UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Trabalho de Conclusão de Curso

PROPOSTA DE MODELO PARA UTILIZAÇÃO DO *DESIGN THINKING* NA USABILIDADE DOS EQUIPAMENTOS MÉDICOS

RENAN DE MORAIS BEZERRA

NATAL/RN
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

PROPOSTA DE MODELO PARA UTILIZAÇÃO DO *DESIGN THINKING* NA USABILIDADE DOS EQUIPAMENTOS MÉDICOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Biomédica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte para obtenção do título de Graduado em Engenharia Biomédica.

Graduando: Renan de Morais Bezerra

Orientador: Dr. Hélio Roberto Hékis
Co-orientador: Roberto Eider Lira Neto

Natal/RN
2023

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Bezerra, Renan de Morais.
Proposta de modelo para utilização do design thinking na usabilidade dos equipamentos médicos / Renan de Morais Bezerra. - 2023.
37 f.: il.

Monografia (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Biomédica. Natal, RN, 2023.
Orientador: Prof. Dr. Hélio Roberto Hékis.
Coorientador: Eng. Roberto Eider Lira Neto.
Coorientador: Eng. Thalles Magno Freire de Souza.

1. Design Thinking - Monografia. 2. Equipamentos médicos - Usabilidade - Monografia. 3. Engenharia clínica - Monografia. I. Hékis, Hélio Roberto. II. Lira Neto, Roberto Eider. III. Souza, Thalles Magno Freire de. IV. Título.

RN/UF/BCZM CDU 616-71:004.5

Elaborado por Kalline Bezerra da Silva - CRB-15/327

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

PROPOSTA DE MODELO PARA UTILIZAÇÃO DO DESIGN THINKING NA USABILIDADE DOS EQUIPAMENTOS MÉDICOS

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso:

Prof. Dr. Hélio Roberto Hékis _____

UFRN - Orientador

Engenheiro Roberto Eider Lira Neto _____

UFRN – Co-orientador

Engenheiro Thalles Magno Freire de Souza _____

UNIMED – Avaliador externo

Natal/RN

2023

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai, minha mãe, meu irmão e minha namorada, por toda motivação e apoio durante toda a graduação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu amigo Leonardo Araújo, que me apresentou o curso de Engenharia Biomédica e me incentivou a cursá-lo. Se não fosse ele, provavelmente eu não teria escolhido essa área tão incrível.

Em segundo lugar, gostaria de agradecer à minha família, meus pais e meu irmão, que me deram todo suporte necessário ao longo do curso e sempre me orientaram para que eu tomasse as melhores decisões e rumos dentro do ambiente acadêmico e profissional.

Também agradeço às minhas amizades de curso, que ficaram ao meu lado durante toda essa caminhada, mas especialmente Alicia Luzia, Daniela Maia, Laísa Moura, Aline Maria e Augusto Oliveira, que andaram comigo desde a entrada na universidade. Além disso, também agradeço Joana Laabs, que foi uma grande parceira nas disciplinas e projetos dentro da Engenharia Biomédica.

Um agradecimento mais que especial para a minha namorada Larissa Galvão, que me deu suporte em momentos cruciais do curso, me ajudou a tomar decisões difíceis e estava sempre comigo quando as coisas complicavam. Ela foi uma peça fundamental para eu superar as barreiras que apareciam e, com certeza, foi um dos pilares mais importantes que me deu força para continuar.

Por fim, agradeço ao professor Hélio Hékis e ao meu co-orientador Roberto Eides, profissionais incríveis e grandes amigos que tive o privilégio de me aproximar. Sempre me dando ótimas visões sobre a vida e a profissão.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA……4
AGRADECIMENTOS……5
SUMÁRIO……6
LISTA DE FIGURAS……..7
LISTA DE TABELAS……..8
LISTA DE QUADROS……9
LISTA DE ABREVIAÇÕES……10
RESUMO……....11
***ABSTRACT*……...12**
1 INTRODUÇÃO……..13
1.1 Exposição do tema……...13
1.2 Definição do problema……13
1.3 Objetivos de estudo……..14
1.3.1 Principal……..14
1.3.2 Específicos……14
1.4 Relevância do estudo……...15
1.5 Estrutura do estudo……..15
2 REFERENCIAL TEÓRICO……17
2.1 *Design Thinking*……17
2.2 Gestão da qualidade……18
2.3 Ferramenta da qualidade……19
2.4 Diagrama de Ishikawa……..20
2.5 Usabilidade de equipamentos hospitalares……..21
3 METODOLOGIA……...22
3.1 Caracterização da pesquisa……22
3.2 População e amostra……25
3.3 Instrumentos de coleta de dados……..….26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO……..27
4.1 Mapeamento e análise……27
4.2 Fundamentações do questionário……30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS……32
6 REFERÊNCIAS……33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do trabalho
Figura 2 - Representação do Diagrama de Ishikawa
Figura 3 - Etapas da metodologia
Figura 4 - Etapas do *Design Thinking*
Figura 5 - Fluxograma do processo de aplicação do *Design Thinking* em hospital

