2001).

Kardec (2009), ainda cita que as manutenções corretivas podem ser subdivididas em dois tipos:

- Manutenção corretiva planejada: origina-se a partir de um acompanhamento prévio ou através da detecção de alguma anormalidade, sendo mais seguro e menos oneroso que a manutenção não planejada. A melhora da organização dos serviços de manutenção para um determinado equipamento, a possibilidade de substituição imediata do mesmo e a ausência de situação de risco com a decisão de se realizar o reparo são alguns dos fatores que norteiam o uso dessa política de manutenção;
- Manutenção corretiva não planejada: É definida pela correção da falha após o evento ocorrido, seja devido à indisponibilidade total ou parcial do equipamento, implicando normalmente em custos maiores que os demais tipos de manutenção.

### **2.3.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

Diferente do propósito das manutenções corretivas, a manutenção preventiva tem o intuito de prevenir a ocorrência de falhas, sendo bastante utilizada em setores onde o fator segurança se sobrepõe aos demais. Esse tipo de atividade também é conveniente quando os a realização de uma manutenção inesperada gera despesas elevadas, ou quando o defeito atrapalha as atividades dentro do EAS em termos operacionais.

É importante salientar que as manutenções preventivas trazem inúmeros benefícios para o gerenciamento dessas tecnologias, como a melhora na previsibilidade das falhas e da resolução de problemas considerados simples, mas também adiciona outros fatores como falhas de procedimentos de manutenção e conseqüentemente a diminuição do tempo em que o aparelho permanece disponível dentro da organização de saúde. Alguns autores como Lafraia (2001), citam a Manutenção Preditiva (MPd) como uma técnica da manutenção preventiva.

### **2.4 HOSPITAL DE CLINICAS DE UBERLÂNDIA (HC-UFU)**

Em 26 de agosto de 1970, o HC-UFU foi inaugurado como um hospital escola ligado ao curso de Medicina da Escola de Medicina e Cirurgia de Uberlândia, tornando-se uma referência para os 86 municípios da região do Triângulo Norte para atendimentos de média e alta complexidade. O HC-UFU



tem uma estrutura de mais de 52 mil m<sup>2</sup> e cerca de 511 leitos de internação, o que torna um dos maiores provedores de serviços do SUS. Desde 2018, a gestão do HC-UFU está a cargo da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), vinculada ao Ministério da Educação (HC-UFU, 2023; EBSERH, n.d.).

É responsabilidade da Engenharia Clínica monitorar as necessidades dos setores do hospital em relação aos equipamentos e à estrutura física, além de pesquisar EMAs que atendam aos requisitos estabelecidos pelos profissionais de saúde e compará-los com os disponíveis no mercado para a aquisição por meio de licitação. A Engenharia Clínica também é responsável por avaliar as licitações realizadas e acompanhar os equipamentos recebidos após a compra. Quando os EMAs estão em condições precárias e a manutenção não é mais possível, a Engenharia Clínica deve emitir um parecer final de desativação e revisar regularmente os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) para evitar danos desnecessários aos equipamentos.

## **2.5 PANDEMIA DA COVID-19**

Ao final de 2019, após vários reportes de casos de pneumonia com etiologia desconhecida, descobriu-se a infecção de seres humanos por uma variante do coronavírus preexistente, denominada posteriormente de SARS-CoV-2. A doença, a qual foi classificada como uma zoonose, teve seus primeiros registros na cidade de Wuhan na China, que logo foi considerada o epicentro mundial da doença (Souza et al., 2021).

Preocupados com os níveis alarmantes de infecção pelo novo vírus que já acumulava um total de 118 mil casos confirmados apenas na China, a OMS em março de 2020, decretou estado pandemia de coronavirus disease (COVID-19), que era caracterizada por manifestações predominantemente respiratórias. A organização também alertou sobre os grupos de riscos expostos a doença, onde os casos sugeriam que pessoas acima de 60 anos e aquelas as quais possuem comorbidades como doenças cardiovasculares, diabetes, doenças respiratórias crônicas e câncer teriam mais chance de apresentar os sintomas graves da COVID-19 (Souza et al., 2021; WHO, 2020).

O despreparo das redes de saúde em todo o mundo para enfrentamento da COVID-19 fez com que a proliferação do vírus ocorresse de maneira acelerada, principalmente na China e Europa, ocasionando uma violenta crise nos estabelecimentos de saúde que pereciam de insumos e produtos para atendimentos dos pacientes. No Brasil, com o primeiro caso confirmado em Fevereiro de 2020, a situação não foi diferente, apesar do número de contágios crescer aparentemente de forma controlada

inicialmente, a não adoção de recomendações vindas das instituições de saúde nacionais e internacionais fizeram com que em setembro de 2020 o Brasil se tornasse o terceiro na lista de países com maior número de casos e óbitos por COVID-19 (Silva; Vieira; Kamimura, 2022).

Ao final de Junho de 2020 a região Sudeste somava a maior quantidade de casos e óbitos pela doença entre todas as regiões do país, registrando mais de 43 mil casos em Minas Gérias e 6.274 no Município de Uberlândia como mostra a figura 1.

**Figura 1:** Cidades com maior número de casos e mortes por COVID-19 em Minas Gerais.

10 Municípios com maior número de casos confirmados *	Casos	Mortes
1º Uberlândia	6.274	77
2º Belo Horizonte	5.440	108
3º Ipatinga	1.749	41
4º Juiz de Fora	1.583	49
5º Governador Valadares	1.051	36
6º Contagem	792	37
7º Muriaé	747	21
8º Betim	735	31
9º Teófilo Otoni	718	31
10º Uberaba	710	26

Fonte: Comitê de Enfrentamento ao COVID-19 HC-UFU.

Até a última data da coleta de dados deste estudo (Dezembro de 2021), a cidade de Uberlândia já acumulava um total de 129 mil casos confirmados e mais de 3 mil mortes, estando com 38% dos leitos de UTI da rede municipal ocupados, como demonstra a figura 2 (Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2021).

**Figura 2:** Boletim Epidemiológico de Uberlândia do dia 31/12/2021.



Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia (2021).

Os dados atualizados pelo Ministério da Saúde mostram que até a realização deste estudo, foram atribuídas 706 mil mortes à infecção pelo vírus em todo Brasil, registrando aproximadamente 37,905 milhões de casos confirmados da doença, sendo 4,195 milhões destes apenas no estado de Minas Gerais (Brasil, 2023).

### **2.5.1 PANDEMIA DA COVID-19 NO HC-UFU**

Em 8 de Abril de 2020 o HC-UFU confirmou seu primeiro caso positivo para COVID-19, após um preocupante aumento na notificação de casos suspeitos na instituição, obtendo resultado negativo para o primeiro caso testado em 17 de Março, 20 dias após a notificação. Inicialmente, a análise era realizada com o envio das amostras para laboratórios do Rio de Janeiro e Belo Horizonte, recebendo os primeiros testes sorológicos pelo Ministério da Saúde apenas em Maio (Comitê de Enfrentamento à COVID-19 HC-UFU, 2020).

Diante dessa situação, para enfrentamento dos casos de infecção pelo novo coronavírus, foram emitidas, a partir do dia 30 de Janeiro de 2020, diversas orientações e adotadas várias medidas de segurança pelo Comitê de Enfrentamento à COVID-19 HC-UFU, com o objetivo de diminuir os efeitos da doença, assim como o número de contágios dentro do EAS. Viu-se então, a necessidade de criação de um plano de contingência, o qual estabelecia critérios para realização de diagnósticos e tratamentos clínicos dentro do hospital, prevendo 3 diferentes níveis de medidas que poderiam ser acionadas diante das seguintes condições (EBSERH, 2020):

- Nível 1: Quando o Hospital funcionava com até 100% de sua capacidade inicial de atendimento, necessitando o remanejamento de recursos já existentes e da otimização da taxa de ocupação e giro dos leitos de internação;
- Nível 2: Aplicado quando o Hospital operasse em até 150% da sua capacidade de atendimento, determinando expansão planejada com suspensão dos procedimentos eletivos para disponibilidade de leitos de enfermaria e da UTI além de treinamento de profissionais de outros setores;
- Nível 3: Necessidade de alta expansão da capacidade, com demanda maior que 150% que a oferecida pelo Hospital, exigindo cooperação a nível regional com aquisição de recursos, equipamentos e contratação de novos profissionais.

O plano também fazia uma estimativa do número de equipamentos disponíveis para uso no Hospital sendo esses, 144 ventiladores mecânicos, 24 ventiladores mecânicos de transporte, 334 monitores multiparamétricos, 415 camas elétricas hospitalares, 55 desfibriladores, dentre outros dispositivos. De acordo com (Vilela, 2021) em Fevereiro de 2021, o setor de Bioengenharia realizou todas as manutenções corretivas e preventivas pendentes, recuperando um total de 89 equipamentos como Raios-X, Monitores Multiparamétricos e Respiradores, desenvolvendo também POPs para realizações das manutenções de equipamentos que haviam sido utilizados para tratamento de pacientes com suspeita de contágio.

