

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

MATHEUS VENTURI

**MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE CRITICIDADE DE
PRODUTOS PARA A SAÚDE EM USO EM HOSPITAL PÚBLICO**

Uberlândia

2023

MATHEUS VENTURI

**MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE CRITICIDADE DE
PRODUTOS PARA A SAÚDE EM USO EM HOSPITAL PÚBLICO**

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

Orientadora: Profa. Dra. Selma Terezinha Milagre

Uberlândia

2023

Dedico este trabalho aos meus pais e
amigos, pelo estímulo, carinho e
compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares e amigos pelo incentivo, motivação e orientação durante minha caminhada acadêmica.

À professora orientadora Selma Terezinha Milagre pela orientação e motivação na realização deste trabalho.

Agradeço também, aos colegas estagiários, equipe técnica e gestores pelo auxílio e conhecimentos compartilhados durante o período em que estive no HC-UFU.

RESUMO

A implantação do sistema de criticidade no estabelecimento assistencial de saúde permite que as ações, como manutenções, sejam programadas e realizadas para fins de otimizar a organização hospitalar. As manutenções em um ambiente hospitalar são necessárias para o correto funcionamento do serviço, sendo divididas em duas grandes vertentes, programadas e não programadas, as quais sofreram várias alterações com o decorrer dos anos devido às novas necessidades e demandas do serviço de saúde. Esse trabalho teve como objetivo elaborar um método para a avaliação da criticidade dos equipamentos para permitir o planejamento e priorização das manutenções no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia. A metodologia consistiu em exportar, triar e analisar o inventário de equipamentos de saúde cadastrados no GETS, vinculados à Unidade de Saúde do HC-UFU em junho de 2022, disponibilizado pela equipe de Engenharia Clínica, que totalizou 3.534 equipamentos. Após isso, em concordância com os gestores, foram realizados estudos para o estabelecimento do índice de criticidade, o qual adotou quatro variáveis: classe de risco, função, risco físico e importância estratégica. Essas variáveis, somadas, culminaram na classificação de baixa, média e alta criticidade para cada equipamento cadastrado. Com isso, foi possível concluir que o parque tecnológico do HC-UFU é composto majoritariamente por equipamentos que compreendem funções de baixa e média complexidade, homogêneo em relação a Classe de Risco, em que a quantidade de tipos de equipamentos são inversamente relacionados à complexidade da função desempenhada. E, que a metade dos agrupamentos de equipamentos foram classificados como de baixa importância estratégica e o restante dividido entre média e alta. Ao se analisar o Risco Físico dos equipamentos, foi visto que a maior parcela dos tipos de equipamentos foi representada por terapia/diagnóstico falho, seguido de sem risco, injúria e morte. Assim sendo, foi vista uma distribuição homogênea com tendência decrescente, de baixa para alta criticidade, da quantidade de tipos de equipamentos de saúde por índices de criticidade. Essa discriminação individual e em forma de panorama geral, permite estabelecer uma rotina de manutenções e ações baseadas no grau de criticidade, bem como otimização do tempo de atendimento, utilização de recursos, fluxo de atendimentos e a organização hospitalar.

Palavras-chave: engenharia clínica; manutenção; criticidade; estabelecimento assistencial de saúde.

ABSTRACT

The implementation of the criticality system in healthcare facilities allows actions, such as maintenance, be planned and carried out in such a way as to optimize the hospital organization. The maintenance in a hospital environment is necessary for the correct operation of the service, and it is divided into two major aspects, scheduled and unscheduled, which have undergone several changes over the years due to new needs and demands of the healthcare service. This study aimed to elaborate a method to evaluate the criticality of the medical devices to allow the planning and prioritization of the maintenance in the Clinical Hospital of the Federal University of Uberlândia. The methodology consisted of exporting, sorting and analyzing the inventory of medical equipment registered in GETS, linked to the HC-UFU Health Unit in June 2022, made available by the Clinical Engineering team, which totaled 3.534 equipments. After that, in agreement with the managers, studies were conducted to establish the criticality index, which adopted four variables: risk class, function, physical risk, and strategic importance. These variables, added together, culminated in the classification of low, medium and high criticality for each registered kind of equipment. With this, it was possible to conclude that the HC-UFU technological park is composed mostly of equipment that comprise functions of low and medium complexity, homogeneous in relation to the risk class, in which the quantity of types of equipment are inversely related to the complexity of the function performed. And that half of the groups were classified as of low strategic importance and the rest divided between medium and high. When analyzing the physical risk of the equipment, it was seen that the largest portion of the types of equipment was represented in failed therapy/diagnosis, followed by no risk, injury and death. Therefore, a homogeneous distribution was seen with a decreasing trend, from low to high criticality, in the amount of equipments by criticality indices. This individual discrimination and in the form of a general overview, allows establishing a routine of maintenance and actions based on the degree of criticality, as well as optimizing the service time, resource utilization, flow of attendance and the hospital organization.

Keywords: clinical engineering; maintenance; criticality; healthcare facility.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Quantidade de tipos de equipamentos por Classe de Risco.....	23
Figura 2	Quantidade de tipos de equipamentos por Função.....	23
Figura 3	Quantidade de tipos de equipamentos por Importância Estratégica.....	24
Figura 4	Quantidade de tipos de equipamentos por Risco Físico.....	24
Figura 5	Distribuição dos índices de criticidade por tipo de equipamento.....	25
Figura 6	Quantidade de equipamentos por grau de priorização de manutenção.....	26
Figura 7	Distribuição relativa das categorias de baixa criticidade.....	29
Figura 8	Distribuição relativa das categorias de média criticidade.....	30
Figura 9	Distribuição relativa das categorias de alta criticidade.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análise da criticidade segundo Classe de Risco.....	15
Tabela 2	Análise da criticidade segundo Função.....	15
Tabela 3	Análise da criticidade segundo Risco Físico.....	16
Tabela 4	Análise da criticidade segundo Importância Estratégica.....	16
Tabela 5	Determinação da priorização da manutenção por índice de criticidade.....	17
Tabela 6	Equipamentos e suas quantidades no HC-UFU.....	18
Tabela 7	Distribuição dos índices de criticidade por tipo de equipamento.....	25
Tabela 8	Índice de criticidade para cada equipamento do HC-FU.....	26
Tabela 9	Composição da criticidade dos equipamentos de baixa criticidade.....	28
Tabela 10	Composição da criticidade dos equipamentos de média criticidade.....	29
Tabela 11	Composição da criticidade dos equipamentos de alta criticidade.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CME	Centro de Material e Esterilização
CR	Classe de Risco
EAS	Estabelecimento Assistencial de Saúde
EBSERH	Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares
ECG	Eletrocardiograma
EEG	Eletroencefalograma
EMA	Equipamento Médico-Assistencial
F	Função
FAEPU	Fundação de Assistência, Estudo e Pesquisa de Uberlândia
GETS	Gerenciamento de Tecnologia para Saúde
HC-UFU	Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia
IC	Índice de Criticidade
IE	Importância Estratégica
LAB	Laboratório
OS	Ordem de Serviço
PGTS	Plano de Gerenciamento de Tecnologias em Saúde
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RF	Risco Físico
RN	Recém-Nascido
SIS	Sistema
SUS	Sistema Único de Saúde
UNI	Unidade
US	Ultrassom
UTI	Unidade de Terapia Intensiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Objetivos	2
1.1.1	Objetivo Geral	2
1.1.2	Objetivos Específicos.....	2
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
2.1	Engenharia Clínica.....	3
2.2	Manutenção	3
2.2.1	Tipos de manutenção.....	4
2.2.2	Gerações de manutenção	5
2.3	HC-UFU – Hospital de Clínicas de Uberlândia.....	7
2.4	GETS – Sistema de Gerenciamento de Tecnologia de Saúde.....	8
2.5	Resolução da Diretoria Colegiada	9
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
4	MATERIAIS E MÉTODOS	13
4.1	Aquisição dos dados	13
4.2	Tratamento dos dados	13
4.3	Definição dos critérios de criticidade	14
4.3.1	Classe de Risco	14
4.3.2	Função	15
4.3.3	Risco Físico	15
4.3.4	Importância Estratégica.....	16
4.4	Cálculo dos índices de criticidade	16
5	RESULTADOS	18
5.1	Análise dos equipamentos e do EAS.....	18
5.2	Análise da criticidade	23
5.3	Priorização da manutenção	24
6	DISCUSSÃO	32
6.1	Composição dos equipamentos de baixa criticidade	34
6.2	Composição dos equipamentos de média criticidade	35
6.3	Composição dos equipamentos de alta criticidade.....	35
6.4	Priorização da manutenção	36
7	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE A - TIPOS DE EQUIPAMENTOS E DISCRIMINAÇÃO DO ÍNDICE DE CRITICIDADE SEGUNDO CLASSE DE RISCO, FUNÇÃO, IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA E RISCO FÍSICO.....	44

1 INTRODUÇÃO

No campo da Engenharia Clínica é mandatória a execução de um plano de manutenção ideal que abranja manutenções programadas e não programadas. Esse plano visa priorizar a ordem das manutenções, em função da grande variedade em tipo e quantidade de tecnologias (PIRES *et al.*, 2018).

A criticidade dos equipamentos traduz esse plano de ações e mostra-se como uma ferramenta para alcançar a otimização da organização hospitalar, alinha o plano de manutenção e mostra o impacto de cada equipamento no Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS) (PIRES *et al.*, 2018).

O conceito de criticidade sofreu várias alterações com o passar dos anos. Por volta de 1940 iniciou-se a primeira geração de método de manutenção, que consistia em manutenção corretiva. Entre 1950 a 1970, na segunda geração, foi instituído o conceito de manutenção preventiva que visava programar os reparos, instituir sistemas a partir de informatização e assim aumentar a vida útil dos equipamentos. Na terceira geração, iniciada por volta de 1970, por meio da evolução da geração anterior aprimorou as técnicas de monitoramento, análise de falhas e estudos sobre riscos, permitindo uma manutenção preditiva com o uso de dados consolidados, informatização complexa e maior segurança com sistemas especializados (MOUBRAY, 1997).

Um aspecto importante da terceira geração, consistiu na introdução da análise de falhas. Ela investiga não só os equipamentos, mas também as falhas no planejamento e na execução das estratégias de manutenção (TAKAYAMA, 2008). Na quarta geração, por volta de 2000, essa análise foi potencializada e melhor explorada pelos sistemas (FIGUEIREDO, 2019). Por fim, têm-se a quinta geração, com atuação no campo de melhorias nos processos de gestão, boa administração de ativos e otimização dos investimentos (KARDEC; NASCIF, 2012 apud PAZETO, 2016).

A competitividade do mercado atual exige a inserção da criticidade dos equipamentos nas empresas para que elas sejam atrativas e possam competir no mercado. Já que a sua inserção permite a confiabilidade dos ativos da empresa, aumenta a disponibilidade de equipamentos, gera ganhos em qualidade de serviço e retorno financeiro substancial (TAKAYAMA, 2008).

Atualmente, no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HC-UFU) não é instituída a criticidade dos equipamentos. A decisão da ordem de manutenção é baseada na experiência da equipe técnica e na lista de equipamentos críticos determinada pelos gestores da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), e o restante das ordens de serviço (OSs), seguem o método FIFO (*First-In-First-Out*). Pelo fato de não ocorrer um planejamento

específico e se basear na experiência dos profissionais, carece de estratégias de criticidade que permitam otimizar o serviço.

A falta de análise de dados, falhas e ações preventivas culminam em um serviço predominantemente de manutenção corretiva pela alta demanda hospitalar. Em vista dessa situação vê-se a necessidade de melhoria nesse processo, por um modelo de apoio à gestão de manutenção que atenda às necessidades do serviço de Engenharia Clínica e serviço de saúde (CARVALHEIRO, 2016).

Como ferramenta da gestão da manutenção tem-se o conceito “criticidade de equipamentos” diz respeito ao impacto desempenhado pelos equipamentos sobre o funcionamento da empresa, permite estabelecer e direcionar o processo de reparação (SILVA, 2018). Visa não só a estratégia dentro do estabelecimento, mas também o atendimento à legislação e segurança (PIRES *et al.*, 2018).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar um método para avaliação de criticidade dos equipamentos no HC-UFU que permita o planejamento e priorização de manutenções.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Estudar métodos de priorização de manutenção de equipamentos encontrados na literatura;
- Conhecer o parque tecnológico do HC-UFU;
- Conhecer o método de trabalho da empresa terceirizada responsável pela manutenção dos equipamentos no HC-UFU.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Engenharia Clínica

A Engenharia Clínica é um ramo da Engenharia Biomédica que proporciona estudos para solução dos problemas hospitalares em âmbito de segurança, confiabilidade e desempenho relacionados aos equipamentos, tecnologias e procedimentos hospitalares (CARPIO & FLORES, 1998 apud PAZETO, 2016).

O Engenheiro Clínico é o profissional responsável por gerir e acompanhar as novas tecnologias médicas em um estabelecimento de saúde (ANTUNES, 2002). Atua em toda a vida útil do equipamento médico-assistencial (EMA), desde a aquisição, especificação, recebimento, instalação, treinamento, manutenção e descarte. Bem como no desenvolvimento de sistemas que solucionam os problemas do ambiente de saúde (CALIL, 1990).