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perguntas direcionadas para os técnicos e engenheiros do estabelecimento de saúde
Tabela 2 - Perguntas direcionadas aos usuários dos equipamentos hospitalares

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resultados das buscas de artigos nas bases de dados
Quadro 2 - Principais artigos selecionados para a pesquisa

LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

TQM - *Total Quality Management*

CEO - *Chief Executive Officer*

IDEO - Empresa Internacional de Design e Consultoria em Inovação

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

DT - *Design Thinking*

EC - Engenharia Clínica

OS - Ordem de Serviço

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma aplicação da metodologia *Design Thinking* na usabilidade dos equipamentos médicos em estabelecimentos de saúde - mais especificamente em hospitais -, com a ajuda de ferramentas da qualidade como, Fluxograma e Diagrama de Ishikawa, além de questionários específicos, com o intuito de reduzir o número de falsos chamados recebidos pelos setores de Engenharia Clínica na manutenção de equipamentos. Esta pesquisa tem como foco a descoberta das principais causas que geram os chamados falsos por parte dos profissionais de saúde que manuseiam os equipamentos. A princípio, a estratégia apresentada pode ser aplicada em qualquer setor de um hospital, sendo possível adaptá-la quando necessário. Este estudo foi realizado a partir de uma rígida busca por artigos científicos em diversas bases de dados, seguindo para a fase de desenvolvimento do escopo de aplicação, incluindo a montagem do fluxograma dos processos e os questionários necessários para a realização da pesquisa de causas, sendo, posteriormente, analisadas com o uso do Diagrama de Ishikawa. Com isso, espera-se que ao final do projeto de aplicação do *Design Thinking*, seja possível identificar as principais causas de ocorrência dos falsos chamados e, assim, conseguir traçar soluções viáveis para amenizar ou eliminar as Ordens de Serviço geradas desnecessariamente.

Palavras-chave: *design thinking*; usabilidade; equipamentos médicos; engenharia clínica.

ABSTRACT

This work aims to develop an application of the Design Thinking methodology in the usability of medical equipment in healthcare facilities - more specifically hospitals -, with the help of the quality tools flowchart and Ishikawa diagram, besides specifics questionnaire, in order to reduce the number of false calls received by the Clinical Engineering sectors in equipment maintenance. This research focuses on discovering the main causes that generate the false calls by the health professionals who handle the equipment. In principle, the strategy presented can be applied in any sector of a hospital, being possible to adapt it when necessary. This study was conducted from a rigid search of scientific articles in several databases, following to the development phase of the application scope, including the assembly of the process flowchart and the questionnaires needed to conduct the research of causes, and then analyzed using the Ishikawa Diagram. Therefore, it is expected that at the end of the Design Thinking application project, it will be possible to identify the main causes of occurrence of false calls and this way, be able to outline viable solutions to mitigate or eliminate the Work Orders unnecessarily generated.

Keywords: *design thinking; usability; medical equipment; clinical engineering.*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, busca-se apresentar a introdução do trabalho, descrevendo a exposição do tema, definição do problema, objetivos do estudo e justificativa do trabalho.

1.1. EXPOSIÇÃO DO TEMA

De acordo com o autor Gustavo Mendonça (2014), os equipamentos médicos estão constantemente passando por processos de evolução e inovação, a partir da agregação de tecnologias estruturais cuja geração de diagnósticos mais assertivos é efetiva, almejando, principalmente, a redução de erros relacionados à análise de exames, tratamentos e casos emergenciais. Porém, essa busca por qualidade e eficácia acarreta uma maior complexidade desses equipamentos, o que muitas vezes dificulta o seu manuseio por parte dos operadores como, enfermeiros e médicos, de modo que o risco de acidentes, envolvendo tanto estes operadores como também os pacientes, cresça consideravelmente.