Segundo os informes emitidos pelas secretarias municipais de saúde, ao final de 2020, o Hospital de Clínicas de Uberlândia encontrava-se com 93% dos leitos de UTI ocupados, tendo realizado 580 internações de pacientes infectados com COVID-19 e que apresentavam sintomas da síndrome respiratória aguda grave (SRAG) (Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2021).

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1 TIPO DE ESTUDO**

O estudo em questão é uma pesquisa descritiva, que utiliza do estudo de caso para gerar conhecimento prático acerca do tema. Os dados foram obtidos por meio de arquivos fornecidos pela Bioengenharia do HC – UFU, a fim de reunir informações oficiais sobre o ambiente de estudo.

### **3.2 LOCAL DE ESTUDO E COLETA DOS DADOS**

O estudo utilizou informações contidas no banco de dados do sistema de gerenciamento SisBiE, responsável pela gestão do parque tecnológico do Hospital na época. O SisBiE foi incorporado pelo setor de BioEngenharia no início de 2014, substituindo o sistema anterior SGE (Sistema de Gerenciamento de Equipamentos) para aprimoramento do sistema de classificação de equipamentos e dos planos de manutenções preventivas que eram realizadas pelo setor.

Para definição dos PSMs a serem analisados, dividiu-se os chamados referentes a manutenções corretivas em 2 cenários, onde o primeiro representa o perfil de demanda das ordens de serviço antes do aumento significativo dos casos de infecção pela COVID-19 no Brasil, de janeiro de 2018 até dezembro de 2019, e o segundo cenário, que abrange os dados registrados entre os anos de 2020 e 2021, diz respeito ao período em que houve maior incidência da doença. O objetivo dessa seleção foi elucidar quais setores demandavam um maior número de manutenções corretivas além de identificar quais os tipos de aparelhos apresentaram maior número de falhas no Hospital de Clínicas de Uberlândia entre 2018 e 2019 e depois nos anos de 2020 e 2021.

### **3.3 CRITÉRIO DE INCLUSÃO**

Após a observação da base de dados e da proporção entre os diferentes pedidos de manutenção, optou-se por uma abordagem empírica levando em consideração a média mensal de PSMs referente a 2 anos. Dessa forma, caso a média mensal de manutenções corretivas por equipamento e por setor atendessem os critérios descrito nos itens 3.3.1 e 3.3.2 respectivamente, estes seriam utilizados na análise.

### 3.3.1 MODELO DO EQUIPAMENTO

Para seleção dos equipamentos a serem analisados, definiu-se que a média mensal de PSMs utilizaria a Equação 1 como critério, tendo em vista a grande quantidade de modelos presentes no HC-UFU. Assim, incluiu-se na análise os equipamentos que obtiveram média mensal de manutenções maior que 3 no período de 2018 a 2019 ou no período de 2020 a 2021.

$$\text{Média de PSMs por equipamento} = \frac{\text{Número de PSMs por equipamento}}{\text{Número de meses analisados}} > 3 \quad (1)$$

### 3.3.2 SETOR DE ORIGEM

De maneira semelhante, para escolha dos setores a serem analisados, optou-se utilizar a Equação 2, tendo em vista que alguns setores geravam pedidos de manutenção de forma esporádica ou muito menor que os demais analisados no período deste estudo. Nota-se que o limiar definido é maior que o definido na Seção 3.3.1, uma vez que a quantidade de setores existentes no hospital é bem menor que o número de equipamentos distintos.

$$\text{Média de PSMs por setor} = \frac{\text{Número de PSMs por setor de origem}}{\text{Número de meses analisados}} > 4 \quad (2)$$

### 3.4 CRITÉRIO DE EXCLUSÃO

Os dados referentes ao custo das manutenções não foram analisados, pelo fato de que essas informações não estavam presentes de forma consistente no sistema. Da mesma forma, os chamados os quais possuíam campos em branco como data de finalização da manutenção, modelo ou setor do equipamento foram desconsiderados.

## 3.5 CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO

A classificação de equipamentos médico-assistenciais é uma prática importante para entender e gerenciar esses dispositivos de maneira eficaz, a Organização Mundial da Saúde considera que existem diferentes formas de classificação dessas tecnologias, garantindo a segurança dos pacientes e a integridade dos serviços de saúde. Esse estudo em questão optou por uma classificação baseada em dois critérios: função e riscos aos usuários (OMS, 2012).

### 3.5.1 Classificação Quanto à Função

Esta classificação é focada no propósito do equipamento médico no contexto da assistência à saúde podendo ser agrupados de acordo com suas funções específicas. Como descrito em EBSEH (2023), os equipamentos podem ser divididos em 4 principais categorias, sendo esses equipamentos de análise, apoio, diagnóstico, terapia, e suporte vital.

**3.5.1.1 Equipamentos de análise:** Englobam os dispositivos utilizados no auxílio da informática médica, sendo esses microscópios, centrífugas e banho maria.

**3.5.1.2 Equipamento de Apoio:** Utilizados para realizar procedimentos cirúrgicos e terapêuticos, enquadrando-se dispositivos como foco cirúrgico, cama elétrica, mesa cirúrgica e autoclave.

**3.5.1.3 Equipamentos de Diagnóstico:** Incluem dispositivos usados para identificar doenças ou condições, como monitores multiparamétricos, oxímetros, eletrocardiógrafos, ressonância magnética, tomografia computadorizada, e aparelhos de ultrassom.

**3.5.1.4 Equipamentos de Terapia:** Envolvem aqueles usados para tratar condições médicas, substituindo ou modificando de forma fisiológica ou anatomicamente o organismo do paciente, podendo citar os equipamentos de fisioterapia como TENS, fototerapia, bisturi elétrico e incubadora.

**3.5.1.5 Equipamentos de Suporte Vital:** São dispositivos que sustentam a vida do paciente, que se encontra na condição de insuficiente de um ou mais órgãos vitais, como cardioversor, ventiladores pulmonares, aparelho de anestesia e bombas de infusão de medicamentos.

### **3.5.2 Classificação Quanto aos Riscos aos Usuários**

Outra abordagem para classificação dos dispositivos eletromédicos, considera os riscos associados ao uso do equipamento médico, tanto para os pacientes quanto para os profissionais de saúde que os operam. A Anvisa utiliza o conjunto de regras contidas na RDC nº 751/2022, que estabelece os critérios para divisão dos equipamentos entre classes de baixo risco, médio risco, alto risco e máximo risco (ANVISA, 2011).

**3.5.2.1 Equipamentos de Baixo Risco:** Incluem dispositivos que têm um baixo potencial de causar danos aos pacientes ou operadores, como termômetros e medidores de pressão arterial.

**3.5.2.2 Equipamentos de Médio Risco:** Envolve dispositivos que podem apresentar algum risco à saúde, mas que podem ser administrados com treinamento adequado, como ventiladores portáteis.

**3.5.2.3 Equipamentos de Alto Risco:** São dispositivos que apresentam risco significativo à saúde e requerem uma operação precisa e conhecimento especializado, como equipamentos de anestesia e cirurgia a laser.

**3.5.2.4 Equipamentos de Máximo Risco:** Diz respeito aos equipamentos que oferecem alto risco ao indivíduo ou a saúde pública.



### **3.5.3 Classificação Quanto à Complexidade Tecnológica**

Essa classificação se concentra na sofisticação tecnológica do equipamento médico e na necessidade de conhecimento técnico para operá-lo.

**3.5.3.1 Equipamentos de Baixa Complexidade:** Incluem dispositivos simples com baixa complexidade de circuitos eletrônicos ou mecânicos, e que não necessitam de conhecimento especializado para utilização e manutenção como o berço aquecido, balança mecânica, esfigmomanômetro entre outros.

**3.5.3.2 Equipamentos de Média Complexidade:** Englobam dispositivos que requerem conhecimento técnico moderado para sua operação e seu manutenção, como incubadora, eletrocardiógrafo, eletroencefalógrafo e equipamentos para hemodiálise.

**3.5.3.3 Equipamentos de Alta Complexidade:** São equipamentos que demandam conhecimento técnico especializado para utilização e manutenção, como ressonância nuclear magnética, tomógrafos, gama câmara e acelerador linear.

## **3.6 ANÁLISE DE INDICADORES**

Nesse estudo, buscou-se gerar indicadores que apresentassem de forma objetiva as diferenças entre os dois períodos analisados e evidenciassem quais as dificuldades encontradas em cada um deles.