A sua inserção nos serviços de saúde começou a ganhar espaço por volta dos anos 80, na Europa e EUA, e teve como foco principal a diminuição dos custos e melhora do nível de segurança do paciente (SOUZA; MILAGRE; SOARES, 2012). Com transformações importantes desde então, passou de ter como atividade apenas a manutenção dos equipamentos para um campo extremamente interdisciplinar (TERRA *et al.*, 2014), como o gerenciamento dos equipamentos, planejamento e organização do setor (ANTUNES, 2002).

Reduzir os custos dos produtos de saúde, promover e apoiar a segurança hospitalar são importantes ações do Engenheiro Clínico que permitem solucionar os problemas. Favorecendo importantes melhorias no sistema de cuidados à saúde frutos da união da medicina com a engenharia (DYRO, 2004).

2.2 Manutenção

Manutenção, de acordo com ABNT NBR 5462, é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas sobre um item para que ele possa desempenhar a função requerida (ABNT, 1994). Deve ser constituída de etapas que levem em consideração a importância do equipamento para o serviço, seu custo e sua reposição. Bem como as consequências decorrentes da sua falha e o ritmo de produção, ou seja, é específica para cada equipamento (FRANÇOLIN, 2011).

O mercado atual exige qualidade, tendo em vista do crescimento das tecnologias e disputa entre empresas. A qualidade pode ser alcançada pelo planejamento de manutenção,

evitando transtornos no serviço e parada de funcionamento. Essas ações visam entregar um produto final que ofereça confiabilidade (WYREBSKI, 1997).

É por meio da manutenção que é garantida a funcionalidade dos equipamentos e instalações, segurança, qualidade, confiabilidade e proteção aos seus usuários (HOUSE, 1989, apud PAZETO, 2016; RUFCA, 1996). A manutenção é essencial em um ambiente de serviço pois é através dela que se constroem os resultados, realizam-se ações de solução de problemas, suporte e gerenciamento (KARDEC; NASCIF, 2001 apud PAZETO, 2016).

2.2.1 Tipos de manutenção

A manutenção na literatura é segregada de acordo com diversas classificações e terminologia. Adotando diferentes critérios para nomeação, entretanto, tem-se dois tipos base, a manutenção planejada e a não planejada. A planejada diz respeito àquelas com intuito de prevenir danos, enquanto a não planejada é no sentido de correção aos danos (BRITO, 2003).

2.2.1.1 *Manutenção planejada*

A manutenção planejada pode ser subdividida em várias classes. Com destaque para a preventiva e preditiva. A manutenção preventiva consiste em intervir antes que a falha ocorra, assim, normalmente é efetuada em intervalos de tempos predeterminados de acordo com critérios prescritos. Obedece a um programa estabelecido previamente que visa equilibrar as cargas de trabalho e compatibilizar as intervenções com o plano de prestações de cuidados de saúde ou de serviço dos equipamentos e preparar antecipadamente os recursos para tornar essas intervenções mais econômicas (FARINHA, 1994).

A manutenção preditiva é realizada baseada em evidências, na condição do equipamento e na aplicação sistemática de técnicas de análise que utiliza meios de supervisão centralizados ou de amostragem. Busca a predição ou antecipação da falha, medindo parâmetros que indiquem evolução de uma falha a tempo de serem corrigidas (PIRES *et al.*, 2018).

2.2.1.2 *Manutenção não planejada*

A manutenção não planejada, também conhecida como manutenção corretiva ou emergencial, visa corrigir as falhas após ocorrerem, sendo destinada a colocar o item em condições de executar sua função (PIRES *et al.*, 2018). É efetuada de emergência, pois é executada após a parada do funcionamento, é a mais antiga de todas as manutenções, entretanto

a mais utilizada em equipamentos e sistemas. É composta por ações reativas, que carecem de planejamento, necessárias para o restabelecimento do funcionamento do equipamento (CARVALHEIRO, 2016).

2.2.2 Gerações de manutenção

À medida que a mecanização e automação ganharam espaço no mundo, a manutenção teve que se adequar às necessidades de cada época, sendo dividida em cinco gerações. As quais transitaram desde correção de falhas à prevenção e monitoramento das condições baseadas em riscos, e posteriormente na otimização da gestão hospitalar (HERPICH; FOGLIATTO, 2013; MOUBRAY, 1997; KARDEC; NASCIF, 2012 apud PAZETO, 2016).

2.2.2.1 Primeira geração

Por volta de 1940 iniciou-se a primeira geração de manutenção. Consistia em arrumar as falhas apresentadas pelos equipamentos. A baixa mecanização e as baixas perdas decorrentes da pausa de um equipamento não eram impactantes no cenário industrial da época, que somadas à simplicidade dos equipamentos gerou uma necessidade apenas de correção. Porém, foi a base para o conceito de manutenção corretiva (MOUBRAY, 1997).

2.2.2.2 Segunda geração

Com a Segunda Guerra Mundial e queda da mão de obra, os equipamentos assumiram um papel muito mais importante nas indústrias. O custo da manutenção aumentou drasticamente em relação aos outros custos de operação, obrigando a mudança no padrão das manutenções com crescimento de sistemas de controle e planejamento da manutenção (SOURIS, 1992, apud PAZETO, 2016).

Essa necessidade aliada ao aumento da mecanização e evolução da informática exigiram uma manutenção preventiva dos equipamentos, baseada em sistemas de planejamento, controle do trabalho, com revisões gerais programadas (MOUBRAY, 1997). Partindo do pressuposto que a falha do equipamento pode ser prevenida e assim não atrapalhar o serviço, surgiu uma nova visão de manutenção, que deu início à intervenção preventiva (LUCATELLI, 2002), uma geração que visa otimizar e maximizar a vida útil dos equipamentos (KARDEC; NASCIF, 2001 apud PAZETO, 2016).

2.2.2.3 Terceira geração

A terceira geração teve início por volta de 1970 decorrente das novas exigências nos processos organizacionais, expectativa de crescimento da função manutenção, do melhor entendimento do modo como o equipamento falha e do aumento do número de técnicas e ferramentas de gestão da manutenção. (KARDEC; NASCIF, 2009 apud PAZETO, 2016; MOUBRAY, 1997). A automação dos novos equipamentos e sistemas decorrentes do avanço tecnológico, aumentaram não só o nível de complexidade dos mesmos, mas também a probabilidade da ocorrência de falhas e defeitos (SIQUEIRA, 2009 apud FIGUEIREDO, 2019).

Essa geração acrescentou metodologias de gestão da manutenção, com monitorização da condição (manutenção preditiva) e aprimoramento da manutenção preventiva por meio da análise de riscos e ferramentas de auxílio à decisão. Bem como do surgimento do método de análise dos modos de falha e seus efeitos (*Failure Modes and Effects Analysis* – FMEA) e de projetos especialistas com enfoque em confiabilidade e manutenibilidade (MOUBRAY, 1997).

As principais conquistas da terceira geração foram a utilização de sistemas informatizados para gerenciamento da manutenção, desenvolvimento de conceitos de confiabilidade pela engenharia de manutenção e avanço no desenvolvimento e aplicação da manutenção preditiva (KARDEC; NASCIF, 2009 apud PAZETO, 2016). Ações essas que culminaram em melhorias no âmbito de segurança, qualidade, disponibilidade e confiabilidade (MOUBRAY, 1997).

2.2.2.4 Quarta geração

Com ênfase maior na análise de falhas, se instaurou a quarta geração, que somada à disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, permitiu melhorar a performance dos equipamentos e das organizações. Foi implementada por volta de 2000 a 2005 e teve como objetivos privilegiar aspectos de confiabilidade, disponibilidade e vida útil do equipamento (KARDEC; NASCIF, 2009 apud PAZETO, 2016; FIGUEIREDO, 2019).

2.2.2.5 Quinta geração

Com objetivo de garantir uma boa administração dos ativos, por volta de 2010 surge a quinta geração, a qual mantém as práticas da geração anterior, entretanto, com foco em indicadores de qualidade e melhorias nos processos de gestão. O conceito de gestão de ativos

se refere a produção máxima dos equipamentos e consequente retorno sobre os investimentos (KARDEC; NASCIF, 2012 apud PAZETO 2016).

Ao invés de apenas restabelecer as condições operacionais dos equipamentos, essa nova geração visa manter a disponibilidade da função do equipamento atendendo a serviços ou processos de produção com confiabilidade, preservação do meio ambiente, diminuição de custos e segurança para a organização (FIGUEIREDO, 2019). Atua através do monitoramento de sistemas informatizados nas organizações, participação dos administradores nas decisões de projeto, aquisição, instalação e monitoramento dos ativos (KARDEC; NASCIF, 2012 apud PAZETO, 2016).

Essas novas medidas, em planejamento de manutenção, permitem uma organização alcançar níveis internacionais de qualidade e produtividade necessários no cenário atual (SWANSON, 2001). Entretanto, deve-se lembrar que esses processos ocorrem não só na indústria, mas também no complexo cenário hospitalar, ambiente em que a falha pode gerar graves consequências, até mesmo fatais (FIGUEIREDO, 2019).

2.3 HC-UFU – Hospital de Clínicas de Uberlândia

O Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia foi inaugurado em 26 de agosto de 1970, visando prestar serviço de saúde à população de Uberlândia e região. Em 2004, o HC-UFU, em conjunto com a Universidade Federal de Uberlândia e a Fundação de Assistência, Estudo e Pesquisa de Uberlândia (FAEPU) integraram as atividades de serviço de saúde, ensino, pesquisa, extensão, gestão e avaliação ao Sistema Único de Saúde (SUS). Em 2018 foi assinado o contrato de gestão para a rede EBSEH (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares). Hoje, o HC-UFU encontra-se como uma filial EBSEH, desvinculado à FAEPU de processos administrativos e financeiros (BRASIL, 2022).

A EBSEH, criada em 2011, é vinculada ao Ministério da Educação (MEC) e possui o objetivo de melhorar a qualidade na prestação de serviços para a saúde e educação nos hospitais universitários federais. Se configura por ser a maior rede de hospitais públicos do Brasil, operando exclusivamente no âmbito do SUS.

Atualmente o HC-UFU, referência no atendimento de média e alta complexidade de Uberlândia e microrregiões do triângulo mineiro, conta com mais de 500 leitos e uma área construída de mais de 50 mil m², possui obras em andamento de um novo pronto socorro e ampliação do hospital do câncer. Oferece serviços ambulatoriais, cirurgias de alta complexidade, oncologia e atendimento 24h para urgência e emergência, além de ser referência

no atendimento de gestação de alto risco. Possui equipe multiprofissional e é caracterizado como Hospital de Ensino pela portaria nº 148, de 2 de fevereiro de 2016, oferecendo oportunidades de estágios, extensão, visita técnica, voluntariado e acesso à base de dados para pesquisa clínica. É berço de muitos cursos da UFU, dentre eles cursos da saúde e Engenharia Biomédica (BRASIL, 2022).

A atuação das engenharias no HC-UFU se dá pela gerência administrativa, na divisão de logística e infraestrutura hospitalar, atuando na manutenção predial e infraestrutura física, a qual engloba atividades da engenharia hospitalar, elétrica, civil, mecânica e demais atividades. Atua também, por meio do setor de Engenharia Clínica, na gestão de manutenção, contrato, aquisição e atividades relacionadas ao parque tecnológico de equipamentos. As atividades de engenharia são gerenciadas pela EBSEH, entretanto com terceirização de atividades de Engenharia Clínica e infraestrutura física.

Por meio do pregão eletrônico Nº 05/2022 e processo Nº 23860.001156/2021-16, a EBSEH realizou a contratação para o HC-UFU de pessoa jurídica especializada em mão de obra de manutenção, com fornecimento de peças e insumos e realização de serviços eventuais diversos no que tange sistemas e equipamentos eletromédicos utilizados pelo HC-UFU. O contrato tem duração estabelecida em 2 anos, podendo ser estendido até 5 anos. Desta forma, a manutenção dos equipamentos médico-assistenciais passou a ser realizada por serviço terceirizado, ficando a cargo da EBSEH fiscalizar a licitação.

2.4 GETS – Sistema de Gerenciamento de Tecnologia de Saúde

No HC-UFU a implantação do GETS ocorreu em abril de 2022 efetuada simultaneamente com a entrada da empresa terceirizada responsável pela manutenção de equipamentos. O GETS, utilizado pela EBSEH, é um sistema de gerenciamento de equipamentos médicos desenvolvido pela Universidade de Campinas (UNICAMP) que padroniza a rede EBSEH/MEC e fornece informações rápidas para a tomada de decisões estratégicas. Consiste em uma plataforma online, com acesso pela internet que permite o acesso aos equipamentos médicos da rede (BRASIL, 2021).

O GETS possibilita acessar o histórico completo dos equipamentos, bem como controlar novas aquisições, facilitando a gestão em tempo real do parque tecnológico de todos os hospitais universitários do país. Por meio do GETS é possível também abrir pedidos de manutenção, realizar acompanhamento e execução dos processos da Engenharia Clínica. Além

de que, por ser uma base de dados, possibilita a realização estudos acadêmicos e administrativos a respeito dos equipamentos (T4H, 2021).