Observando essa dificuldade na usabilidade dos equipamentos hospitalares, uma ótima alternativa para facilitar esse uso seria a aplicação do *Design Thinking*, com o objetivo de identificar a dor desses profissionais que acaba gerando essa dificuldade e o precário entendimento sobre estes equipamentos. A metodologia de *Design Thinking* surgiu por volta do século XX, em que as empresas se concentravam em criar produtos com funcionalidades e estética aprimoradas. Muitas empresas começaram a adotar uma abordagem mais holística para o design, que incluía a consideração de alguns fatores como, contexto de uso, necessidade dos usuários e oportunidades de mercado. (Brinkman, 2023)

1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

É bem comum encontrarmos relatos de engenheiros e técnicos de equipamentos médicos que atuam tanto em hospitais como também em empresas que prestam serviços de manutenção destes equipamentos hospitalares, sobre falsos chamados que ocorrem rotineiramente. Muitas vezes chegam demandas para

manutenção e, quando esses profissionais vão analisar e tentar identificar o problema, percebem que nem sempre o problema é algo técnico. Nestes casos, o que acontece é que os usuários desses equipamentos apenas não souberam manusear corretamente os equipamentos para poder utilizá-los.

Seja por falta de conhecimento de manuseio, falta de atenção, baixa capacitação para mexer com os aparelhos, entre outros motivos, os falsos chamados são comuns nessas situações.

A média de falsos chamados em estabelecimentos de saúde na cidade de Natal/RN é de, aproximadamente, 25,8%, o que demonstra uma considerável necessidade de redução desses chamados. Analisando essa métrica, realmente se pode continuar negligenciando essa problemática dentro dos estabelecimentos de saúde?

1.3. OBJETIVOS DO ESTUDO

1.3.1. Objetivo principal

Aplicar o método de *Design Thinking* como ferramenta para identificar os motivos que geram os falsos chamados por parte dos usuários dos equipamentos hospitalares.

1.3.2. Objetivos específicos

- Revisar a literatura para analisar o modo que o DT é aplicado em estabelecimentos de saúde;
- Criar questionários para entrevistas semi-estruturadas para identificar as necessidades e dificuldades de utilização dos equipamentos médicos por parte dos usuários;
- Conseguir estruturar um plano de aplicação do *Design Thinking* para diminuir o número de falsos chamados no setor de Engenharia Clínica de um estabelecimento de saúde.

1.4. RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Os equipamentos e sistemas médicos com interfaces computacionais estão presentes em todos os ambientes de atuação dos profissionais de saúde (CALDEIRA, 2017). Nas Unidades de Saúde encontramos desfibriladores, bisturis eletrônicos, monitor multiparamétrico, respirador pulmonar, bomba de infusão, tomógrafo e muitos outros equipamentos de suporte à vida.

À medida que estes equipamentos vão avançando, o manuseio deles vai se tornando mais intrincado, pois os resultados e *feedbacks* recebidos pelos operadores são entregues com muitas informações e detalhes, envolvendo dados, gráficos, imagens, mensagens de alerta, comandos por voz (CALDEIRA, 2017), entre outros, além das funções de cada botão, presente na interface física dos equipamentos, que o indivíduo necessita aprender para poder manusear corretamente os produtos.

Com isso, para a realização deste trabalho foram pesquisados artigos científicos e trabalhos acadêmicos que possuem foco em três temas principais, que são: *Design Thinking*, usabilidade de equipamentos médicos e a aplicação do Design Thinking em problemáticas relacionadas à área da saúde.

Diante do cenário, cabe uma análise mais detalhada da problemática em questão para compreender as causas que estão desencadeando tais efeitos. Para isso, este artigo tem o objetivo de realizar um estudo sobre a utilização do conceito de *Design Thinking* aplicado na usabilidade de equipamentos médicos, visando buscar soluções para a problemática abordada e, dessa forma, conseguir entender os motivos que dificultam o processo dessa usabilidade em hospitais e clínicas de saúde de modo geral.