## 1) Taxa de variação anual e mensal de manutenções corretivas

O objetivo inicial para esse indicador foi demonstrar quais modelos de equipamentos apresentaram mudanças na demanda por manutenções corretivas em relação aos 2 anos anteriores à pandemia assim como analisar os setores de origem das Ordens de Serviço. Calculou-se então a diferença percentual entre os dois períodos (Equação 3) e a média mensal da quantidade total de PSMs registrados (Equação 4).

$$\text{Taxa de variação de PSMs} = \left( \frac{\text{PSMs entre 2020/2021} - \text{PSMs entre 2018/2019}}{\text{PSMs entre 2020/2021}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Média mensal de PSMs} = \frac{\text{PSMs registrados por mês}}{\text{Número de dias no mês}} \quad (4)$$

## 2) Tempo médio de reparo/Mean time to repair (MTTR)

O tempo médio de reparo é um importante indicador para a administração do EAS, utilizado para avaliar o tempo médio em que a equipe de manutenção leva para realizar o reparo dos dispositivos, podendo assim identificar problemas como baixa produtividade da equipe, falta de treinamento técnico ou demora na aquisição de peças (Brasil, 2002). Para o cálculo desse indicador, levou-se em consideração a média do tempo total em dias para finalização dos PSMs para cada um dos meses, dessa forma, seria possível observar se o tempo para finalização dos PSMs foram afetados ou não durante os diferentes momentos da pandemia (Equação 5).

$$\text{Tempo médio de reparo mensal} = \frac{\sum \text{Tempo para finalização dos PSMs no mês (dias)}}{\text{Número de PSMs no mês}} \quad (5)$$

Também foi gerado um gráfico com os PSMs agrupados por tempo total de finalização, sendo divididas em manutenções corretivas terminadas até 3 dias, entre 3 e 7 dias, entre 7 e 30 dias, entre 30 e 100 dias e entre 100 dias e 1 ano.

### 3) Recorrência de manutenções em equipamentos médicos

A recorrência geral foi calculada a partir do número de patrimônio dos equipamentos que se repetiram em cada período de 2 anos, sendo assim, todos os equipamentos que foram mantidos ou enviados para equipe técnica mais de uma vez foram considerados.

$$\text{Recorrência geral} = \sum \text{Manutenções corretivas repetidas por patrimônio em 2 anos} \quad (6)$$

### 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A visualização e representação gráfica dos dados foi feita através da plataforma Microsoft Office 365, sendo escolhida pelo fato de permitir a manipulação dos dados online e possuir ferramentas suficientes para analisar quantitativamente as 17.670 Ordens de Serviço. Também foi utilizado o software R-Studio uma vez que este possui uma vasta opção de bibliotecas voltadas para análise estatística.

Foi calculado também, a partir da data de abertura e finalização das manutenções corretivas, o tempo médio de reparo mensal durante os anos 2018-2019 e posteriormente 2020-2021, esse resultado foi relacionado ao gráfico do número de casos mensais confirmados de COVID-19 na cidade de Uberlândia disponível na plataforma e-SUS/Sivep Gripe, o qual disponibiliza diversos tipos de dados demográficos relacionados às infecções pelo vírus, a fim de identificar qual o impacto dos meses de maior e menor incidência da doença nos serviços de manutenção hospitalar. Nesta etapa, utilizou-se a biblioteca dplyr disponível no R-Studio para analisar a correlação cruzada entre as séries temporais, verificando se a variável número de casos confirmados de COVID-19 na cidade de Uberlândia influenciou de alguma forma o número total de Ordens de Serviço abertas, ou o tempo médio de reparo mensal dos equipamentos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 SELEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS

A gestão de tecnologias hospitalares, mesmo que amplamente difundidas entre os estabelecimentos de saúde, sofreu enorme pressão com o grande número de infecções por coronavírus, especialmente em relação a disponibilidades de equipamentos e de recursos humanos (Silva; Vieira; Kamimura, 2022).

Neste capítulo serão descritos os resultados da metodologia aplicada a partir dos dados fornecidos. Inicialmente, utilizou-se o critério de inclusão para filtrar as manutenções corretivas, gerando as Tabelas 1 e 2 contendo o Número de Ordens de Serviço por Modelo de Equipamento e o Número de Ordens de Serviço por Setor.

**Tabela 1:** Número de PSMs por modelo de equipamento.

<b>MODELO DO EQUIPAMENTO</b>	<b>PSMs 2018/2019</b>	<b>PSMs 2020/2021</b>
CR85-X	110	72
MONITOR DIXTAL 2020	135	203
SENSOR DE OXIMETRIA DIXTAL NEONATAL	135	105
SELADORA FRAMAC	168	173
BRAÇADEIRA OMINIMED	245	166
BOMBA DE INFUSÃO FRESENIUS VOLUMAT	621	530
ESTETOSCÓPIO GERAL	204	190
MONITOR OMNIMED 612	202	270
MÁQUINA DE HEMODIÁLISE FRESENIUS 4008S	262	238

SENSOR DE OXIMETRIA DIXTAL ADULTO	168	207
CABO DE BISTURI CANETA	347	123
SENSOR DE OXIMETRIA NELLCOR	267	278
CABO PNI OMNIMED	114	56
BRAÇADEIRA DIXTAL	183	250
INSTRUMENTAL CONSERTO	376	200
LÂMINA LARINGOSCÓPIO	334	293
FOCO CIRÚRGICO DE TETO BAUMER F-500-2	129	52
MONITOR DIXTAL DX 2010	118	166
MONITOR DE GLICEMIA ROCHE	134	263
CABO DE ENERGIA	62	156
TERMÔMETRO/TERMO HIGRÔMETRO	79	140
CABO ECG OMNIMED 5 VIAS	82	87
OSMOSE REVERSA IPABRAS	86	55
APARELHO DE ANESTESIA DRAGER	77	45
ELETROCARDÍOGRAFO DIXTAL EP- 3	92	70
BOMBA DE INFUSÃO FRESENIUS KABI AMIKA	75	67
AUTOCLAVE CISA	62	97
VENTILADOR INTERMED INTER 5	40	85

Fonte: Autoria própria

**Tabela 2:** Número de PSMs por setor.

<b>SETOR</b>	<b>PSMs 2018/2019</b>	<b>PSMs 2020/2021</b>
CLÍNICA MÉDICA	174	183
UNIDADE CORONARIANA	143	226
MATERIAIS E ESTERILIZAÇÃO	939	706
UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA NEONATAL	538	459
NEFROLOGIA	336	312
CIRÚRGICA 01	261	250
GINECOLOGIA E OBSTETRÍCIA	359	440
CENTRO CIRÚRGICO	1408	944
SETOR UTI ADULTO	963	1202
FARMÁCIA	197	153
RADIOLOGIA	118	162
ONCOLOGIA	210	145
ENDOSCOPIA	203	149
CIRÚRGICA 02	177	182
PEDIATRIA	147	105
AMBULATÓRIO CENTRAL	162	115
CIRÚRGICA 05	23	182
UTI COVID	0	110
TRANSPLANTES	317	281
PRONTO SOCORRO	660	851

Fonte: Autoria própria

Foram aplicados então os 3 critérios de classificação definidos na Seção 3.5 para os equipamentos contidos na Tabela 1, gerando a Tabela 3 abaixo.

**Tabela 3:** Classificação dos equipamentos analisados por função, risco e complexidade.

<b>MODELO DO EQUIPAMENTO</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO QUANTO A FUNÇÃO</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO QUANTO AOS RISCOS</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO QUANTO A COMPLEXIDADE</b>
CR85-X	Diagnóstico	II - MÉDIO RISCO	BAIXA
MONITOR DIXTAL 2020	Diagnóstico	III - ALTO RISCO	MÉDIA
SENSOR DE OXIMETRIA DIXTAL NEONATAL	Diagnóstico	III - ALTO RISCO	MÉDIA
SELADORA FRAMAC	Apoio	I - BAIXO RISCO	BAIXA
BRAÇADEIRA OMNIMED	Diagnóstico	I - BAIXO RISCO	BAIXA
BOMBA DE INFUSÃO FRESENIUS VOLUMAT	Suporte à Vida	III - ALTO RISCO	MÉDIA
ESTETOSCÓPIO GERAL	Diagnóstico	I - BAIXO RISCO	BAIXA
MONITOR OMNIMED 612	Diagnóstico	III - ALTO RISCO	MÉDIA
MAQUINA DE HEMODIALISE FRESENIUS 4008S	Suporte à Vida	III - ALTO RISCO	MÉDIA
SENSOR DE OXIMETRIA DIXTAL ADULTO	Diagnóstico	III - ALTO RISCO	BAIXA
CABO DE BISTURI CANETA	Terapia	I - BAIXO RISCO	BAIXA
SENSOR DE OXIMETRIA NELLCOR	Diagnóstico	III - ALTO RISCO	BAIXA

CABO PNI OMNIMED	Diagnóstico	I - BAIXO RISCO	BAIXA
BRAÇADEIRA DIXTAL	Diagnóstico	I - BAIXO RISCO	BAIXA
INSTRUMENTAL CONCERTO	Apoio	I - BAIXO RISCO	BAIXA
LÂMINA LARINGOSCÓPIO	Diagnóstico	I - BAIXO RISCO	BAIXA
FOCO CIRÚRGICO DE TETO BAUMER F-500-2	Apoio	I - BAIXO RISCO	MÉDIA
MONITOR DIXTAL DX 2010	Diagnóstico	III - ALTO RISCO	MÉDIA
MONITOR DE GLICEMIA ROCHE	Diagnóstico	II - MÉDIO RISCO	MÉDIA
CABO DE ENERGIA	Apoio	I - BAIXO RISCO	BAIXA
TERMÔMETRO/TERMO HIGRÔMETRO	Diagnóstico	II - MÉDIO RISCO	BAIXA
CABO ECG OMNIMED 5 VIAS	Diagnóstico	II - MÉDIO RISCO	BAIXA
OSMOSE REVERSA IPABRAS	Apoio	III - ALTO RISCO	MÉDIA
APARELHO DE ANESTESIA DRAGER	Suporte à Vida	III - ALTO RISCO	MÉDIA
ELETROCARDIOGRAFO DIXTAL EP-3	Diagnóstico	II - MÉDIO RISCO	
BOMBA DE INFUSÃO FRESENIUS KABI AMIKA	Suporte à Vida	III - ALTO RISCO	MÉDIA
AUTOCLAVE CISA	Apoio	II - MÉDIO RISCO	BAIXA