2.5 Resolução da Diretoria Colegiada

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) Nº 509, de 27 de maio de 2021 “Dispõe sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde.” e, em suas definições traz (BRASIL, 2021):

Art. 3º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

...

IV - equipamento de saúde: conjunto de aparelhos e máquinas, suas partes e acessórios utilizados por um estabelecimento de saúde onde são desenvolvidas ações de diagnose, terapia e monitoramento, tais como: equipamentos de apoio, os de infraestrutura, os gerais e os médico-assistenciais;

V - equipamento de apoio: equipamento ou sistema, inclusive acessório e periférico, que compõe uma unidade funcional, com características de apoio à área assistencial, tais como: cabine de segurança biológica, destilador, deionizador, liquidificador, batedeira, banho-maria, balanças, refrigerador, autoclave, dentre outros;

VI - equipamento de infraestrutura: equipamento ou sistema, inclusive acessório e periférico, que compõe as instalações elétrica, eletrônica, hidráulica, fluido-mecânica, de climatização ou de circulação vertical, destinado a dar suporte ao funcionamento adequado das unidades assistenciais e aos setores de apoio;

VII - equipamentos gerais: conjunto de móveis e utensílios com características de uso geral, e não específico, da área hospitalar, tais como: mobiliário, máquinas de escritório, sistema de processamento de dados, sistema de telefonia, sistema de prevenção contra incêndio, dentre outros;

VIII - equipamento médico-assistencial: equipamento ou sistema, inclusive seus acessórios e partes, de uso ou aplicação médica, odontológica ou laboratorial, utilizado direta ou indiretamente para diagnóstico, terapia e monitoração na assistência à saúde da população, e que não utiliza meio farmacológico, imunológico ou metabólico para realizar sua principal função em seres humanos, podendo, entretanto, ser auxiliado em suas funções por tais meios;

...

XV - produto médico: produto para a saúde, de uso ou aplicação médica, odontológica ou laboratorial, destinado à prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação ou anticoncepção e que não utiliza meio farmacológico, imunológico ou metabólico para realizar sua principal função em seres humanos, podendo, entretanto, ser auxiliado em suas funções por tais meios;

XVI - produto para diagnóstico de uso in vitro: produto utilizado unicamente para prover informação sobre amostras obtidas do organismo humano e contribuir para realizar uma determinação qualitativa, quantitativa ou semiquantitativa de uma amostra proveniente do corpo humano, desde que não esteja destinado a cumprir alguma função anatômica, física ou terapêutica, e não seja ingerido, injetado ou inoculado em seres humanos;

XVII - produto para saúde: é aquele enquadrado como produto médico ou produto para diagnóstico de uso in vitro;

...

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O grau de criticidade dos equipamentos médicos é discutido na literatura por diversas vertentes, porém todos seguem a mesma linha de construção. Inicia com a definição das pontuações para os critérios escolhidos, após define-se a classificação dos equipamentos de acordo com os critérios, e por fim, é determinada a classe de criticidade dos equipamentos (CORREIA, 2018). De modo que, quanto maior o impacto da falha de um equipamento, mais crítico ele se torna (MACEDO, 2011).

Quando classificado como crítico, retrata que o equipamento possui foco prioritário de manutenção pois necessita estar com funcionamento adequado para a contenção de danos. Retrata que as ações de manutenção corretiva nesses equipamentos possuem maior nível de complexidade, ou então, que não há equipamento para realizar sua substituição. Esses equipamentos são de grande importância estratégica para o funcionamento adequado do estabelecimento de saúde (CORREIA, 2018; MARQUES *et al.*, 2006). Já um equipamento com baixo índice de criticidade pouco impacta na estratégia do estabelecimento de saúde, ou por ser facilmente substituído, ou ter sua utilização eventual (SIGMA apud PIRES *et al.*, 2018).

Em cada nível de criticidade é determinado o tipo de manutenção e o método de abordagem adequado. Influenciando não apenas nas manutenções, mas também na definição do método de abordagem, monitoramento, tempo destinado para as ações. Essa importante ferramenta possui impacto na saúde, segurança, meio ambiente, produção, qualidade e custos (PIRES *et. al*, 2018).

Quando o estabelecimento assistencial de saúde adota o método de criticidade para seus equipamentos médicos é possível determinar a ordem e forma que as manutenções são realizadas, de forma lógica e que otimize as ações estratégicas da equipe técnica, hospital, recursos financeiros (BRITO, 2003). Também é possível otimizar o programa de manutenção preventiva, plano de contingência e priorização das manutenções corretivas (EQUIPACARE, 2015). Sendo assim, a classificação dos equipamentos médicos pela criticidade é essencial para um plano de manutenção que seja favorável ao planejamento financeiro e adequado desempenho do serviço de saúde (PIRES *et. al*, 2018; MACEDO, 2011).

Há um notório prejuízo financeiro e estratégico quando os equipamentos médicos se encontram indisponíveis no EAS. A parada de funcionamento afeta a qualidade do serviço e do produto ofertado, podendo levar a um mau atendimento do paciente e evasão dos mesmos para outro serviço de concorrência. Por se tratar de um serviço de saúde, é preciso ter cautela com os erros e manutenções inadequadas, pois eles podem propiciar graves consequências aos

pacientes, como diagnóstico e terapias errôneas, injúria e morte. Desse modo, a implementação de um plano de gestão de manutenção estratégica se mostra imprescindível para que os objetivos de qualidade, confiabilidade, segurança e administração de recursos financeiros sejam alcançados e as chances de danos minimizadas (MACEDO, 2011; PIRES *et al.*, 2018).

As ações de manutenção dentro do EAS devem ser organizadas hierarquicamente pelas prioridades e necessidades particulares do local. Entendendo que os cenários são mutáveis e, portanto, esse plano de manutenções deve ser atualizado e revisto constantemente para melhor eficácia das instalações e equipamentos (MACEDO, 2011).

A composição do índice de criticidade pode ser feita sob diversas análises descritas e particularidades do local, sendo seus requisitos mínimos regidos pela ABNT NBR 15943 (ABNT, 2011). A qual determina que sua composição deve levar em consideração os riscos associados ao equipamento em seu uso normal e indevido, a sua função pretendida e os requisitos para execução da manutenção, os quais podem ser respectivamente traduzidos pelos critérios Classe de Risco, Risco Físico, Função e Importância Estratégica. Outros pontos como histórico de incidentes e falhas também englobam os critérios de análise de risco dessa normativa.

Critérios adicionais são vistos em outras literaturas, como o Grau ABC derivado do teorema de Vilfredo Pareto, que avalia o impacto de cada equipamento e sua prioridade estratégica dentro do EAS (SANTOS, 2022); Valor do equipamento médico assistencial (EMA) que considera o valor de aquisição; Recursos Financeiros que o equipamento gera para o EAS; Serviços Programados que envolvem as manutenções programadas; EMA de Backup, que avalia a possibilidade de substituição do equipamento sem prejuízos ao setor; Tempo Máximo para o atendimento; Criticidade do Setor (PAZETO, 2016).

Como os critérios de criticidade não seguem uma norma fixa e rígida para a aplicação no ambiente hospitalar, estudos são feitos para a determinação e aplicação dos critérios de criticidade em seus respectivos locais. A exemplo tem-se Santos (2022), que calculou o grau de criticidade dos equipamentos em um hospital localizado na região de Catanduva (SP), sob os critérios função, risco de acidente e grau de importância ABC. A função estando atrelada a utilização do equipamento para suporte à vida, terapia, diagnóstico, análise ou apoio. O risco de acidente referente ao risco que ele pode ocasionar ao operador, desde sem risco a morte. E o grau de importância ABC avaliando o impacto de cada equipamento e sua prioridade estratégica dentro do EAS, que considerou o valor de aquisição e custos pela interrupção do equipamento. Por meio da aplicação desses critérios, o autor realizou a priorização das manutenções corretivas e preventivas que sua aplicação no cenário de trabalho otimizaria os

serviços da Engenharia Clínica, com incremento na disponibilidade dos equipamentos e organização da fila de atendimento.

No mesmo âmbito, Pazeto (2016), elaborou um modelo de priorização da manutenção corretiva realizado no HC-UFU, mesmo local de estudo do presente trabalho, que adotou como critérios de criticidade Valor do EMA, Recursos financeiros, Importância do EMA, Serviços Programados, Norma da ANVISA. Além de Setor Crítico, EMA de Backup, Tempo máximo para o EMA ficar na fila, Eventos Inesperados e Particularidades. Que após a realização dos testes comparativos entre o método proposto pela autora e o setor do hospital estudado, constatou-se que houve um alto índice de coincidência entre a ordem de execução das manutenções corretivas obtidas aplicando-se o modelo de priorização e o que foi executado nos hospitais analisados, comprovando que o modelo foi adequado aos dois EASs, apesar de existirem diferenças entre os mesmos.

Já em âmbito internacional, Sezdi (2016), em um hospital universitário da Turquia, realizou uma classificação de criticidade para equipamentos de alto risco. Utilizando um inventário de 723 equipamentos, foi aplicado o critério de função, que traz uma classificação mais detalhada quando comparado aos estudos brasileiros, e segregou os equipamentos em: recuperação de vida; cuidados cirúrgicos e intensivos; sinais fisiológicos; equipamentos de análise laboratorial; demais equipamentos laboratoriais; computadores; pertencentes aos pacientes; e, demais peças de equipamentos. O segundo critério do estudo foi o risco causado ao paciente, classificado em: morte; injúria; diagnóstico falho; atraso no tratamento; e, sem risco. E como último critério, a importância da realização da manutenção, dividida em cinco níveis, de minimamente importante até muito importante. Após isso, o autor gerou um número de gerenciamento de equipamento, equivalente a uma classificação de criticidade. Com isso, sugere um cronograma para planejamento de manutenção preventiva para tecnologias de menor complexidade e um cronograma de manutenção preditiva para equipamentos de alta complexidade e com maior tecnologia embarcada.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Aquisição dos dados

Inicialmente foi realizada uma busca na literatura acerca dos critérios utilizados em diferentes métodos aplicados à criticidade dos equipamentos e priorização das manutenções no ambiente hospitalar. Na sequência, a coleta de dados foi realizada por meio da exportação do inventário de equipamentos cadastrados no GETS, vinculados à Unidade de Saúde HC-UFU no dia 24 de julho de 2022. Esta lista de equipamentos serviu como base para a identificação de marcas e modelos dos equipamentos e do quantitativo de cada equipamento a ser analisado e implementado no plano de criticidade de manutenção.

O inventário foi realizado pela equipe de Engenharia Clínica da empresa terceirizada recém-contratada, como uma das primeiras etapas da implantação do serviço. Essa ação é de suma importância para manter o controle de equipamentos atualizado. Já que serve para reconhecimento da quantidade e qualidade do parque tecnológico a ser gerido, e permite auxiliar na tomada de decisão; como no planejamento das manutenções, aquisição de novas tecnologias, indicação de obsolescência e demais atividades que competem à Engenharia Clínica.

O levantamento inicial foi solicitado pelos fiscais de contrato (Bioengenharia HC-UFU) aos gestores da prestadora de serviços, com meta inicial de alcançar em 28 dias um total de 4.500 equipamentos. Juntamente com o início da prestação de serviço terceirizado ocorreu a transição do software de gerenciamento, do SISBIE para o GETS, sistema padronizado para todos os hospitais universitários da rede EBSEH, isto implicou na necessidade do recadastramento de todos os equipamentos no novo software.

Após o levantamento do inventário foram realizadas reuniões com os gestores de Engenharia Clínica do HC-UFU e da terceirizada para estabelecimento e entendimento do planejamento das manutenções, bem como da mudança nessas ações a partir da implantação da nova empresa.

4.2 Tratamento dos dados

A partir do inventário coletado, foi realizada uma triagem para filtragem dos dados. Que consistiu em remover acessórios ou equipamentos que não constam no plano de manutenção a ser realizado pela terceirizada e correções pontuais de modelos ou tipos de equipamentos.

Ao que diz respeito aos equipamentos odontológicos, também não foram incluídos no escopo de manutenção da Engenharia Clínica, pois possuem regulamentação e serviço específico para tal.

Após triagem, os equipamentos restantes foram divididos em 125 tipos de equipamentos, determinados a partir da função de cada um. Essa divisão permite quantificar o número absoluto de equipamentos de cada tipo, dentro do plano de manutenção.

Ressalta-se que “tipo de equipamento” é a nomeação feita no sistema GETS no cadastro de equipamentos.

Como visto na Seção 2.6, existem definições específicas para os tipos de produtos para saúde. Neste trabalho, como a terceirizada realiza manutenção em várias tecnologias, entre elas equipamentos médico-assistenciais, produtos para diagnóstico de uso in-vitro, equipamentos de apoio, optou-se por usar em todo o texto o termo “equipamento” ao se referir às tecnologias presentes no sistema GETS e que farão parte deste trabalho.

4.3 Definição dos critérios de criticidade

Em concordância com os gestores e equipe de Engenharia Clínica, somados a estudos de criticidade encontrados na literatura (descritos na Seção 2) e realidade prática vivenciada no HC-UFU, fez-se um levantamento dos possíveis critérios como sugestão de serem aplicados, visto que a elaboração desses devem ser específicos para cada realidade local.