1.5. ESTRUTURA DO ESTUDO

Neste tópico serão apresentados os capítulos presentes no trabalho, explicando o que cada um busca expor.

No capítulo 1, a parte introdutória, é explicitado as perspectivas gerais do tema e o potencial que ele possui, além dos objetivos do trabalho e a sua relevância para a comunidade acadêmica e para o mercado da Engenharia Clínica. É definido o avanço das tecnologias hospitalares visando uma melhor eficiência de exames e

diagnósticos, porém, em contrapartida, essa evolução tecnológica gera complexidades relacionadas a usabilidade dos equipamentos médicos pelos profissionais da saúde.

No capítulo 2, é trabalhado os conceitos chave para a construção do trabalho. É neste tópico que serão definidos cada termo relevante que serviu para a construção da base de dados. Com isso, são explicados de maneira mais aprofundada os temas *Design Thinking,* Ferramenta da Qualidade, Diagrama de Ishikawa e Usabilidade de Equipamentos Hospitalares.

No capítulo 3, é apresentada a metodologia, utilizando todo o desenvolvimento da proposta de aplicação do *Design Thinking* em um estabelecimento de saúde. Partindo das construção de questionários para conversar com os profissionais, até o ponto de identificação do problema raiz para, posteriormente, possibilitar a idealização, elaboração e execução da solução proposta.

No capítulo 4, é possível visualizar os resultados alcançados com todo o decorrer do trabalho. É apresentado o fluxograma e alguns questionários para aplicar o DT.

Por fim, no capítulo 5, estão as considerações finais, em que estão as análises e o grande potencial da proposta discutida, o que ela pode acrescentar ao dia a dia dos engenheiros e a grande diferença com relação a usabilidade dos equipamentos e, consequentemente, uma melhor gestão do tempo e esforço por parte dos engenheiros clínicos e técnicos de manutenção.

Figura 1 - Estrutura do trabalho

Fonte: autor, 2023

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, é exposto ao leitor os conceitos e definições de cada tópico abordado ao longo do trabalho relacionados à apresentação e problematização do tema estudado, tais como *Design Thinking*, Gestão da Qualidade, Ferramentas da Qualidade, Diagrama de Ishikawa e a Usabilidade dos Equipamentos Hospitalares.

2.1 *DESIGN THINKING*

De acordo com Linda Naiman (2019), este processo é como uma “tecnologia social que tem o potencial de fazer pela inovação exatamente o que a *Total Quality Management* (TQM) fez pela manufatura: liberar todas as energias criativas das pessoas, conquistar seu compromisso e melhorar radicalmente os processos”.

Segundo a mesma autora, “*Design Thinking* pode ser descrito como uma disciplina que usa a sensibilidade e os métodos do designer para atender às necessidades das pessoas com o que é tecnologicamente viável e que estratégia de negócios viável pode se converter em valor para o cliente e oportunidade de mercado”. (NAIMAN, 2019)

Com base em Brinkman (2023), o DT se concentra em compreender profundamente as necessidades e desejos dos usuários, a fim de criar soluções inovadoras e adaptáveis em um contexto de mudança constante. Além disso, o autor destaca que o DT envolve o uso de métodos e ferramentas interativas para criar soluções, incluindo a prototipagem rápida, a co-criação com usuários e a colaboração em equipe, destacando, principalmente, a importância da empatia, da criatividade e da experimentação na abordagem dessa metodologia.

Portanto, *Design Thinking* é um processo iterativo no qual busca entender o usuário, desafiar suposições e redefine problemas na tentativa de identificar estratégias e soluções alternativas que podem não ser imediatamente aparentes com o nível inicial de compreensão. Além disso, ele também fornece uma abordagem baseada em soluções para resolver problemas. É uma maneira de pensar e trabalhar, bem como uma coleção de métodos práticos. (FELDER, 2023)

O autor cita que o DT possui algumas fases, podendo ser trabalhada de quatro a sete fases, dependendo de quem esteja aplicando a abordagem. Porém, o mais comum é restringir esse número a cinco fases principais, seguindo o proposto

pelo Instituto Hasso-Plattner de Design em Stanford (2021), que está na vanguarda da aplicação e do ensino do *Design Thinking*.