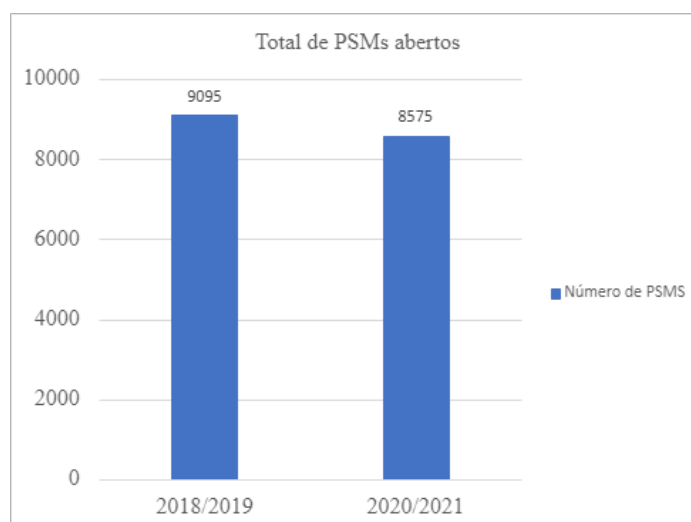
VENTILADOR INTERMED INTER 5	Suporte à Vida	III - ALTO RISCO	MÉDIA
--------------------------------	----------------	------------------	-------

Fonte: Autoria própria

## 4.2 ANÁLISE DOS INDICADORES

Feito o processamento dos dados gerou-se o Gráfico 1 e aplicou-se os indicadores descritos na Seção 3.6.

**Gráfico 1:** Total de PSMs abertos em 2018/2019 e 2020/2021.



Fonte: Autoria própria

De acordo com as informações contidas na interface de gestão do Setor de Engenharia Clínica do HC-UFU, não foi possível observar diferença significativa em relação a quantidade total de Ordens de Serviço, obtendo nos anos de 2020 e 2021 uma redução de aproximadamente 6% em relação ao intervalo anterior como demonstrado no Gráfico 1. Para essa análise em específico, não foram aplicados os critérios de seleção estabelecidos nas Seções 3.3 e 3.4, pois se queria saber sobre o volume total de PSMs abertos nos diferentes cenários, não sendo necessário a exclusão de chamados cujas informações estavam incompletas no sistema. É possível pontuar também o fato que no início do ano de 2021, o setor de Bioengenharia tenha optado por dar continuidade às manutenções que estavam pendentes, podendo ter realizado assim um número maior de manutenções preventivas e um menor número de corretivas consequentemente.

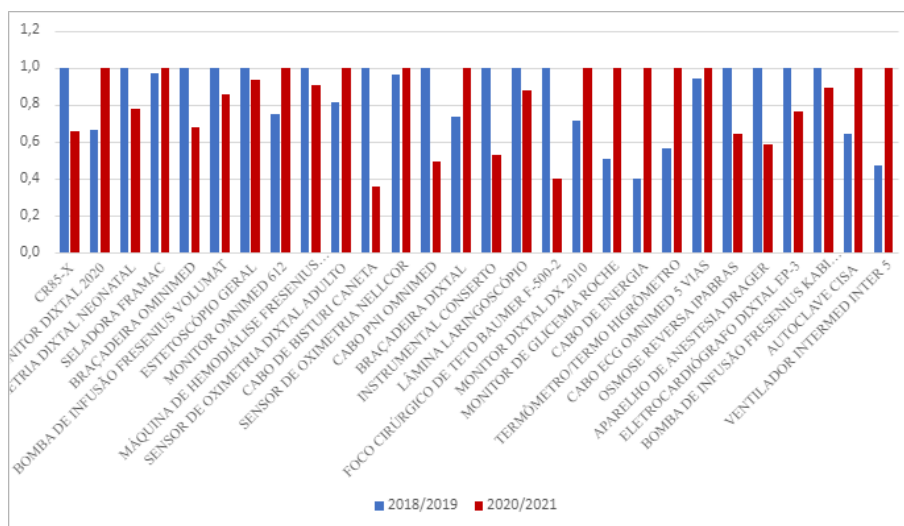
#### 4.2.1 Taxa de variação dos PSMs por Modelo de Equipamentos

O Gráfico 2 de demanda de Ordens de Serviço por equipamento revela quais equipamentos foram mais afetados durante a pandemia de COVID-19, seguindo-se o mesmo método de quantidade mínima de chamados para seleção dos equipamentos a serem analisados. Para construção do Gráfico 2 foi gerada uma tabela com os modelos de equipamentos mais encontrados nos registros de manutenções corretivas do Setor de Engenharia Clínica entre 2018 e 2021.

Feito essa padronização, verificou-se que houve um aumento significativo de 49% e 46% nos aparelhos de aferição de glicose e temperatura respectivamente, também ocorreu um aumento de 39% nas manutenções referentes a ventiladores pulmonares, 36% nos equipamentos de autoclavagem e 26% nos chamados referentes a monitores multiparamétricos. Outros equipamentos apresentaram uma diminuição considerável no número de manutenções, como o bisturi elétrico (65%), foco cirúrgico (60%), instrumental cirúrgico (47%), aparelho de anestesia (42%), osmose reversa (36%) e sistemas de digitalização radiográfica (35%).

Com isso, fica evidente que os aparelhos relacionados a cuidados paliativos e de auxílio ao paciente hospitalizado foram os que tiveram seu funcionamento afetado durante os anos de maior incidência da doença, e também de maneira inversa, alguns equipamentos comumente usados em centro cirúrgicos e salas de emergência como focos cirúrgicos, bisturi elétrico e equipamentos de instrumental cirúrgico tiveram uma demanda por manutenção entre 40% e 65% inferior quando comparado ao período anterior como demonstra o Gráfico 2.

**Gráfico 2:** Manutenções corretivas por modelo de equipamento.



Fonte: Autoria própria

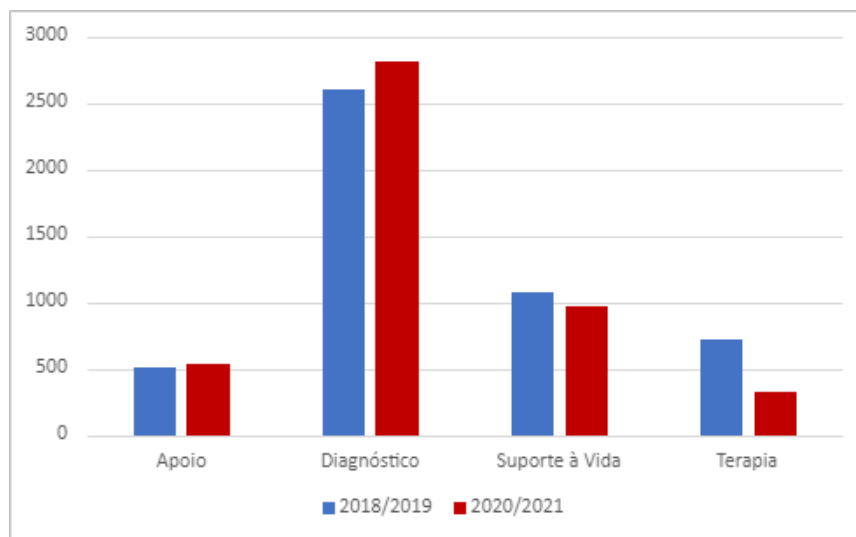
#### 4.2.2 Taxa de variação dos PSMs por Função

Após a classificação dos equipamentos de acordo com a função desempenhada (Gráfico 3), conforme demonstrado no item 3.5.2, verificou-se um aumento de 4,9% e 7,6% entre os EMAs usados para Diagnóstico e Apoio respectivamente. Já para os grupos funcionais classificados como Suporte a vida e Terapia obtiveram uma diferença mais perceptível, diminuindo 11,4% e 124%, respectivamente.

Quando comparamos com a quantidade total de PSMs analisados, os aparelhos considerados como equipamentos de Apoio e Suporte a Vida variaram apenas 1% entre os dois períodos, enquanto o número de PSMs abertos para equipamentos de Diagnóstico aumentaram em 8% e os dispositivos de Terapia caíram pela metade.

Neste caso, para os itens identificados apenas como Cabo de energia, optou-se por classificá-los como equipamentos de apoio, uma vez que o modelo do equipamento a qual pertencia não era informado em diversos casos.