A partir disso, a escolha dos critérios para compor o índice de criticidade do parque de equipamentos em análise culminaram em quatro variáveis: Classe de Risco, Função, Risco Físico e Importância Estratégica.

4.3.1 Classe de Risco

Para análise da Classe de Risco (CR), utilizou-se como referência a classificação regulamentada pela Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 185, de 22 de Outubro de 2001, publicada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que atenta para os riscos inerentes da utilização devida do equipamento para o consumidor, paciente, operador ou terceiros envolvidos. A partir disso, os equipamentos foram classificados conforme a Tabela 1, onde denota-se o peso definido para cada classe de risco (BRASIL, 2001). Equipamentos não categorizados como equipamentos de saúde, em destaque os produtos para diagnóstico de uso in vitro, como analisador laboratorial, foi classificado com Classe de Risco baixo.

Tabela 1 – Análise da criticidade segundo Classe de Risco.

CLASSE DE RISCO	PESO
Baixo	1
Médio	2
Alto	3
Máximo	4

Fonte: O autor

4.3.2 Função

A análise de Função (F), considera a aplicação associada a cada equipamento. Sendo dividida em: em apoio, diagnóstico/terapia, procedimento e suporte à vida. Os quais são descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise da criticidade segundo Função.

FUNÇÃO	DESCRIÇÃO	PESO
Apoio	Equipamentos que servem como apoio a demais atividades hospitalares e também equipamentos laboratoriais.	0
Diagnóstico/terapia	Equipamentos que servem para aquisição de sinais fisiológicos, detecção de patologias e que auxiliam no tratamento de doenças.	1
Procedimento/cirurgia	Equipamento para auxiliar na realização de cirurgias e procedimentos, geralmente invasivos.	2
Suporte à vida	Equipamentos que suportam as funções vitais dos pacientes, geralmente amparando alguma insuficiência.	3

Fonte: Adaptado de SANTOS, 2022.

4.3.3 Risco Físico

O critério Risco Físico (RF) considerou o risco ao operador e paciente em caso de uso indevido ou falha do equipamento, portanto, o risco de acidente e evento adverso. Possui relação com a função do equipamento. Ressalta-se que injúria refere-se aos riscos físicos tais como disfunção de órgãos e cortes. A Tabela 3 traz os critérios definidos para risco físico.

Tabela 3 – Análise da criticidade segundo Risco Físico.

RISCO FÍSICO	PESO
Sem risco	0
Diagnóstico/terapia falha	1
Injúria	2
Morte	3

Fonte: O autor

4.3.4 Importância Estratégica

A análise de Importância Estratégica (IE) visa definir os níveis de demanda do equipamento de acordo com a aplicação e quantidade de equipamentos disponíveis. Avalia a importância que o equipamento tem na realização das atividades do setor e o impacto decorrente de sua parada (Ver Tabela 4).

Tabela 4 – Análise da criticidade segundo Importância Estratégica.

IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA	PESO
Baixa	1
Média	2
Alta	3

Fonte: O autor

4.4 Cálculo dos índices de criticidade

Por fim, com os parâmetros determinados, calcula-se o índice de criticidade particular a cada tipo de equipamento por meio da Equação 1:

$$IC = CR + F + RF + IE \quad (1)$$

No qual,

- IC: Índice de Criticidade;
- CR: Classe de Risco
- F: Função;
- IE: Importância Estratégica;
- RF: Risco Físico.

Avaliando os pesos de cada variável, constata-se uma variação entre 2 a 13, como mostra a Tabela 5. Definidos empiricamente, baseado na opinião de especialistas, determinou-se que para ser considerado “baixa criticidade” o índice deve ser igual ou inferior 4, “média criticidade” foi considerado índices 5, 6 e 7 e “alta criticidade” igual ou superior a 8. Com isso, foi elaborada uma tabela de todos os equipamentos disponíveis no HC-UFU, discriminando o resultado da Equação 1, que levou em conta a marca/modelo, usando como base de pesquisa da Classe de Risco o portal da ANVISA, RDC N° 185/01, consulta a manual e site de fabricante (Ver Apêndice 1).

Em caso de empate do índice de criticidade em uma OS, será dada prioridade da intervenção para aquela que possuir maior peso em Risco Físico e, permanecendo o empate segue-se a ordem de pontuação para Função, Importância Estratégica e como último critério de desempate a Classe de Risco.

Tabela 5 - Determinação da priorização da manutenção por índice de criticidade.

ÍNDICE DE CRITICIDADE	PRIORIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO
2 a 4	Baixa criticidade
5 a 7	Média criticidade
8 a 13	Alta criticidade

Fonte: O autor

5 RESULTADOS

5.1 Análise dos equipamentos e do EAS

O inventário realizado por meio do acesso aos dados do sistema GETS resultou em um parque tecnológico de 3.534 equipamentos a serem gerenciados pela terceirizada. Após a triagem para filtragem dos dados foram removidos 145 equipamentos, o que resultou num total de 3.389 equipamentos.

Entre os equipamentos removidos do plano podem ser citados os acessórios de equipamentos, uma vez que, para esses, a OS é aberta para o patrimônio do equipamento em si, como exemplos têm-se: acionador, blender, suporte e vaporizador. Outro critério de exclusão foi retirar os equipamentos cuja manutenção não é realizada pela equipe de Engenharia Clínica, mas sim pela equipe da Mecânica ou Informática do HC-UFU, podemos citar: cama mecânica, impressora, poltrona, refrigeradores e equipamentos de gasometria.

Após a coleta e filtragem dos dados, os equipamentos foram divididos em 125 tipos de equipamentos, acompanhado pelo quantitativo de cada item, representados na Tabela 6.

Tabela 6 – Equipamentos e suas quantidades no HC-UFU.

(continua)

ITEM	EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
1	Acelerador Linear	3
2	Agitador Laboratorial	6
3	Analizador Laboratorial	14
4	Aplicador Criocautério	1
5	Aquecedor Paciente Ar Forçado	17
6	Arco Cirúrgico	5
7	Artroscópio	1
8	Aspirador Cirúrgico	23
9	Audiômetro	3
10	Autoclave	9
11	Balança Eletrônica	62
12	Balança Eletrônica Precisão	6
13	Balança Paciente Mecânica	3
14	Balão Intra-Aortico	1

Tabela 6 – Equipamentos e suas quantidades no HC-UFU.

(continuação)

ITEM	EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
15	Banho Histológico	5
16	Banho Maria Laboratorial	5
17	Banho Resfriamento	2
18	Banho Seco	1
19	Berço Aquecido	28
20	Bilirrubinômetro	1
21	Bioimpedanciômetro	1
22	Bisturi Eletrônico	37
23	Bomba Infusão Seringa	37
24	Bomba Infusão Uso Geral	614
25	Bomba Irrigação	3
26	Bomba Ordenha	2
27	Braquiterapia	1
28	Cadeira Exame-Tratamento	10
29	Cama Elétrica	410
30	Cardiotocógrafo	8
31	Centrífuga	20
32	Ceratômetro	1
33	Ceratômetro	2
34	Coagulador Plasma De Argônio	4
35	Colchão Térmico	1
36	Colposcópico	6
37	Corador Lâmina	1
38	Criostato	1
39	Cufômetro	2
40	Desfibrilador-Cardioversor	52
41	Detector Fetal	24
42	Digitalizadora	14
43	Dispensador Parafina	2

Tabela 6 – Equipamentos e suas quantidades no HC-UFU.

(continuação)

ITEM	EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
44	Eletrocardiógrafo	21
45	Eletromiógrafo	1
46	Endoscópio	53
47	Esfigmomanômetro Aneróide	247
48	Espectrofotômetro	1
49	Espirômetro Diagnóstico	4
50	Esteira Ergométrica	2
51	Estetoscópio Mecânico	6
52	Estimulador Acústico	3
53	Estufa Esterilização	4
54	Foco	53
55	Fonte De Luz Fibra Óptica	20
56	Fototerapia Hiperbilirrubinemia	32
57	Glicosímetro	189
58	Gravador Eletrônico ECG	5
59	Homogeneizador	1
60	Impedanciometro Timpanométrico	3
61	Impressora Vídeo	11
62	Incubadora Lab	13
63	Incubadora Rn	41
64	Injetor De Contraste	4
65	Insuflador	8
66	Lâmpada Fenda	10
67	Laser	6
68	Lavadora Us	3
69	Leitor Código Barras	22
70	Leitora Microplaca	2
71	Lensômetro	1
72	Litotriptor Intracorpóreo	2

Tabela 6 – Equipamentos e suas quantidades no HC-UFU.

(continuação)

ITEM	EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
73	Mamógrafo	1
74	Marca-Passo Cardíaco	6
75	Medidor Inspeção Radiação	3
76	Medidor Ph	5
77	Mesa Cirúrgica	26
78	Microscópio Cirúrgico	8
79	Microscópio Laboratorial	40
80	Micrótomo Rotativo	6
81	Monitor Eeg	4
82	Monitor Gás Anestésico	16
83	Monitor Multiparamétrico	351
84	Monitor Vídeo	28
85	Oftalmoscópio-Otoscópio	11
86	Osmose Reversa	17
87	Oxímetro Pulso	40
88	Panela Pressão	1
89	Pipeta	104
90	Processadora Automática Tecido	1
91	Processadora Vídeo Endoscopia	29
92	Programador Marca-Passo	2
93	Projeter Gráfico Ocular	5
94	Rack Módulos	14
95	Radiômetro Fototerapia	2
96	Raio-X	8
97	Raio-X Móvel	14
98	Reanimador Pulmonar Pneumático	7
99	Reprocessador Dialisador	2
100	Reprocesadora Endoscopia	2
101	Ressonância Magnética	1

Tabela 6 – Equipamentos e suas quantidades no HC-UFU.

(conclusão)

ITEM	EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
102	Retinoscópio	2
103	Secador Circuito Respiratório	3
104	Seladora	20
105	Serra Gesso	5
106	Serra Óssea	9
107	Sis Imagem Digital Angiografico	2
108	Sis Medição Urodinâmica	1
109	Sis Navegação Cirúrgica	1
110	Termociclador	2
111	Termodesinfectora	3
112	Tomografia Coerência Óptica	1
113	Tomógrafo Computadorizado	3
114	Tonômetro Oftalmológico	2
115	Topografia Córnea	1
116	Triagem Auditiva	4
117	Ultrassom	26
118	Umidificador Aquecedor	103
119	Uni Anestesia	31
120	Uni Hemodiálise	38
121	Uni Vitrectomia	1
122	Ventilador Transporte	20
123	Ventilador Uti	138
124	Vídeo Capilaroscópio	1
125	Vídeo Nistagmógrafo	1
TOTAL		3389

Fonte: O autor

5.2 Análise da criticidade

Ao se considerar os critérios adotados para análise de criticidade, sendo eles Classe de Risco, Função, Importância Estratégica e Risco Físico, e o inventário dos equipamentos, foi elaborado um estudo sobre cada tipo de equipamento identificando o valor quantitativo para os critérios bem como o somatório final utilizando a Equação 1, o qual pode ser consultado na íntegra no Anexo 1.

As quantidades por grupo segundo cada critério de priorização, estão representadas nas Figuras 1 a 4, em que a Figura 1 representa a quantidade de tipos de equipamentos por Classe de Risco, a Figura 2 por Função, a Figura 3 por Importância Estratégica e a Figura 4 por Risco Físico.

Figura 1 – Quantidade de tipos de equipamentos por Classe de Risco.

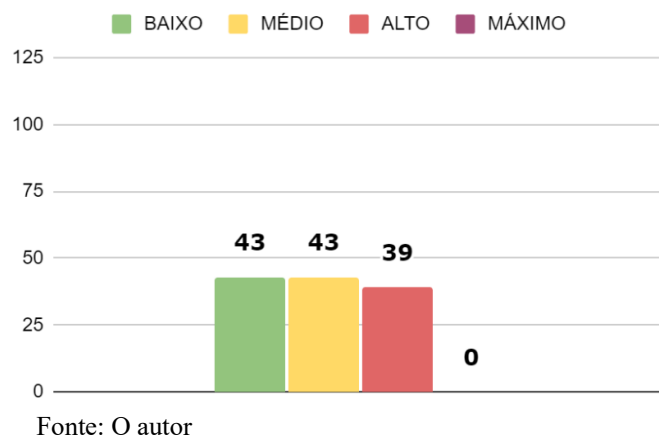


Figura 2 – Quantidade de tipos de equipamentos por Função.

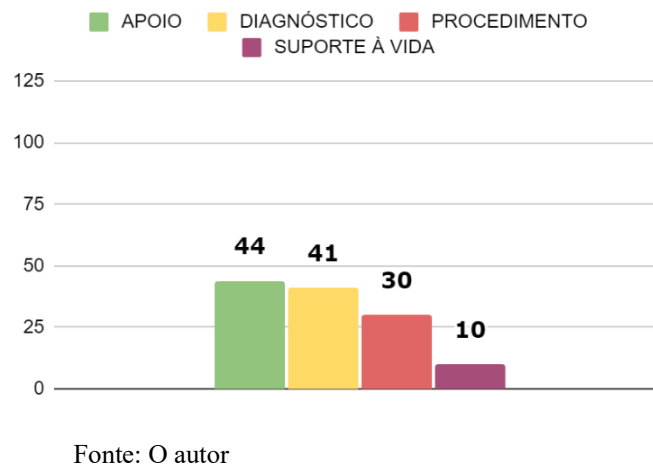


Figura 3 – Quantidade de tipos de equipamentos por Importância Estratégica.