A primeira fase é a empatia com os usuários, buscando compreender in loco se houve a existência de treinamentos e manuais de capacitação para os colaboradores envolvidos; a segunda é a definição das necessidades desses usuários, seus problemas e suas percepções; a terceira é a idealização, em que são criadas suposições e ideias para soluções inovadoras; a quarta é a fase da prototipação, que marca o início da criação de soluções propostas na fase anterior; e, por fim, a quinta fase, que é a fase de testes para comprovar a viabilidade das soluções desenvolvidas (DAM, SIANG, 2002)

2.2. GESTÃO DA QUALIDADE

De acordo com Hu Chen Liu et al (2023), gestão da qualidade é um campo de estudo e prática que se concentra na melhoria contínua dos processos, produtos e serviços de uma organização. O autor complementa que a gestão de qualidade muito bem implementada dentro de uma empresa, entrega melhores resultados em termos de desempenho, eficiência, produtividade e satisfação do cliente.

Além disso, a gestão da qualidade contribui para a obtenção de resultados sustentáveis, de modo que não considere apenas a eficácia dos produtos e processos, mas também a responsabilidade social e ambiental das organizações. Utilizando essa abordagem integrada, torna-se possível que as empresas alcancem resultados de longo prazo, promovendo a sustentabilidade em todas as operações. (AMURAO, 2023).

Por fim, segundo a autora Myeda (2023), a implementação de sistemas de gestão da qualidade possuem, de forma consistente, um impacto positivo nos processos, gerando melhorias no desempenho e na eficiência.

Em resumo, Amurao (2023) destaca que a gestão da qualidade é essencial para alcançar resultados sustentáveis, considerando não apenas a eficácia dos produtos e processos, mas também a responsabilidade social e ambiental. Essa abordagem integrada permite que as empresas promovam a sustentabilidade em todas as suas operações, garantindo resultados a longo prazo.

2.3. FERRAMENTA DA QUALIDADE

Segundo Barsalou (2023), ferramentas da qualidade são técnicas e métodos usados para medir, monitorar e melhorar a qualidade dos serviços de saúde, com o objetivo de alcançar a melhoria contínua. Os autores também falam que essas ferramentas são importantes para auxiliar na gestão dos serviços de saúde, identificando problemas e oportunidades de melhoria que, quando adequadamente gerenciados, podem levar a melhores resultados para pacientes e profissionais de saúde.

O autor McDermott (2023), complementa que as ferramentas são de fundamental importância para identificar e solucionar problemas, além de serem essenciais para a implementação de um programa de melhoria da qualidade bem-sucedido em uma organização.

Ademais, essas técnicas nada mais são do que instrumentos e métodos utilizados para analisar problemas relacionados à qualidade de processos e produtos. Elas incluem, por exemplo, a análise de Pareto, o gráfico de controle e o Diagrama de Ishikawa (ou diagrama causa e efeito), que será utilizado neste trabalho. (MCDERMOTT, 2023)

As ferramentas da qualidade são instrumentos que permitem a melhoria contínua dos processos produtivos e da qualidade dos produtos e serviços oferecidos por uma organização. Segundo Cunha (2023), as ferramentas da qualidade possuem diversas categorias como, planejamento da qualidade, controle estatístico do processo, análise de sistemas de medição, análise de modo e efeito de falhas, análise de sistemas produtivos e melhoria contínua. Cada uma dessas categorias é composta por várias ferramentas específicas que são aplicadas em diferentes etapas do processo produtivo.

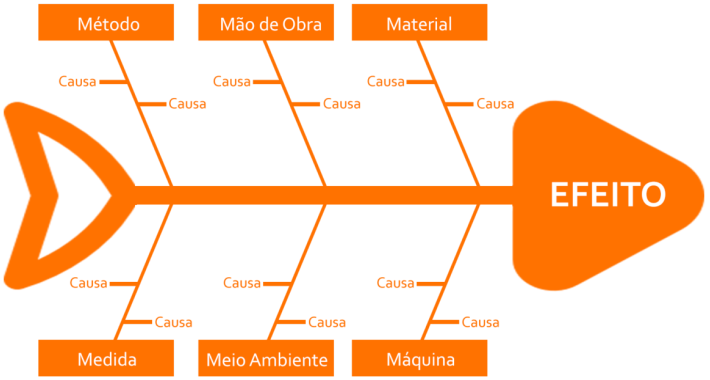
Essas ferramentas da qualidade são técnicas que visam aprimorar a qualidade dos produtos e serviços oferecidos por uma empresa, por meio da identificação e solução de problemas que afetam a satisfação do cliente (CHOKKALINGAM, 2022).