**Gráfico 3:** Número de manutenções corretivas classificadas por Função do Equipamento.



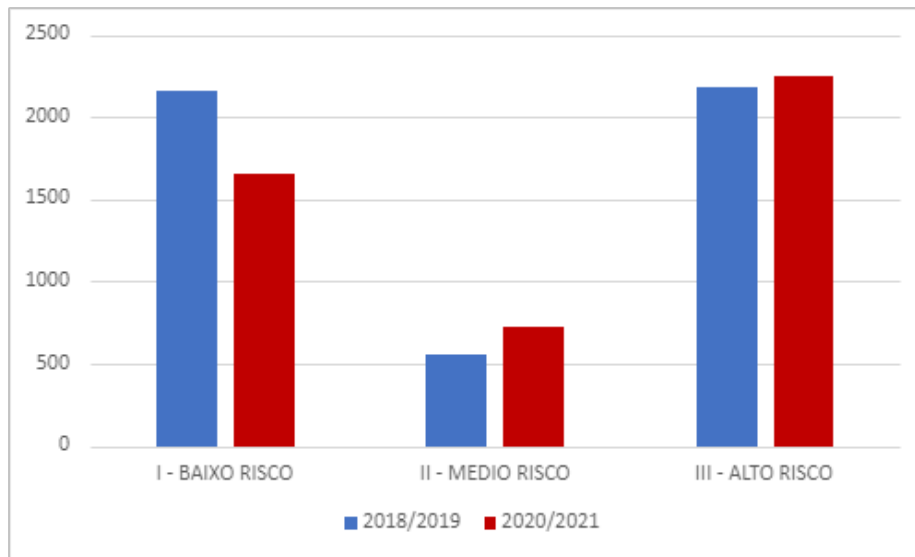
Fonte: Autoria própria

#### 4.2.3 Taxa de variação dos PSMs por Risco

A classificação de risco demonstrou variações principalmente para os dispositivos de Baixo e Médio risco, como demonstrado no Gráfico 4. É possível observar que os equipamentos de baixo risco tiveram solicitações 30% menores que no período anterior e os equipamentos de médio risco

necessitaram por volta de 23% mais de manutenção corretivas, enquanto os equipamentos classificados como alto risco diferiram apenas 3% em relação aos PSMs abertos nos anos de 2018 e 2019. A baixa variação dos equipamentos considerados de alto risco pode ter relação com a quantidade de dispositivos de backup disponíveis dentro do hospital, uma vez que a colaboração entre os setores do EAS facilitava a substituição rápida dos equipamentos que apresentavam defeitos ou não estavam operando em boas condições.

**Gráfico 4:** Número de manutenções corretivas classificadas por Risco do Equipamento.

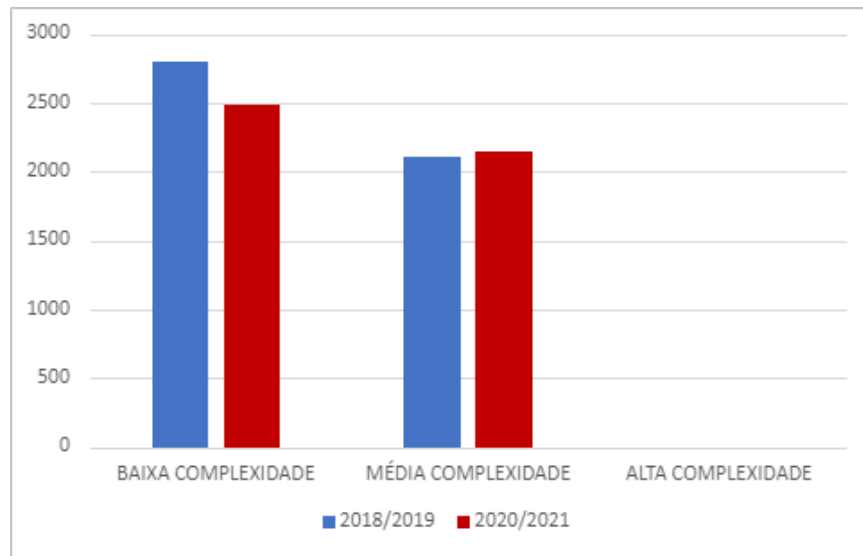


Fonte: Autoria própria

#### 4.2.4 Taxa de variação dos PSMs por Complexidade dos Equipamentos

Na análise da classificação por complexidade (Gráfico 5), observou-se uma diferença de apenas 3% entre os equipamentos de média complexidade. De acordo com os EMAs selecionados na Tabela 3, não houve equipamentos classificados como alta complexidade, deixando a única diferença perceptível para os equipamentos de baixa complexidade, que requeriram 12,5% menos manutenções corretivas.

**Gráfico 5:** Número de manutenções corretivas classificados por Complexidade do Equipamento.



Fonte: Autoria própria

Para (Tur-Sinai et al.,2021), a capacidade dos centros de saúde de reparar e manter o funcionamento dos equipamentos críticos como ventiladores pulmonares, foi essencial para o enfrentamento do COVID-19. Diante do contexto da pandemia, algumas dificuldades para execução desses serviços de manutenção como a falta de mão de obra especializada e também devido à questões contratuais relacionadas ao reparo desses equipamentos, impediam o concerto dos dispositivos de forma ágil.

Além disso, o autor aponta a dificuldade na obtenção de recursos como peças de reposição e ainda que alguns representantes de EMAs restringiam as viagens dos técnicos em manutenção devido a alta taxa de transmissão do vírus. Ao final, ressaltou-se a importância da flexibilização de contratos aos que dependem exclusivamente de técnicos autorizados e também da abertura para realização dos serviços de manutenção por terceiros dentro dos EAS.

Outro estudo feito por (Khodadadi; Bakrani; Vafaie, 2021) relacionado ao impacto do COVID-19, questionou 200 gestores e especialistas atuantes na área hospitalar sobre quais fatores afetam o gerenciamento dos EMAs em tempos de crise. Definiu-se então um formulário com questões a cerca de temas como mão de obra, espaço físico, gerenciamento, equipamentos, instruções e tecnologia da informação, com o objetivo de avaliar quais desses tópicos eram mais afetados pelo período pandêmico na visão dos especialistas.

Neste caso, o teste de priorização mostrou que os componentes instrução, gerenciamento, tecnologia da informação, equipamento, mão de obra e espaço físico foram avaliados pelos profissionais como mais prioritários nesta ordem. A partir desses resultados, foi indicada a importância desse tipo de estudo para o enfrentamento de futuras crises baseado nas experiências dos colaboradores na área da saúde, podendo assim aprimorar e antecipar as instruções definidas pelos comitês de gestão de crises.

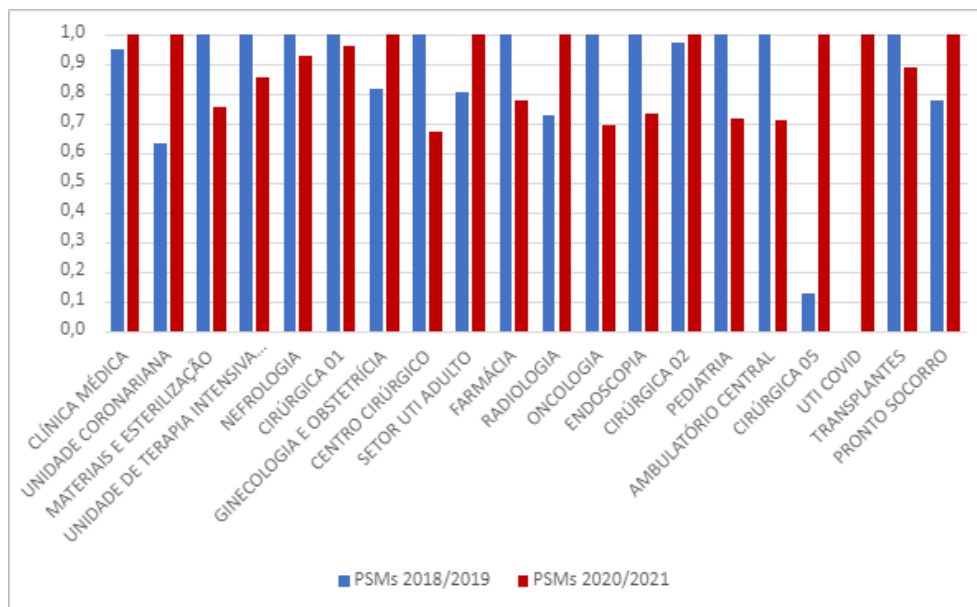
#### **4.2.5 Taxa de variação por Setor**

O parâmetro setor do equipamento foi o que obteve a variação mais perceptível (Gráfico 6), ocorrendo aumento na demanda de manutenções corretivas nos setores do pronto-socorro e UTI adulto a partir do ano de 2020 e uma diminuição significativa nos chamados abertos pelo setor do centro cirúrgico. O gráfico de Ordens de Serviço por Setor (Gráfico 9) também demonstrou forte variação no número de chamados de manutenção solicitados pelos setores do HC-UFU, refletindo de forma similar aos gráficos anteriores e evidenciando os impactos da doença nos serviços relacionados a equipamentos médico-assistenciais.