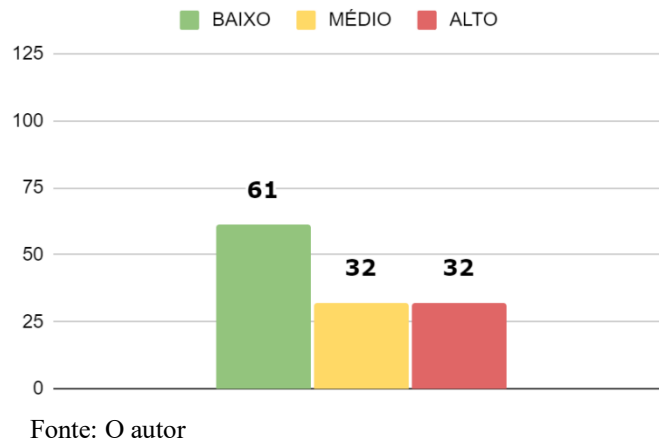
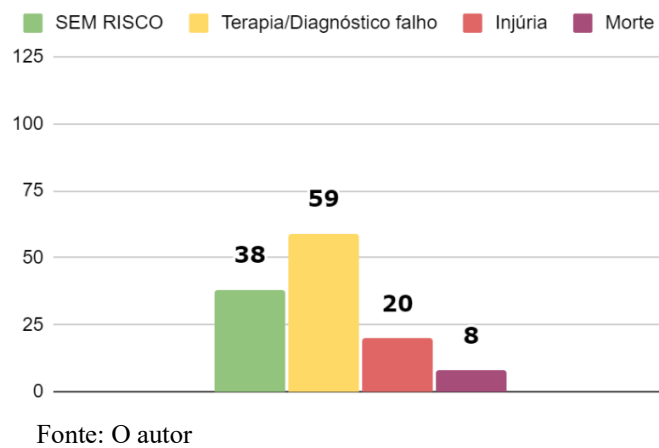


Figura 4 – Quantidade de tipos de equipamentos por Risco Físico.



5.3 Priorização da manutenção

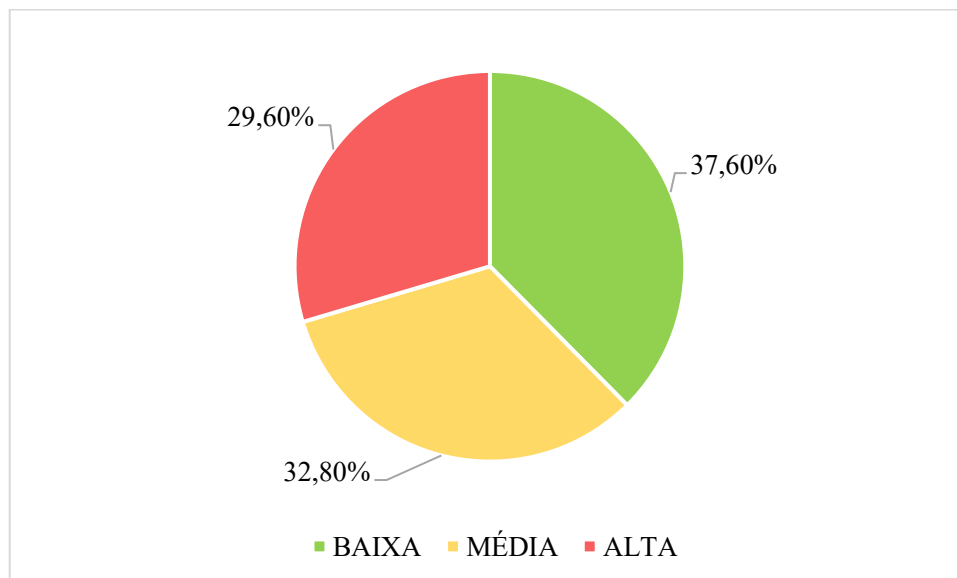
Considerando a classificação dos índices de criticidade e priorização da manutenção, demonstrados na Tabela 5, obteve-se a quantidade de tipos de equipamentos classificados em cada grau de priorização de manutenção, representada pela Tabela 7 e Figura 5.

Tabela 7 - Distribuição dos índices de criticidade por tipo de equipamento.

PRIORIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO	ÍNDICE DE CRITICIDADE	QUANTIDADE	PERCENTUAL POR ÍNDICE (%)	PERCENTUAL TOTAL
Baixa Criticidade	2	18	14,4%	37,6%
	3	11	8,8%	
	4	18	14,4%	
Média Criticidade	5	15	12,0%	32,8%
	6	15	12,0%	
	7	11	8,8%	
Alta Criticidade	8	8	6,4%	29,6%
	9	17	13,6%	
	10	9	7,2%	
	11	3	2,4%	
	12	0	0%	
	13	0	0%	

Fonte: O autor

Figura 5 - Distribuição dos índices de criticidade por tipo de equipamento.

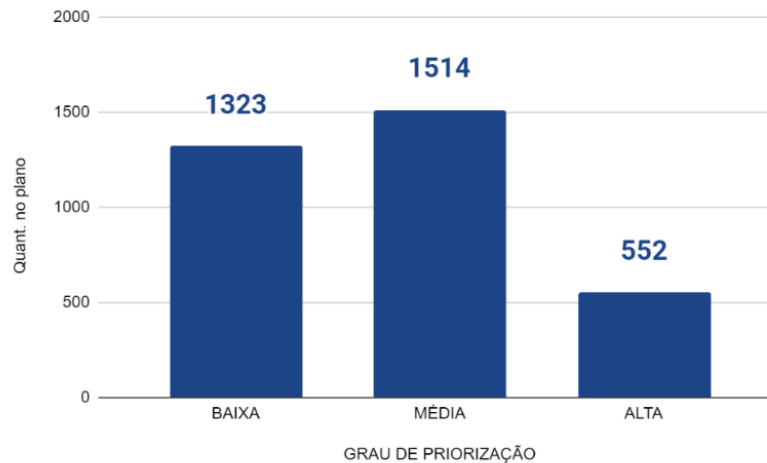


Fonte: O autor

Fez-se uma análise semelhante, que levou em conta a quantidade absoluta do número de equipamentos. Resultando em uma distribuição, não apenas por tipo, mas para o número de

equipamentos presentes no inventário. A Figura 6, representa a distribuição da quantidade de equipamentos após a aplicação dos critérios de criticidade.

Figura 6 - Quantidade de equipamentos por grau de priorização de manutenção.



Fonte: O autor

Considerando os critérios estabelecidos para a análise de criticidade e a aplicação sob o inventário completo, resultou nas classificações de cada tipo de equipamento, descritas na Tabela 8.

Tabela 8 - Índice de criticidade para cada equipamento do HC-UFU.

(continua)

BAIXA CRITICIDADE	MÉDIA CRITICIDADE	ALTA CRITICIDADE
Agitador laboratorial	Aspirador cirúrgico	Acelerador linear
Analisador laboratorial	Audiômetro	Aplicador criocautério
Aquecedor paciente ar forçado	Bilirrubinômetro	Arco cirúrgico
Balança eletrônica	Bioimpedanciômetro	Artroscópio
Balança eletrônica precisão	Bomba infusão seringa	Autoclave
Balança paciente mecânica	Bomba infusão uso geral	Balao intra-aórtico
Banho histológico	Cardiotocógrafo	Berço aquecido
Banho maria laboratorial	Ceratômetro	Bisturi eletrônico
Banho resfriamento	Colposcópico	Bomba irrigação
Banho seco	Corador lâmina	Braquiterapia
Bomba ordenha	Cufômetro	Ceratômetro

Tabela 8 - Índice de criticidade para cada equipamento do HC-UFU.

(continuação)

BAIXA CRITICIDADE	MÉDIA CRITICIDADE	ALTA CRITICIDADE
Cadeira exame-tratamento	Detector fetal	Coagulador plasma de argônio
Cama elétrica	Eletrocardiógrafo	Desfibrilador-Cardioversor
Centrífuga	Eletromiógrafo	Endoscópio
Colchão térmico	Espirômetro diagnóstico	Incubadora RN
Criostato	Esteira ergométrica	Injetor de contraste
Digitalizadora	Estimulador acústico	Laser
Dispensador parafina	Fototerapia hiperbilirrubinemia	Litotriptor intracorpóreo
Esfigmomanômetro aneróide	Glicosímetro	Mamógrafo
Espectrofotômetro	Gravador eletrônico ECG	Marca-passo cardíaco
Estetoscópio mecânico	Impedanciômetro timpanométrico	Monitor gás anestésico
Estufa esterilização	Insuflador	Osmose reversa
Foco	Lensômetro	Programador marca-passo
Fonte de luz fibra óptica	Mesa cirúrgica	Radiômetro fototerapia
Homogeneizador	Microscópio cirúrgico	Reanimador pulmonar pneumático
Impressora vídeo	Monitor multiparamétrico	Reprocessador dialisador
Incubadora Lab	Oxímetro pulso	Reprocessadora endoscópio
Lâmpada fenda	Processadora vídeo endoscopia	Ressonância magnética
Lavadora US	Raio-X	Serra óssea
Leitor código barras	Raio-X móvel	SIS imagem digital angiográfico
Leitora microplaca	Secador circuito respiratório	SIS navegação cirúrgica
Medidor inspeção radiação	Serra gesso	Tomógrafo computadorizado
Medidor pH	SIS medição urodinâmica	UNI anestesia
Microscópio laboratorial	Termodesinfectora	UNI hemodiálise
Micrótomo rotativo	Tomografia coerência óptica	UNI vitrectomia
Monitor EEG	Tonômetro oftalmológico	Ventilador transporte
Monitor vídeo	Topografia córnea	Ventilador UTI
Oftalmoscópio-otoscópio	Triagem auditiva	

Tabela 8 - Índice de criticidade para cada equipamento do HC-UFU.

(conclusão)

BAIXA CRITICIDADE	MÉDIA CRITICIDADE	ALTA CRITICIDADE
Panela pressão	Ultrassom	
Pipeta	Vídeo capilaroscópio	
Processadora automática tecido	Vídeo nistagmógrafo	
Projeter gráfico ocular		
Rack módulos		
Retinoscópio		
Seladora		
Termociclador		
Umidificador aquecedor		

Fonte: O autor

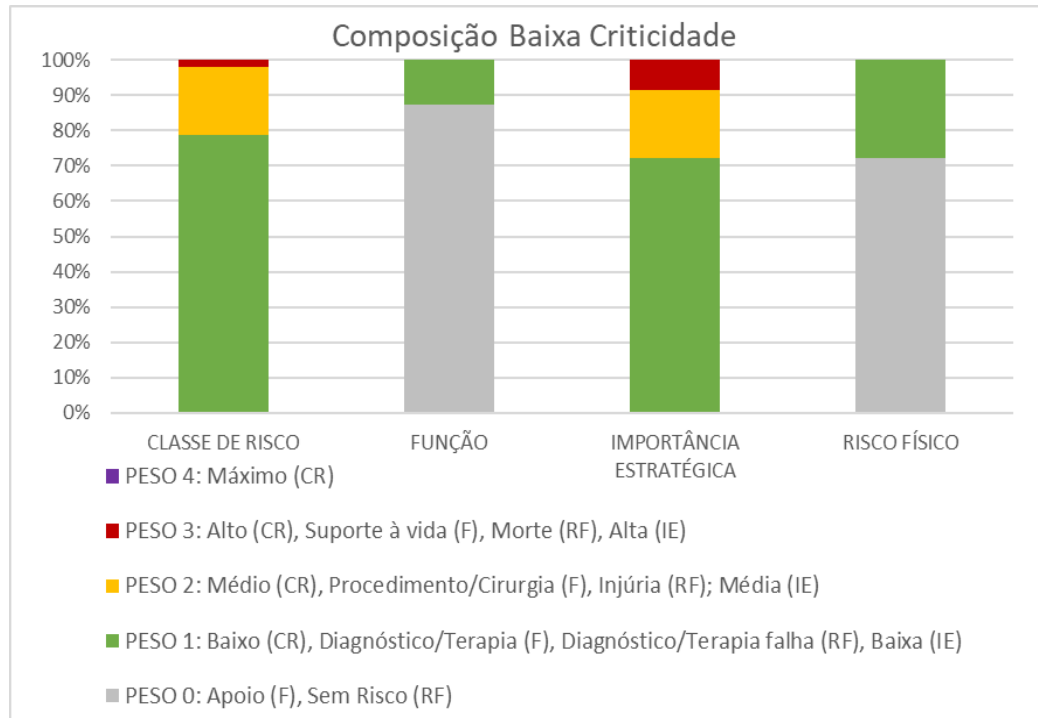
As Tabelas 9, 10 e 11 representadas respectivamente pelas Figuras 7, 8 e 9 descrevem o valor relativo de cada nível de prioridade para os quatro critérios aplicados neste trabalho. Fornecendo uma visão detalhada da composição para cada criticidade.

Tabela 9 – Composição da criticidade dos equipamentos de baixa criticidade.