2.4. DIAGRAMA DE ISHIKAWA

O diagrama causa e efeito ou diagrama espinha de peixe se baseia no encontro das causas que podem estar gerando determinados problemas dentro de um processo ou sistema. Ela foi criada por Kaoru Ishikawa na década de 60 e possui um método de análise que divide problemas complexos em problemas menores, mais simples de serem estudados e solucionados. É muito útil no contexto de desenvolvimento de software, já que problemas recorrentes podem ser identificados e solucionados por meio da análise das causas que os geram. (CHOKKALINGAM, 2022).

O autor Barsalou (2023) complementa que o diagrama de Ishikawa é uma técnica de análise de causa e efeito que permite identificar os fatores que contribuem para um resultado ou problema específico. Ele destaca que pode ser utilizado em diversas áreas como, saúde e educação, para melhorar a qualidade e efetividade dos serviços prestados. É uma ferramenta da qualidade que utiliza seis parâmetros que são levados em consideração para analisar um problema e suas possíveis causas, mais conhecidos como 6M's: Máquina, Materiais, Mão de obra, Meio ambiente, Método, Medidas. Isso pode ser observado na figura 3.

Figura 2 - Representação do Diagrama de Ishikawa



Fonte: Fundação Estudar (2022)

De acordo com Magistretti (2023), o processo de Design Thinking inclui diversas etapas. A primeira etapa é a de compreensão do problema, na qual é feita uma análise detalhada do problema a ser resolvido, buscando entender as

necessidades dos usuários e as restrições do contexto. A segunda etapa é a ideação, na qual são geradas diversas ideias para solucionar o problema identificado, sem julgamento ou filtro, buscando a diversidade e quantidade de ideias. A terceira etapa é a de prototipação, na qual os conceitos gerados na fase anterior são transformados em protótipos tangíveis, que permitem validar a solução proposta e testar sua eficácia. Por fim, na fase de teste, os protótipos são testados com os usuários finais para validar se a solução proposta atende às necessidades e expectativas.

2.5. USABILIDADE DE EQUIPAMENTOS HOSPITALARES

Os equipamentos hospitalares estão cada vez mais tecnológicos e eficientes nos cuidados com os pacientes, de modo que seja possível buscar mais possibilidades de tratamento e capacidades de diagnóstico. Em contrapartida, esse avanço tecnológico também atinge os usuários, já que a usabilidade desses equipamentos se torna mais difícil, pois em alguns casos a interface de operadores são mal concebidas e difíceis de usar, gerando um mau uso desses equipamentos e riscos aos pacientes. (MENDONÇA, ANDRADE, 2014).

Segundo o mesmo autor, a usabilidade é o conceito utilizado para descrever a qualidade da interação de uma interface diante de seus operadores. De acordo com a própria norma ABNT NBR IEC 62366 de 2016, a usabilidade pode ser definida como: “características das interfaces operador-equipamento que estabelece eficácia, eficiência, facilidade de aprendizagem do operador e satisfação do operador.”

Desta forma, a eficácia representa a acurácia e completude com as quais usuários alcançam objetivos específicos. Eficiência relaciona os recursos gastos em comparação à acurácia e abrangência com que os usuários atingem os objetivos. A satisfação do operador é a ausência do desconforto e atitudes positivas com relação ao uso do produto. Por fim, temos o contexto de uso, que leva em consideração os usuários, as tarefas e o ambiente físico e social (CALDEIRA, 2017).

A falta de envolvimento dos usuários no desenvolvimento de equipamentos médicos afeta a qualidade dos resultados clínicos (GREBIN, 2018). O autor afirma que profissionais os quais operam estes equipamentos não conseguem acompanhar o rápido avanço tecnológico com que esses dispositivos são

desenvolvidos. Isso gera uma certa insegurança por falta de orientação correta quanto ao uso adequado de cada equipamento, podendo gerar riscos a eles próprios e, principalmente, aos pacientes.