Os setores que obtiveram um aumento considerável em relação aos 2 anos anteriores foram, cirúrgica 5 (87%), Unidade Coronariana (37%), Radiologia (28%), Pronto Socorro (23%) e UTI Adulto (20%). Alguns desses eventos podem ser explicados pela readequação de espaço físico do hospital para melhor enfrentamento da pandemia como o caso da Cirúrgica 5 ou Moléstia infecciosa, tornando-se a Enfermaria COVID, sendo exclusivo para internação de pacientes com a doença. Nos setores de Unidade de Terapia Intensiva Adulto e Pronto Socorro, reservou-se uma parte para atendimento de pacientes com COVID-19, sendo ampliados posteriormente devido à alta demanda no EAS.

Pode-se destacar também os setores que diminuíram o número de Ordens de Serviço abertas, sendo esses, Centro cirúrgico (33%), Oncologia (31%), Pediatria e Ambulatório central (29%), Endoscopia (27%) e Central de Material Esterilizado (25%). É importante ressaltar neste caso, em que o andar superior da Oncologia se tornou uma extensão da UTI COVID e que o setor de Pediatria também reservou leitos para atendimentos aos pacientes infectados, pode ter impactado a forma com que os registros dos pedidos de manutenção eram feitos, já que houve a modificação de vários espaços físicos do hospital para suportar a alta demanda por leitos e atendimento de pacientes.

**Gráfico 6:** Manutenções corretivas por Setor.



Fonte: Autoria própria

O artigo de (Rocco et al., 2022) traz um estudo observacional realizado em um Hospital Universitário, onde foi avaliado o impacto dos casos de COVID-19 na realização de cirurgias de reparo de hérnia e colecistectomia entre os anos de 2019 e 2020. Neste caso, houve queda significativa no número de procedimentos cirúrgicos entre os dois períodos, onde foram registradas 543 cirurgias em 2019 e apenas 200 em 2020.

A partir desses dados, pode-se observar que o número de manutenções corretivas diminuiu em setores como Centro cirúrgico e Central de Material Esterilizado assim como o número de procedimentos eletivos caíram quando foi analisado outro Hospital Universitário em um intervalo de tempo parecido. Assim, o autor identifica como fatores causais desses resultados o cancelamento de cirurgias não urgentes e o remanejamento de equipes médicas para setores de atendimento aos pacientes com COVID-19.

Em (Silva; Vieira; Kamimura, 2022), também é possível observar esse fenômeno quando se demonstrou a perda de receita em Hospitais relacionadas ao total de cirurgias eletivas programadas e canceladas no mundo entre março e maio de 2020, onde foram realizadas apenas 25,6% das cirurgias que estavam previstas entre esses meses. Além desse fato, atribuiu-se a perda de arrecadação dos hospitais fatores como o aumento dos custos relacionados a segurança dos profissionais de saúde e pacientes e também à dificuldade para aquisição de insumos e materiais hospitalares em situação de sobrepreço e escassez.

Outro panorama traçado por (Cerci et al., 2022) foi a respeito da prestação de serviços relacionados ao diagnóstico de doenças cardíacas, onde comparou-se dados de 194 centros de internação e ambulatorios no mês de março de 2019 com os meses de março e abril de 2020. O estudo traz que o volume de procedimentos diagnósticos de doenças cardíacas caiu 82% de março de 2019 a abril de 2020 entre os centros analisados, destacando-se reduções de 91% para o teste de estresse ecocardiográfico, testes ergométricos com esteira e escore de cálcio por tomografia computadorizada em 88% e 87% respectivamente.

Estimou-se também que houve 129 mil procedimentos a menos que o esperado em relação a março de 2019, tendo em vista que tais consultas tiveram que ser remarçadas para evitar a exposição de pacientes ao vírus e também devido a menor mobilidade da população com a aplicação dos planos de quarentena em cada país.

#### **4.2.6 Tempo médio de reparo/Mean time to repair (MTTR)**

O tempo de reparo também foi um importante dado para avaliar o desempenho das equipes de manutenção durante a pandemia da COVID-19. Neste item podemos observar quais foram as mudanças ocorridas nos serviços de manutenção e se essas mudanças tiveram desfecho positivo ou negativo. Neste primeiro quadro, dividiu-se em 6 cenários os diferentes tempos de reparo das manutenções corretivas, agrupando aquelas que foram concluídas entre 3, 7 e 30 dias, e também as que foram concluídas em até 100 dias, 1 ano e acima de um ano até sua finalização.

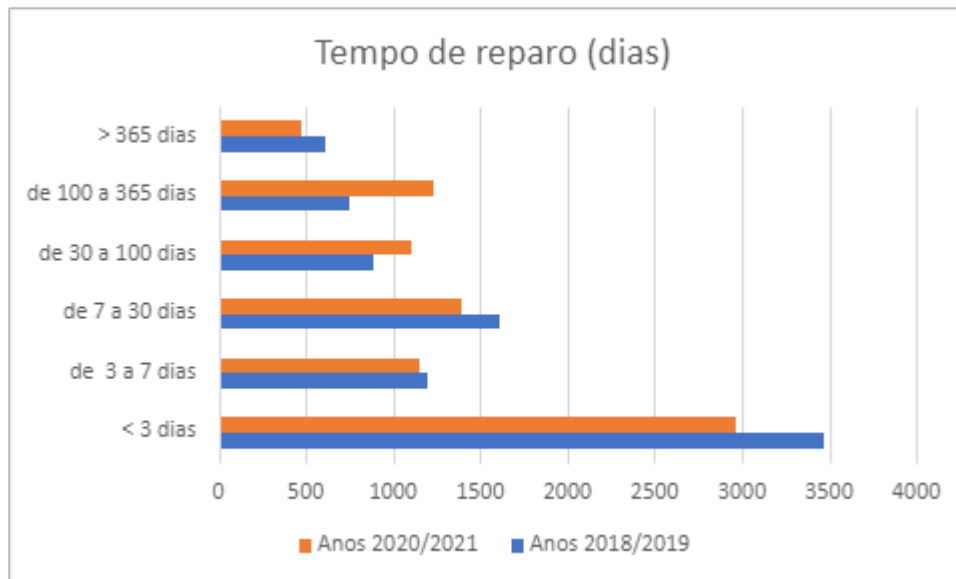
O número de PSMs finalizados em menos de 3 dias neste caso foi maior entre os anos de 2018 e 2019, sendo 17% mais lento no período que houve internações pelo coronavírus, da mesma forma, para as manutenções concluídas entre 7 e 30 dias, o tempo de execução caiu aproximadamente 15% e variou aproximadamente 4% para as Ordens de Serviço finalizadas entre 3 e 7 dias. Para as manutenção que foram solucionadas de forma mais lenta foi observado o efeito oposto, aumentando consideravelmente nos 2 anos de pandemia, sendo 19% para os PSMs finalizados entre 30 e 100 dias e 38% para aqueles entre 100 dias e 1 ano.

Para as manutenções corretivas as quais demoraram mais de 1 ano para finalização, os anos de 2018 e 2019 foram os quais obtiveram mais registros, uma vez que a data do término de alguns serviços extrapolou a data final de abertura dos PSMs pre estabelecida para análise, contendo dados encerrados após o ano de 2021, podendo influenciar a diferença de 30% entre os 2 períodos. Ainda assim, a escassez de insumos e a falta de equipamentos para substituição e reparo dos equipamentos



podem ter impactado no tempo de resolução dos chamados. O Gráfico 10 mostra o tempo de reparo em dias entre os anos 2018 a 2019 e entre os anos 2020 a 2021.

**Gráfico 7:** Tempo de reparo em dias nos anos de 2018 a 2019 e 2020 a 2021.



Fonte: Autoria própria

Outra comparação feita foi por meio dos Gráficos 8 e 9, de quantidade de Ordens de Serviço por mês e média mensal do tempo de reparo, onde foram selecionados os anos de 2020 e 2021 e após isso, foi calculada a correlação cruzada entre as 2 séries temporais com o número de casos confirmados de COVID-19 em Uberlândia por mês nesses 2 anos. Como demonstrado no Gráfico 11, podemos observar que nos meses em que o número de casos aumentou (Gráfico 10), também houve um maior número de PSMs registrados em relação ao mês anterior, e de forma similar, 1 mês após os casos de coronavírus em Uberlândia terem aumentado, a correlação entre as duas séries subiu para aproximadamente 0,3.