Equipamentos de Baixa Criticidade					
PESO	PESO 0: Apoio (F), Sem Risco	PESO 1: Baixo (CR), Diagnóstico/ Terapia (F), Diagnóstico/ Terapia falha (RF), Baixa (IE)	PESO 2: Médio (CR), Procediment o/Cirurgia (F), Injúria (RF); Média (IE)	PESO 3: Alto (CR), Suporte à vida (F), Morte (RF), Alta (IE)	PESO 4: Máximo (CR)
Classe de Risco	0	37	9	1	0
Função	41	6	0	0	0
Importância	0	34	9	4	0
Estratégica					
Risco Físico	34	13	0	0	0

Fonte: O autor

Figura 7 - Distribuição relativa das categorias de baixa criticidade.



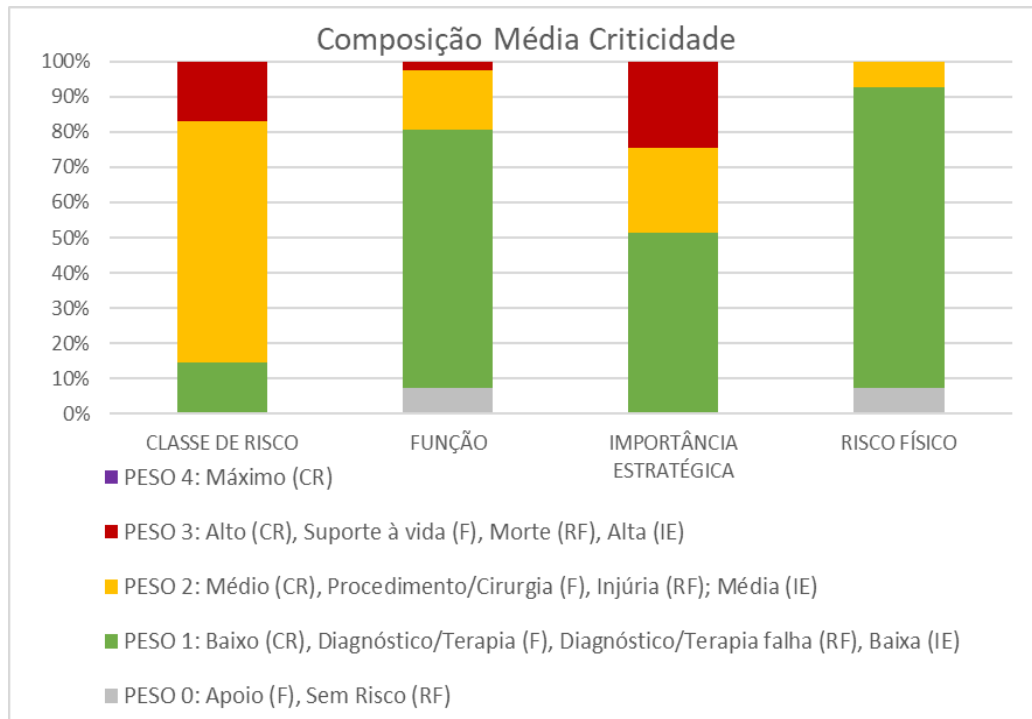
Fonte: O autor

Tabela 10 – Composição da criticidade dos equipamentos de média criticidade.

Equipamentos de Média Criticidade					
PESO	PESO 0: Apoio (F), Sem Risco	PESO 1: Baixo (CR), Diagnóstico/Terapia (F), Diagnóstico/Terapia falha (RF), Baixa (IE)	PESO 2: Médio (CR), Procedimento/Cirurgia (F), Injúria (RF); Média (IE)	PESO 3: Alto (CR), Suporte à vida (F), Morte (RF), Alta (IE)	PESO 4: Máximo (CR)
Classe de Risco	0	6	28	7	0
Função	3	30	7	1	0
Importância Estratégica	0	21	10	10	0
Risco Físico	3	35	3	0	0

Fonte: O autor

Figura 8 - Distribuição relativa das categorias de média criticidade.



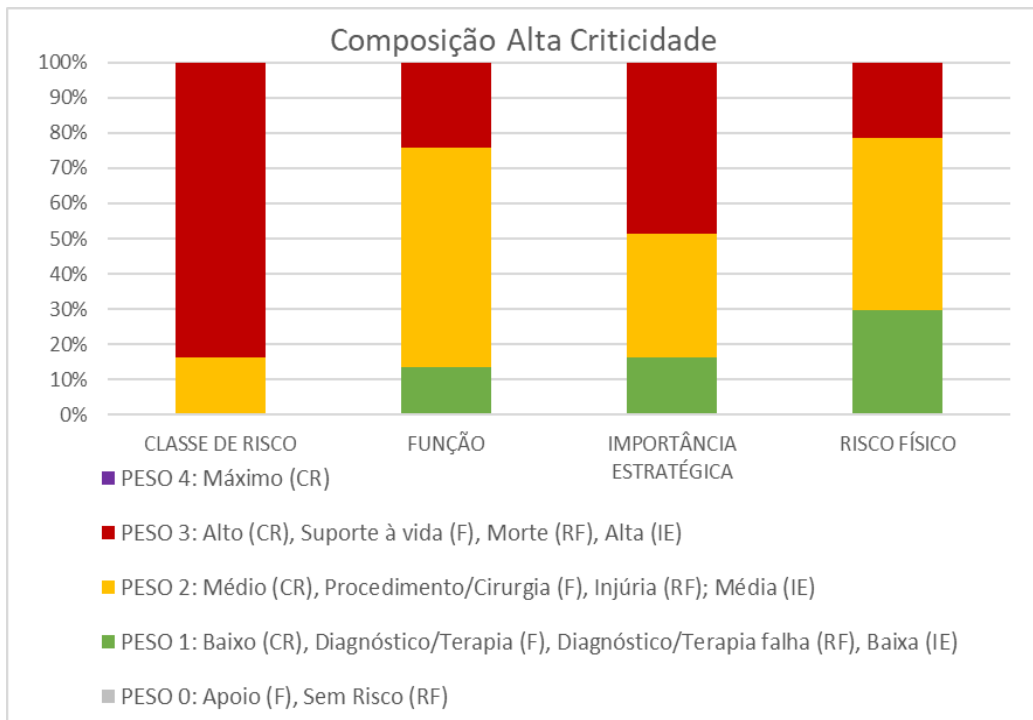
Fonte: O autor

Tabela 11 – Composição da criticidade dos equipamentos de alta criticidade.

Equipamentos de Alta Criticidade					
PESO	PESO 0: Apoio (F), Sem Risco	PESO 1: Baixo (CR), Diagnóstico/Terapia (F), Diagnóstico/Terapia falha (RF), Baixa (IE)	PESO 2: Médio (CR), Procedimento/Cirurgia (F), Injúria (RF); Média (IE)	PESO 3: Alto (CR), Suporte à vida (F), Morte (RF), Alta (IE)	PESO 4: Máximo (CR)
Classe de Risco	0	0	6	31	0
Função	0	5	23	9	0
Importância Estratégica	0	6	13	18	0
Risco Físico	0	11	18	8	0

Fonte: O autor

Figura 9 - Distribuição relativa das categorias de alta criticidade.



Fonte: O autor

6 DISCUSSÃO

O estudo sobre o parque tecnológico do HC-UFU permite classificá-lo como grande porte e alta complexidade, em vista dos vários tipos e quantidades de equipamentos. A variedade de aplicações destes equipamentos, tange desde o uso ambulatorial até em unidades intensivas e radiocirurgia.

O perfil traçado do EAS, considerando o inventário classificado segundo a criticidade, mostrou que a maioria dos equipamentos realizam funções de baixa e média complexidade. Isso ocorre à medida que os custos de aquisição e manutenção são significativamente maiores nos equipamentos de alta complexidade, em parte por eles serem usados em tratamentos específicos que demandam maior precisão terapêutica; ainda, esses custos são proporcionais ao uso.

Por meio do registro histórico de cada equipamento é possível também avaliar a viabilidade da sua permanência no EAS, devido ao ônus que o mesmo exige do serviço. Isto é, pode-se determinar se com o custo da manutenção compensa manter o equipamento em operação ou indicar sua obsolescência.

As quantidades de equipamentos inclusos no plano de manutenção são capazes de alterar o índice de criticidade. Pode ser corroborado pelo fato de que um menor número de equipamentos atenta para a maior necessidade de reparo, já que não há possibilidade de substituição e sua parada pode comprometer as atividades do setor, que é o que acontece com os 26 tipos de equipamentos com apenas uma unidade. E, a grande quantidade de equipamentos facilita a execução do serviço, o que acontece com as bombas de infusão, cama elétrica e monitores multiparamétricos.

A definição dos critérios a serem implementados no plano de gerenciamento de tecnologias em saúde (PGTS), que irão compor o índice de criticidade, é orientada pela norma técnica ABNT NBR 15943 que deve ser adequada para cada EAS, devido à particularidade do parque tecnológico e da necessidade do local. Essa norma estabelece requisitos mínimos para a padronização da análise de riscos dos equipamentos e sofre atualizações decorrentes de avaliações do plano de gerenciamento. Isso ocorre pelo fato de os estabelecimentos de saúde possuírem uma grande variação em complexidade e porte, além da referência dos serviços ofertados.

Assim como a definição de quais critérios serão utilizados, os pesos adotados para eles são definidos pelos gestores da Engenharia Clínica, ou no caso de não existir a Engenharia Clínica no EAS, pelos profissionais que são responsáveis pelas manutenções, que ponderam de

acordo com a realidade local do serviço. Para o presente estudo, foi definido peso igualitário entre os critérios adotados, os quais variam entre 0 a 4.

A análise da criticidade foi realizada sob quatro critérios, por Classe de Risco, Função, Importância Estratégica e Risco Físico. Quanto à variável Classe de Risco é apresentada uma homogeneidade entre os tipos de equipamentos, destaca-se que para o inventário analisado nenhum equipamento enquadrou-se na Classe de Risco IV (máximo).

Em relação à quantidade de tipos de equipamentos por Função, discriminados em apoio, diagnóstico, procedimento e suporte à vida, os dados mostraram que a quantidade das categorias está inversamente relacionada à complexidade desempenhada pelos mesmos.

Quanto à importância estratégica, aproximadamente metade dos tipos de equipamentos foram classificados como baixa importância, e o restante dividido igualmente entre média e alta.

Na análise da criticidade perante o Risco Físico a maior parcela dos tipos foi representada em "terapia/diagnóstico falho" (47,2%), seguido de "sem risco" (30,4%), injúria (16%) e morte (6,4%).

Aplicando os critérios selecionados na Equação 1, foi estabelecido o Índice de Criticidade para os equipamentos, o qual levou em consideração os impactos de cada critério no ambiente de saúde, de forma particular, sendo assim, coerente e útil para o serviço de Engenharia Clínica do EAS estudado. Os índices de baixa e média criticidade possuem intervalos idênticos de variação, e a alta criticidade, por ser de maior significância para o EAS atribui-se um intervalo de 5 pontos, 2 pontos maior que o intervalo dos outros.

Essa análise culminou em uma distribuição homogênea com leve tendência decrescente da quantidade de tipos de equipamentos por índices de criticidade. Em que os classificados como baixa criticidade foram 47 tipos de equipamentos (37,6%), média criticidade 41 (32,8%) e alta criticidade 37 (29,6%).

Entretanto, é preciso ser ponderado o fato que a quantidade de equipamentos em cada tipo de equipamento varia de forma significativa, e assim ao se analisar a distribuição por número absoluto de equipamentos é visto uma maior concentração nos equipamentos de média criticidade, com 1.514 equipamentos (44,7%), seguido de baixa criticidade, com 1.323 equipamentos (39%) e alta criticidade com 552 equipamentos (16,3%).

Outras alternativas de critérios que poderiam complementar o plano de criticidade foram discutidos com a equipe de Engenharia Clínica do HC-UFU, dentre eles foram levantados critérios como Defeito/Ano que indica a recorrência temporal de falha de cada equipamento; Manutenibilidade que representa a capacidade do equipamento em voltar a executar sua função

pretendida, após realização de reparo; Treinamento do Corpo Técnico para as necessidades de reparo do equipamento; e, Tecnologia Aplicada que avalia as tecnologias embarcadas no EMA (autoteste, alarme, simulador, manual), que auxiliam na execução da manutenção. Entretanto, não foram considerados nesse presente estudo, pois optou-se por manter os requisitos essenciais preconizados pelas normativas, decisão tomada pelo cenário de transição administrativa, limitando o uso desses critérios.

6.1 Composição dos equipamentos de baixa criticidade

Dos 47 tipos de equipamentos pertencentes ao grau de baixa criticidade, destaca-se equipamentos de peso 0 e 1 para os critérios específicos. Implicando em uma grande participação de equipamentos com classe de risco baixo (78,7%) e utilizados para apoio no serviço de saúde (87,2%). Já o critério de importância estratégica apresenta uma maior heterogeneidade, com a presença das três subclassificações, entretanto com predominância de baixa importância estratégica (72,3%), seguida de média (19,1%) e alta (8,5%). Isso ocorre porque o critério importância estratégica não é avaliado isoladamente, e não determinará sozinho o valor final da criticidade. Por mais que se tenha um equipamento com alta demanda, capaz de gerar uma parada nas atividades do setor, ele pode não ter riscos associados ao seu uso devido e indevido, bem como desempenhar uma função simples e assim, culminar em uma baixa criticidade. Por fim, o critério risco físico é majoritariamente representado pelos sem risco (72,3%) e diagnóstico/terapia falha (27,7%).