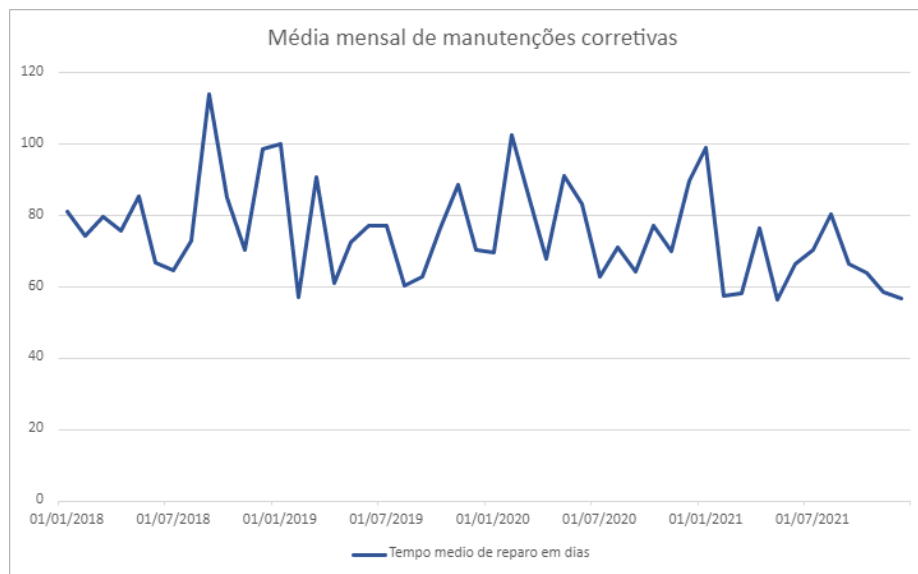
Já para análise do tempo médio de reparo por mês, o Gráfico 12 revela uma correlação entre 0,3 e 0,4 no terceiro e quarto mês após o aumento do número de casos de COVID-19 em Uberlândia, assim como a quantidade de PSMs gerados obteve correlação positiva com o aumento no número de casos no quinto e sexto meses anteriores aos meses que houveram aumento no número de casos.

**Gráfico 8:** Número de PSMs por mês entre 2018 e 2021.



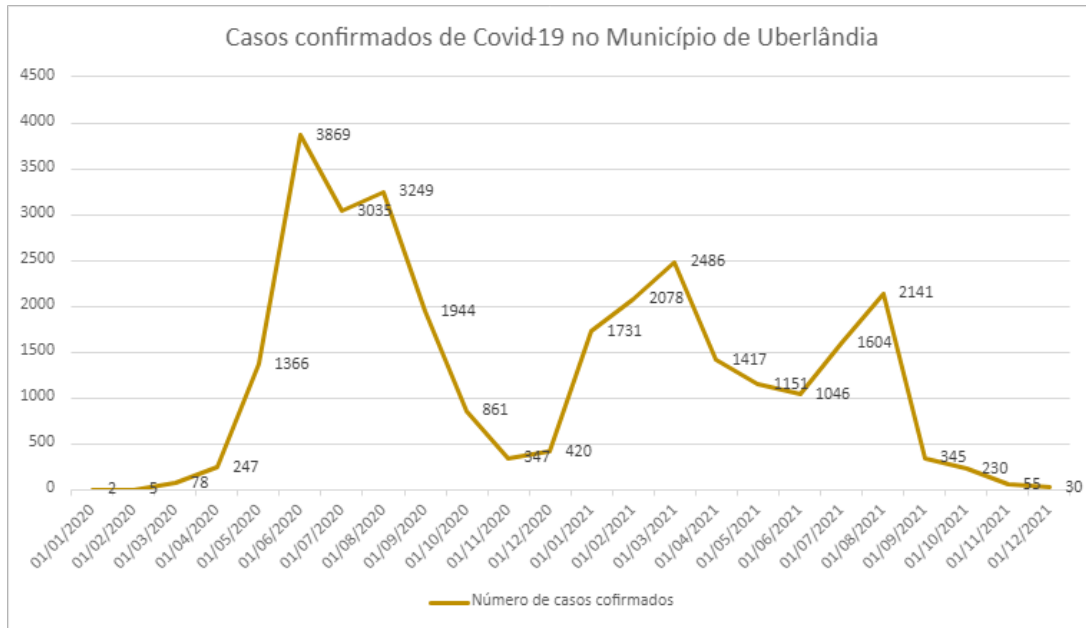
Fonte: Autoria própria

**Gráfico 9:** Média mensal de manutenções corretivas entre 2018 e 2021.



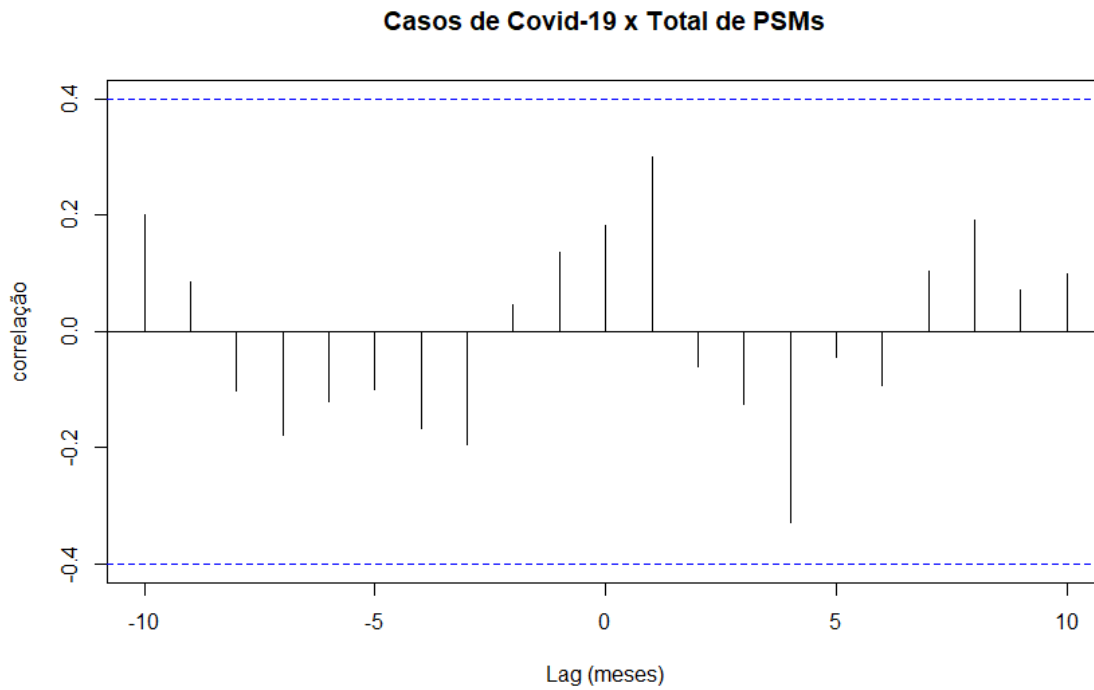
Fonte: Autoria própria

**Gráfico 10:** Número de casos confirmados de Covid-19 em Uberlândia entre 2020 e 2021.



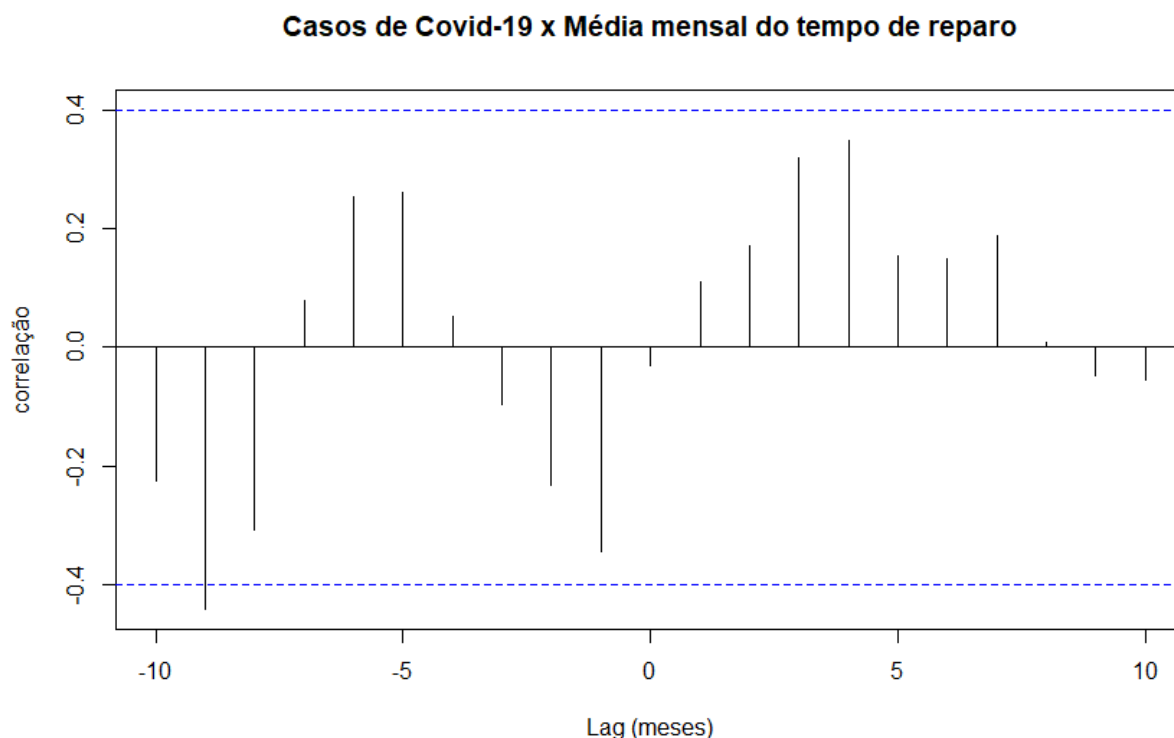
Fonte: Adaptado de e-SUS/Sivep-Gripe (2023).

**Gráfico 11:** Correlação cruzada entre Número total de PSMs no mês e Casos de COVID-19 registrados em Uberlândia por mês.



Fonte: Autoria própria

**Gráfico 12:** Correlação cruzada entre Média mensal dos tempos de reparo e Casos de COVID-19 registrados em Uberlândia por mês.



Fonte: Autoria própria

#### 4.2.7 Recorrência média geral de manutenções corretivas

O objetivo desse tópico foi explorar o desempenho individual dos EMAs a cada dois anos, sendo assim, caso o equipamento tenha retornado à Bioengenharia para manutenção mais de 1 vez entre 2018 e 2019 ou 2020 e 2021, contabilizou-se o evento como recorrência de manutenção corretiva. Para esta análise foi utilizado o número de patrimônio registrado nos PSMs e verificado quantas vezes essa identificação ocorreu nos períodos indicados, optando por não incluir as Ordens de Serviço que estavam sem informação neste campo.

Conforme o indicador descrito, o índice de recorrência geral das manutenções nos primeiros 2 anos esteve em torno de 5,47 retornos, enquanto no período seguinte a média de recorrência caiu para 5,26 retornos por patrimônio de equipamento. Considerando o amplo intervalo de tempo analisado, é possível observar que alguns equipamentos tiveram um número de manutenções realizadas muito acima da taxa de recorrência geral dos equipamentos, como no caso da autoclave (97 vezes) e equipamentos que operavam em situação de comodato (87 vezes).

Os dados que não foram incluídos para o cálculo da recorrência média geral representavam cerca de 40% dos PSMs registrados nos dois períodos, deixando o cálculo deste indicador com o número de amostras reduzido. Essa informação reforça os dados vistos anteriormente, onde esses dispositivos os quais não eram patrimoniados estavam regularmente presentes nos chamados de manutenção como braçadeiras, cabos de energia sensores e outras tecnologias que não faziam parte do hardware dos EMAs.

## 5. CONCLUSÃO

Após a chegada do coronavírus no Brasil, e diante das mudanças e restrições causadas a população, foi possível entender a importância dos EAS como agente principal na luta contra a nova doença e na proteção da sociedade como um todo. A ação rápida e preventiva dos agentes governamentais e de saúde fez com que os danos causados fossem amenizados, evitando o colapso completo do sistema de saúde nacional.

Similar às outras regiões do país, o Triângulo Mineiro foi um dos epicentros de maior incidência do vírus, o que justificou a realização de medidas como distanciamento social, práticas para prevenção ao contágio, reorganização dos estabelecimentos para realização das atividades econômicas, colaboração entre os sistemas de saúde municipais para obtenção de novos leitos e para realocação de pacientes. Dentro do meio hospitalar esses impactos foram ainda mais notáveis, com modificação dos espaços físicos dos EAS e pela mudança completa na organização dos profissionais de saúde para recebimento dos pacientes infectados, com treinamentos e designação de equipes de diversas áreas para combate da doença.

No HC-UFU, cientes da possibilidade do aumento de casos e da escassez crescente de recursos essenciais para manter o atendimento aos doentes, as decisões tomadas tiveram papel importante para manter a integridade dos funcionários e o funcionamento dos sistemas de infraestrutura e dos equipamentos hospitalares. A elaboração do plano de contingência de forma rápida, permitiu que os profissionais de saúde e as equipes técnicas tivessem maior segurança e tempo para atuar, uma vez que foi feito o dimensionamento da capacidade da instituição para diferentes níveis de demanda por leitos dentro do Hospital Universitário.

Esse trabalho avaliou o impacto dos períodos com maior número de infecção pelo coronavírus nos serviços de manutenção corretiva dos EMAs do Hospital de Clínicas da UFU durante 2 anos, comparando com os dados de manutenção corretiva dos 2 anos anteriores, a partir dos critérios de classificação estabelecidos, analisando ao final 17.670 Ordens de Serviço, 28 modelos de equipamentos e 19 setores (centros de custo). Neste estudo, foi evidenciada a relação entre a aplicação do plano de contingência e a diminuição dos processos eletivos realizados no HC-UFU, com os modelos de equipamentos que precisavam ser mantidos, assim como também houve relação entre a modificação do espaço físico do EAS para recebimento dos pacientes, e de setores aos quais prestavam atendimento as pessoas que apresentavam sintomas gerados pela COVID-19 como Pronto Socorro, Unidade de

Terapia Intensiva (UTI) e Unidade Coronariana, com a quantidade de Ordens de Serviço abertas por Setor.

A literatura a cerca do desempenho dos EMAs em períodos pandêmicos ainda é muito pouco explorada, sendo possível neste caso pelo alto número de registros realizados pelo setor e também pelo padronização dos dados que eram armazenados. Diante disso, é necessário ressaltar a importância de trabalhos que avaliam o impacto do vírus em diferentes áreas dentro dos EAS, a fim de reunir informações úteis para o enfrentamento de futuros momentos de crise e sobrecarga dos sistemas de saúde.

## 6. REFERÊNCIAS

ABNT. Confiabilidade e manutenibilidade. [s.l: s.n.].

ABNT. ABNT NBR IEC 60601-1 Equipamento eletromédico Parte 1: Requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial Medical electrical equipment. [s.l: s.n.].

ANVISA. RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA – RDC No 61, DE 18 DE NOVEMBRO DE 2011. [s.l: s.n.].

BRASIL. PORTARIA No 1884 /GM Em 11 de novembro de 1994. 11 nov. 1994.

BRASIL. Painel Coronavírus. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br/>>. Acesso em: 14 out. 2023.

BRASIL, M. DA S. Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção. Brasília, DF,: [s.n.].

CERCI, R. J. et al. The Impact of COVID-19 on Diagnosis of Heart Disease in Latin America an INCAPS COVID Sub-analysis. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 118, n. 4, p. 745–753, 2022.

COMITÊ DE ENFRENTAMENTO À COVID-19 HC-UFU. Edição Especial 5 meses de enfrentamento à COVID-19 no HC-UFU. Uberlândia: [s.n.].

DYRO, J. The Clinical Engineering Handbook. 1. ed. [s.l: s.n.].

EBSERH. PLANO DE CONTINGÊNCIA. [s.l: s.n.].

EBSERH. CADERNO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NO HC-UFU/Ebserh. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[www.hc-ufu.ebserh.gov.br](http://www.hc-ufu.ebserh.gov.br)>.

GOMES TERRA, T. et al. UMA REVISÃO DOS AVANÇOS DA ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL 1 A REVIEW OF THE PROGRESS OF CLINICAL ENGINEERING IN BRAZIL. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://bit.ly/1AY6H7I>>.

KARDEC, A. ; N. J. manutenção função estratégica - kardec e nascif. v. 3, 2009.



- KHODADADI, V.; BAKRANI, A.; VAFAIE, M. H. Factors Affecting Medical Equipment Management in the COVID-19 Pandemic Crisis: A Mixed Qualitative and Quantitative Study. *Hospital Practices and Research*, v. 6, n. 1, p. 23–28, 13 fev. 2021.
- LAFRAIA, J. R. B. Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade. Qualitymark, 2001.
- LINS, F. MODELO MULTICRITÉRIO PARA PRIORIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS HOSPITALARES PARA MANUTENÇÃO PROGRAMADA. [s.l: s.n.].
- PINTO, A. K. , X. J. A. N. Manutenção Função Estratégica. 2001.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. Prefeitura coloca em funcionamento primeiros leitos do hospital de campanha. Disponível em: <<https://www.uberlandia.mg.gov.br/2021/02/25/prefeitura-coloca-em-funcionamento-primeiros-leitos-do-hospital-de-campanha/>>. Acesso em: 31 out. 2023.
- RAMÍREZ, F.; CALIL, J. Engenharia clinica: Parte I-Origens (1942-1996). p. 27–33, 2000.
- ROCCO, M. et al. Impacto da Pandemia por COVID-19 nos Procedimentos Cirúrgicos Eletivos e Emergenciais em Hospital Universitário. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, v. 49, 2022.
- SILVA, M. DE F. C. DA; VIEIRA, E. T.; KAMIMURA, Q. P. O impacto econômico da pandemia pelo Covid-19 nos hospitais públicos e privados / The economic impact of the Covid-19 pandemic on public and private hospitals. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 4, p. 31352–31374, 27 abr. 2022.
- SOUZA, A. S. R. et al. General aspects of the COVID-19 pandemic. *Revista Brasileira de Saude Materno Infantil*, v. 21, p. S47–S64, 2021.
- TAVAKOLI, M. et al. Risk assessment of medical devices used for COVID-19 patients 1 based on a Markovian-based Weighted Failure Mode Effects Analysis 2 (WFMEA) 3. [s.l: s.n.].
- TUR-SINAI, O. et al. Repairing Medical Equipment in Times of Pandemic. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.>>.
- VILELA, R. Enfrentamento da pandemia da COVID-19 e seus Dados no Brasil, Minas Gerais, Uberlândia e no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia. [s.l: s.n.].
- WANG, B. Medical equipment maintenance : management and oversight. [s.l: s.n.].

WHO. Situation Report-51 SITUATION IN NUMBERS total and new cases in last 24 hours.  
[s.l: s.n.].

WHO, W. H. O. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. [s.l: s.n.].