Os tipos de equipamentos classificados como baixo risco de criticidade, também são dotados de impactos para o EAS bem como para o paciente. O fato de serem classificados como “baixo” não implica que suas manutenções e intervenções possam ser negligenciadas. A exemplo, têm-se as camas elétricas e focos, que estão classificados nesse grupo, e se interrompidos em suas funções, são capazes de impedir ou atrasar as atividades dos EAS, como internações, cirurgias e acarretar em maior ônus para o sistema de saúde.

O índice de criticidade leva em conta não só os riscos físicos do equipamento para o paciente, mas também sua disponibilidade, manutenibilidade, função e importância estratégica, e com isso gera um coeficiente geral sobre a necessidade das manutenções, cabendo aos gestores locais interpretar e identificarem as possíveis inconformidades da classificação. Deve ser averiguada a influência de equipamentos mais simples, classificados como baixa criticidade, nas atividades de alta complexidade, que por mais que não atinjam as repercussões de um equipamento de alta criticidade, são fundamentais ao serviço. Sendo assim, sua

classificação deve ser ponderada ou até mesmo reconsiderada. Tem-se como exemplo a Lavadora Ultrassônica, componente do Centro de Material e Esterilização (CME), que sua impossibilidade de funcionamento impacta diretamente no serviço prestado nos setores cirúrgicos.

6.2 Composição dos equipamentos de média criticidade

Analisando a composição relativa dos grupos de média criticidade, evidencia-se a prevalência de equipamentos classificados como classe de risco médio (68,3%), seguido de alto (17,1%) e baixo (14,6%).

Na função desempenhada, tem-se a principal parcela representada por equipamentos de diagnóstico/terapia (73,2%), seguido de procedimentos/cirurgia (17,1%), apoio (7,3%) e apenas um equipamento de suporte à vida (2,4%).

O critério de importância estratégica apresentou uma predominância dos equipamentos de baixa importância estratégica, entretanto com participação significativa dos de média e alta, que representaram igualmente 24,4% dos tipos de equipamentos incluídos em média criticidade. Para o risco físico há uma prevalência da possibilidade de ocorrência de diagnóstico/terapia falha (85,4%), seguido de sem risco e injúria. Esses equipamentos embora demonstrem uma predominância das subclassificações de média complexidade, dão espaço para a inserção dos demais níveis de complexidade nos critérios de criticidade estabelecidos. Mostrando que, as combinações dos critérios propostos é o que vai determinar a priorização das manutenções.

6.3 Composição dos equipamentos de alta criticidade

Por fim, a composição da alta criticidade é dotada de maior prevalência de equipamentos com classe de risco alto (83,8%), seguido de médio (16,2%) e não sendo evidenciado nenhum grupo correspondente à classe de risco baixo.

A função desempenhada prevalentemente foi procedimento/cirurgia (62,2%), seguida de suporte à vida (24,3%) e diagnóstico/terapia (13,5%).

Quanto à importância estratégica notou-se a predominância de nível alto (48,6%), seguidos de média (35,1%) e baixa (16,2%).

Injúria foi o principal risco físico identificado na alta criticidade, compondo 48,6% dos tipos de equipamentos, seguidos de diagnóstico/terapia falha (29,7%) e morte (21,6%).

Nessa classificação foi possível verificar uma maior porcentagem de equipamentos com critérios de pesos máximos/altos, ou seja, os que agregam maior complexidade às funções e riscos, do que comparado a composição dos de baixa e média criticidade, que por conseguinte geram um índice final maior.

Entretanto, é visto que a presença de subclassificações de baixa complexidade não excluem a possibilidade do equipamento ser classificado como alto índice de criticidade. Como exemplo, tem-se o equipamento mamógrafo, que por mais que possui um risco físico e função associados apenas ao diagnóstico, por possuir apenas uma unidade no HC-UFU, aumenta significativamente sua importância estratégica e com isso culmina em um alto índice de criticidade.

Ao se comparar com equipamentos de média criticidade, é visto que a parada de funcionamento dos equipamentos de alta criticidade acarretam em maiores consequências, desde risco físico ao paciente até mesmo ao funcionamento das atividades hospitalares, bem como necessitam que o tempo necessário para a manutenção e a volta à função pretendida sejam menores.

6.4 Priorização da manutenção

Ao se adotar um método para determinar a criticidade em um estabelecimento assistencial de saúde, os equipamentos inseridos no inventário atualizado, são dotados do seu índice de criticidade, o qual permite determinar sua priorização de manutenção. Entretanto, as tomadas de decisão atribuídas a cada ordem de serviço, e conseqüentemente priorização da manutenção às vezes necessita ser analisadas pelos gestores, pois variáveis podem surgir que levem a uma alteração na priorização. Assim, mesmo que se estabeleça o critério de priorização, é importante ter em mente que o processo não pode ser engessado.

Uma importante ferramenta é a análise do tempo máximo de primeiro atendimento, que consiste no tempo entre a abertura da OS pelo solicitante até o primeiro contato registrado pela Engenharia Clínica. De forma geral, sugere-se que seja inversamente proporcional à criticidade do equipamento. Com adendo para os equipamentos que extrapolam o tempo pré-determinado, os quais emitirão além da classificação pré estabelecida, um alerta de atraso que adota a sua manutenção com maior prioridade. É importante ressaltar que durante a realização do presente estudo, no HC-UFU não foi adotada discriminação de tempo de primeiro atendimento de acordo com a criticidade dos equipamentos, atribuindo-se 12 horas para todas as OSs.

A priorização da manutenção por mais que estabelecida pelo cálculo de índice de criticidade, deve levar em consideração a necessidade particular de cada EAS, analisado pelos gestores do local. E assim, podendo sofrer alterações. É importante que o tempo determinado para o atendimento da solicitação seja discutido e acordado entre o contratante e a empresa contratada.

O HC-UFU, durante a realização do presente estudo, possuía como única representação de criticidade, a determinação de setores e equipamentos críticos. Os setores selecionados como críticos eram: UTIs (Geral, Pediátrica, Coronariana, Neonatal), Centro Cirúrgico, CME e Hemodiálise. E os equipamentos críticos eram: equipamentos de raio-x, ultrassom, radioterapia, hemodiálise, ventilador pulmonar, aparelho de anestesia, autoclaves, desfibriladores e a osmose fixa. Sendo assim, as ordens de serviço abertas para esses equipamentos, possuíam prioridade para a resolução da solicitação.

Com aplicação dos índices de criticidade, todos os equipamentos previamente selecionados como “críticos” foram atribuídos, no presente estudo, como de “alta criticidade”, exceto raio-x e ultrassom que foram classificados como “média criticidade”. Ainda, foram adicionados outros 26 equipamentos na seleção de alta criticidade. Essa diferença se dá ao fato dos índices de criticidade aplicados levarem em conta não só a importância do equipamento no funcionamento do setor, mas também sua disponibilidade, classificação de risco, risco de utilização para o paciente e operador. Entretanto, essas duas classificações não devem ser vistas como dicotômicas, ou então excludentes. Ambas podem ser somadas e com isso ser criado um novo subtipo de classificação que ultrapasse os de “alta criticidade”, sendo estes, destinados ainda mais atenção à manutenção e tempo de atendimento.

As limitações do estudo foram decorrentes da transição administrativa, do setor de Engenharia Clínica, que deixou de ser gerido internamente pelo HC-UFU para um serviço terceirizado. Com os trâmites envolvidos nessa troca, ocorreu remanejamento e diminuição do quadro de funcionários, bem como do orçamento para aquisição de peças e serviço externo, culminando no acúmulo de OSs sem resolução. Impedindo o presente estudo de comparar e analisar indicadores como tempo de reparo, tempo de indisponibilidade, resolutividade de OS, pois os mesmos não retratariam a realidade do serviço.

Por fim, os resultados alcançados pelo presente estudo foram apresentados e discutidos com a empresa terceirizada responsável pelo setor de Engenharia Clínica, que foi favorável aos métodos utilizados e para a classificação dos equipamentos. Entretanto, como já apresentado anteriormente, as particularidades do setor atentam para a reclassificação e análise de alguns equipamentos, como os envolvidos na esterilização e tratamento de água, bomba de infusão de

uso geral e de seringa, Raio-X, corador lâmina, coagulador plasma de argônio, serra gesso e audiômetro. Esses equipamentos necessitam de uma discussão com a equipe de gestores do HC-UFU para sua análise junto com demais fatores como os recursos financeiros, que incluem o valor monetário do equipamento e a receita que o mesmo gera para o estabelecimento.

7 CONCLUSÕES

Com o presente estudo, foi possível elaborar um método de avaliação de criticidade dos equipamentos no HC-UFU, para planejamento e priorização das manutenções. Tal análise resultou em um total de 3.389 equipamentos segregados perante ao índice de criticidade composto pelas variáveis Classe de Risco, Função, Importância Estratégica e Risco Físico. As quais resultaram em um índice de criticidade que dividiu os equipamentos com pontuação entre 2 a 4 como baixa criticidade, de 5 a 7 como média criticidade e de 8 a 13 como alta criticidade.

O panorama geral dos critérios mostrou que o inventário do HC-UFU é composto por quantidades semelhantes de equipamentos quanto a Classe de Risco e que a quantidade de tipos é tão maior quanto menor complexidade desempenhada por sua função. Ainda, aproximadamente metade dos tipos de equipamentos foram classificados como de baixa importância estratégica. E, quanto ao Risco Físico a maior parcela dos tipos de equipamentos foi representada em "terapia/diagnóstico falho". A análise do índice de criticidade mostrou uma distribuição homogênea com leve tendência decrescente da quantidade de tipos de equipamentos com baixa, média e alta criticidade. Entretanto, ao se analisar a quantidade absoluta de equipamentos, é visto uma maior concentração nos equipamentos de média criticidade, seguido de baixa e alta criticidade.

Ao se analisar individualmente cada nível de criticidade, foi visto que no grupo de equipamentos de baixa criticidade há uma predominância de equipamentos com classe de risco baixo, utilizados para apoio no serviço de saúde, com baixa importância estratégica e sem risco físico. Os de média criticidade apresentaram maior concentração de equipamentos com classe de risco médio, utilizado para diagnóstico/terapia, baixa importância estratégica e com risco físico atribuído majoritariamente ao diagnóstico/terapia falha. E por fim, a composição dos equipamentos de alta criticidade foi dotado de maior prevalência dos com classe de risco alto, com função destinada a procedimento/cirurgia, alta importância estratégica e sendo a injúria responsável pela maior porcentagem dos riscos físicos desse grupo.

Essa análise geral dos equipamentos componentes do parque tecnológico do HC-UFU permite otimizar as ações em manutenção regidas sob o índice de criticidade, o melhoramento do funcionamento do estabelecimento de saúde, bem em como destinar adequadamente os recursos financeiros do setor, promover a organização do serviço da Bioengenharia, além de minimizar as ocorrências de acúmulo de Ordens de Serviço não realizadas.

É importante ressaltar que a análise individual do estabelecimento assistencial de saúde permite adequar as ações às particularidades do serviço, com demandas e logísticas próprias.

Já que ao passo que sabidas e coordenadas pelos gestores do serviço de Engenharia Clínica do local, minimizam as ações indesejáveis e as com impactos negativos no serviço de saúde.

Sugere-se, aos estudos futuros, que seja abordado esse panorama periodicamente, após o estabelecimento concreto da nova empresa terceirizada. Bem como da adição da avaliação de indicadores de gestão, como tempo utilizado para o atendimento, recursos financeiros utilizados nas manutenções, eficiência do plano de manutenções. Já que a avaliação e melhora periódica, com gestores e equipe assistencial, permite que o serviço esteja atualizado com as necessidades do local.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, E. *et al.* **Gestão da tecnologia biomédica: Tecnovigilância e Engenharia Clínica.** Paris: Acodess, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15943: Diretrizes para um programa de gerenciamento de equipamentos de infraestrutura de serviços de saúde e de equipamentos para a saúde.** Rio de Janeiro: ABNT, p.21. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e Mantabilidade.** Rio de Janeiro: ABNT, p.37. 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. Apresentação - EBSEH. **Ministério da Educação,** Brasília, c2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ebserh--empresa-brasileira-de-servicos-hospitalares>. Acesso em: 07 jun. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Ebserh/MEC implanta novo sistema de gerenciamento integrado de equipamentos nos hospitais da rede. **Ministério da Educação,** Brasília, jul. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-sudeste/hc-ufmg/comunicacao/noticias/ebserh-mec-implanta-novo-sistema-de-gerenciamento-integrado-de-equipamentos-nos-hospitais-da-rede>. Acesso em: 16 ago. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares. Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia – HC-UFU. **Plano Diretor Estratégico 2021-2023,** v. 03, 18 mai. 2022. Processo SEI 23860.000533/2020-19
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 185, de 22 de outubro de 2001.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 751, de 15 de setembro de 2022.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 509, de 27 de maio de 2021.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021.
- BRITO, M. (org.). **Manutenção: manual pedagógico PRONACI.** Portugal: PRONACI, 2003. ISBN: 972-8702-12-4.
- BRONZINO, J. D. **The Biomedical Engineering Handbook: medical devices and systems,** 3. ed, Hartford: Crc Press, 2006.
- CALIL, S. J. Papel do Engenheiro Hospitalar nas Unidades de Saúde. **Revista Brasileira de Engenharia – Caderno de Engenharia Biomédica,** Campinas, v.7, n.1, p. 325-440, 1990.
- CARVALHEIRO, C. G. **Avaliação da Gestão da Manutenção de Equipamentos Hospitalares.** 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Biomédica) - Escola Superior de Tecnologia e Gestão Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2016.

CORREIA, A. L. T. **Avaliação do grau de criticidade dos equipamentos médico-hospitalares das UTIs da maternidade escola januário cicco.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

DYRO, Joseph. **Clinical Engineering Handbook.** New York: Academic Press, 2004.

FARINHA, J. M. **Uma abordagem terológica da manutenção dos equipamentos hospitalares.** 1994. Tese (Doutorado em Engenharia Biomédica) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 1994.

FIGUEIREDO, E. P. **Desenvolvimento de um sistema de gestão de equipamentos médico-hospitalares e leitos para estabelecimentos de assistência à saúde.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Biomédica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

FRANÇOLIN, L. *et al.* Gerenciamento de risco hospitalar: um olhar para as ordens de serviços do setor de manutenção. **RAS**, São Paulo, v. 13, n. 50, p. 23-30, mar. 2011.

HERPICH, C.; FOGLIATTO, F. S. Aplicação de FMECA para definição de estratégias de manutenção em um sistema de controle e instrumentação de turbogeradores. **Iberoamerican Journal Of Industrial Engineering.** Florianópolis, v. 5, n. 9, p. 70-88, 02 out. 2013.

LUCATELLI, M. V. **Proposta de aplicação da manutenção centrada em confiabilidade em equipamentos médico-hospitalares.** 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MACEDO, M. A. S. **Contribuição metodológica para a determinação da criticidade de equipamentos na gestão da manutenção.** 2011. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2011.

MOUBRAY, J. **Reliability-centered maintenance.** 2. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.

PAZETO, A. C. **Modelo de priorização da manutenção corretiva em ambientes hospitalares.** 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

PIRES, C. *et al.* **Importância da Criticidade de Equipamentos na Gestão da Manutenção.** 2018. Belo Horizonte: PMKB, 2018. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/importancia-da-criticidade-de-equipamentos-na-gestao-da-manutencao/>. Acesso em: 10 out. 2022.

RUFCA, J. N. **Contribuição à Implantação de Departamentos de Engenharia Clínica em Instituições de Saúde.** 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SANTOS, G. R. G. **Avaliação do grau de criticidade dos equipamentos médico-hospitalares em uso num hospital da região de Catanduva -SP.** 2022. Trabalho de

Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

SEZDI, M. Two Different Maintenance Strategies in the Hospital Environment: Preventive Maintenance for Older Technology Devices and Predictive Maintenance for Newer High-Tech Devices. **Journal of Healthcare Engineering**. v. 2016, p. 16, mar. 2016.

SILVA, M. M. O. **Desenvolvimento de um software protótipo para priorização de ordens de serviço no HC-UFU**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

SOUZA, D. B.; MILAGRE, S. T.; SOARES, A. B. Avaliação econômica da implantação de um serviço de Engenharia Clínica em hospital público brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 28, n. 4, p. 327-336, dez. 2012.

SWANSON, L. Linking maintenance strategies to performance. **International Journal of Production Economic**, v. 70, n. 3, p. 237-244, mar. 2001.

TAKAYAMA, M. A. S. **Análise de falhas aplicada ao planejamento estratégico da manutenção**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

TECH4HEALTH - T4H. Ebserh/MEC implanta novo sistema de gerenciamento integrado de equipamentos nos hospitais da rede. **Portal Tech4Health**, São Paulo, jul. 2021. Disponível em: <https://www.t4h.com.br/noticias/ebserh-mec-implanta-novo-sistema-de-gerenciamento-integrado-de-equipamentos-nos-hospitais-da-rede/>. Acesso em: 16 ago. 2022.

TERRA, T. G. *et al.* Uma revisão dos avanços da Engenharia Clínica no Brasil. **Disciplinarum Scientia: Ciências Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 47-61, 2014.

WYBRESKLY, J. **Manutenção Produtiva Total – Um modelo Adaptado**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

APÊNDICE A - TIPOS DE EQUIPAMENTOS E DISCRIMINAÇÃO DO ÍNDICE DE CRITICIDADE SEGUNDO CLASSE DE RISCO, FUNÇÃO, IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA E RISCO FÍSICO.

TIPO DE EQUIPAMENTO	QUANT.	CLASSE DE RISCO	FUNÇÃO	IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA	RISCO FÍSICO	ÍNDICE
ACELERADOR LINEAR	3	3	2	3	1	9
AGITADOR LABORATORIAL	6	1	0	1	0	2
ANALISADOR LABORATORIAL	14	2	0	1	0	3
APLICADOR CRIOCAUTÉRIO	1	3	2	2	2	9
AQUECEDOR PACIENTE AR FORÇADO	17	2	0	1	1	4
ARCO CIRÚRGICO	5	3	2	2	2	9
ARTROSCÓPIO	1	2	2	3	2	9
ASPIRADOR CIRÚRGICO	23	2	2	1	2	7
AUDIÔMETRO	3	2	1	2	1	6
AUTOCLAVE	9	2	2	3	2	9
BALANÇA ELETRÔNICA	62	1	0	1	0	2
BALANÇA ELETRÔNICA PRECISÃO	6	1	0	1	0	2
BALANÇA PACIENTE MECÂNICA	3	1	0	1	0	2
BALAO INTRA-AORTICO	1	3	2	3	2	10
BANHO HISTOLÓGICO	5	1	0	1	0	2
BANHO MARIA LABORATORIAL	5	1	0	1	0	2
BANHO RESFRIAMENTO	2	1	0	1	0	2
BANHO SECO	1	1	0	2	0	3
BERÇO AQUECIDO	28	3	3	1	1	8
BILIRRUBINÔMETRO	1	2	1	3	1	7
BIOIMPEDANCIÔMETRO	1	1	1	3	1	6
BISTURI ELETRÔNICO	37	3	2	2	2	9
BOMBA INFUSÃO SERINGA	37	3	1	1	1	6
BOMBA INFUSAO USO GERAL	614	2	1	1	1	5
BOMBA IRRIGACAO	3	2	2	2	2	8
BOMBA ORDENHA	2	2	0	1	1	4
BRAQUITERAPIA	1	3	2	3	1	9
CADEIRA EXAME-TRATAMENTO	10	1	0	2	0	3
CAMA ELÉTRICA	410	1	0	1	0	2
CARDIOTOCÓGRAFO	8	2	1	1	1	5
CENTRÍFUGA	20	2	0	1	0	3
CERATÔMETRO	1	2	1	3	1	7
CERATÓTOMO	2	2	2	2	2	8
COAGULADOR PLASMA DE ARGÔNIO	4	3	2	2	2	9
COLCHAO TERMICO	1	2	0	2	0	4
COLPOSCÓPIO	6	1	2	1	1	5
CORADOR LÂMINA	1	2	0	3	0	5
CRIOSTATO	1	1	0	3	0	4
CUFÔMETRO	2	2	1	1	1	5
DESFIBRILADOR-CARDIOVERSOR	52	3	3	2	3	11
DETECTOR FETAL	24	2	1	1	1	5
DIGITALIZADORA	14	1	1	1	0	3

DISPENSADOR PARAFINA	2	1	0	1	0	2
ELETRCARDÍOGRAFO	21	2	1	1	1	5
ELETROMIÓGRAFO	1	2	1	3	1	7
ENDOSCÓPIO	53	3	2	1	2	8
ESFIGMOMANOMETRO ANEROIDE	247	1	1	1	1	4
ESPECTROFOTÔMETRO	1	1	0	2	1	4
ESPIRÔMETRO DIAGNÓSTICO	4	2	1	1	1	5
ESTEIRA ERGOMÉTRICA	2	2	1	2	1	6
ESTETOSCOPIO MECANICO	6	1	1	1	1	4
ESTIMULADOR ACÚSTICO	3	2	1	2	1	6
ESTUFA ESTERILIZAÇÃO	4	2	0	2	0	4
FOCO	53	1	0	2	0	3
FONTE DE LUZ FIBRA ÓPTICA	20	2	0	1	1	4
FOTOTERAPIA						
HIPERBILIRRUBINEMIA	32	3	2	1	1	7
GLICOSÍMETRO	189	3	1	1	1	6
GRAVADOR ELETRÔNICO ECG	5	2	1	1	1	5
HOMOGENEIZADOR	1	1	0	3	0	4
IMPEDANCIOMETRO						
TIMPANOMÉTRICO	3	2	1	2	1	6
IMPRESSORA VÍDEO	11	1	0	1	0	2
INCUBADORA LAB	13	1	0	1	0	2
INCUBADORA RN	41	3	3	1	3	10
INJETOR DE CONTRASTE	4	3	2	3	1	9
INSUFLADOR	8	2	2	2	1	7
LÂMPADA FENDA	10	1	1	1	1	4
LASER	6	3	2	2	2	9
LAVADORA US	3	1	0	2	0	3
LEITOR CÓDIGO BARRAS	22	1	0	1	0	2
LEITORA MICROPLACA	2	1	0	1	0	2
LENSÔMETRO	1	1	1	2	1	5
LITOTRIPTOR INTRACORPÓREO	2	3	2	2	2	9
MAMÓGRAFO	1	3	1	3	1	8
MARCA-PASSO CARDÍACO	6	3	3	2	3	11
MEDIDOR INSPEÇÃO RADIAÇÃO	3	3	0	1	0	4
MEDIDOR PH	5	1	0	1	1	3
MESA CIRÚRGICA	26	1	0	2	2	5
MICROSCÓPIO CIRÚRGICO	8	1	2	1	1	5
MICROSCÓPIO LABORATORIAL	40	1	0	1	0	2
MICRÓTOMO ROTATIVO	6	1	0	1	0	2
MONITOR EEG	4	1	1	1	1	4
MONITOR GÁS ANESTÉSICO	16	3	3	2	1	9
MONITOR MULTIPARAMÉTRICO	351	3	1	1	1	6
MONITOR VÍDEO	28	1	0	1	0	2
OFTALMOSCÓPIO-OTOSCÓPIO	11	1	1	1	1	4
OSMOSE REVERSA	17	3	2	3	2	10
OXIMETRO PULSO	40	3	1	1	1	6
PANELA PRESSAO	1	1	0	3	0	4
PIPETA	104	2	0	1	0	3

PROCESSADORA AUTOMÁTICA TECIDO	1	1	0	3	0	4
PROCESSADORA VIDEO ENDOSCOPIA	29	2	2	1	1	6
PROGRAMADOR MARCA-PASSO	2	3	1	3	3	10
PROJETOR GRÁFICO OCULAR	5	1	0	1	0	2
RACK MÓDULOS	14	1	0	1	1	3
RADIÔMETRO FOTOTERAPIA	2	3	1	3	1	8
RAIO-X	8	3	1	1	1	6
RAIO-X MÓVEL	14	3	1	1	1	6
REANIMADOR PULMONAR PNEUMÁTICO	7	3	3	2	3	11
REPROCESSADOR DIALISADOR	2	2	2	3	2	9
REPROCESADORA ENDOSCOPIO	2	2	3	3	0	8
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA	1	3	1	3	1	8
RETINOSCÓPIO	2	1	0	2	1	4
SECADOR CIRCUITO RESPIRATÓRIO	3	2	0	3	0	5
SELADORA	20	1	0	1	0	2
SERRA GESSO	5	1	2	1	2	6
SERRA ÓSSEA	9	3	2	1	3	9
SIS IMAGEM DIGITAL ANGIOGRAFICO	2	3	2	3	1	9
SIS MEDIÇÃO URODINÂMICA	1	2	1	3	1	7
SIS NAVEGAÇÃO CIRÚRGICA	1	3	2	3	2	10
TERMOCICLADOR	2	1	0	2	0	3
TERMODESINFECTORA	3	2	3	2	0	7
TOMOGRAFIA COERÊNCIA ÓPTICA	1	2	1	3	1	7
TOMÓGRAFO COMPUTADORIZADO	3	3	1	3	1	8
TONÔMETRO OFTALMOLÓGICO	2	2	1	3	1	7
TOPOGRAFIA Córnea	1	2	1	3	1	7
TRIAGEM AUDITIVA	4	2	1	1	1	5
ULTRASSOM	26	2	1	1	1	5
UMIDIFICADOR AQUECEDOR	103	2	0	1	1	4
UNI ANESTESIA	31	3	2	2	2	9
UNI HEMODIÁLISE	38	3	2	3	1	9
UNI VITRECTOMIA	1	3	2	3	2	10
VENTILADOR TRANSPORTE	20	3	3	1	3	10
VENTILADOR UTI	138	3	3	1	3	10
VÍDEO CAPILAROSCÓPIO	1	2	1	2	1	6
VÍDEO NISTAGMÓGRAFO	1	2	1	2	1	6