Portanto, a usabilidade de equipamentos hospitalares pode ser definida como a capacidade de um equipamento em ser utilizado de forma eficiente, eficaz e satisfatória pelos usuários em um ambiente hospitalar (BRANDÃO et al., 2022). A facilidade de uso de um equipamento médico também é um aspecto importante da usabilidade, considerando a interface do usuário, a ergonomia e a segurança do paciente (YILDIZ et al., 2023).

Além disso, a habilidade e experiência prévia dos usuários também são fatores relevantes na avaliação da usabilidade de equipamentos hospitalares. Dessa forma, a consideração desses aspectos pode contribuir para a melhoria da segurança e eficiência no ambiente hospitalar. A implementação de boas práticas de usabilidade em equipamentos hospitalares pode, portanto, aumentar a satisfação dos usuários e prevenir eventos adversos, impactando positivamente na qualidade dos serviços prestados pela equipe de saúde (ROSAS-PAREDES et al., 2021).

Na sequência será apresentado o próximo capítulo, que trata da metodologia e explica detalhadamente o que foi feito para a realização do trabalho e aplicação do DT.

3. METODOLOGIA

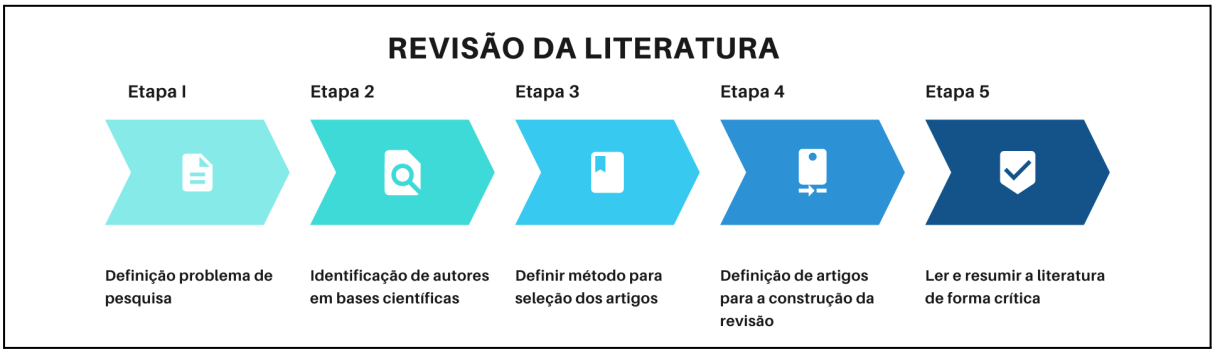
O objetivo deste capítulo é explicar a metodologia utilizada no trabalho, apresentando todo o fluxo montado para, ao final, ser possível identificar as principais causas que geram a problemática abordada por esse trabalho.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de uma pesquisa exploratória e qualitativa. Foram analisados materiais nas plataformas Google Acadêmico, *SciELO, Scopus* e *Web Of Science*, que possuíssem data de publicação a partir de 2015, havendo apenas três exceções, que foram trabalhos publicados em 2014 e

um em 2008, mas que as informações presentes neles conduziram conhecimentos relevantes para esta pesquisa.

Figura 3 - Etapas da metodologia



Fonte: autor, 2023

Este trabalho também se trata de uma pesquisa descritiva, pois ele busca descrever o fluxo e os processos necessários para a aplicação de um determinado método, que nesse caso se trata do *Design Thinking,* detalhando os passos imprescindíveis durante a aplicabilidade em um estabelecimento de saúde.

Com a seleção dos diversos tipos de materiais como, artigos científicos, Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) e artigos bibliográficos, tanto nacionais quanto internacionais, tratando de cinco temas, que são a base deste trabalho: *Design Thinking*, Usabilidade de Equipamentos Médicos, Diagrama de Ishikawa, Ferramentas da Qualidade e a aplicação do *Design Thinking* em problemáticas presentes na área da saúde, este último sendo mais direcionado a questões voltadas ao segundo tema, a usabilidade dos equipamentos hospitalares.

Houveram obstáculos em encontrar trabalhos que relacionassem a aplicação do *Design Thinking* com o desenvolvimento e melhorias de dispositivos médicos, tendo maior recorrência aqueles que abordaram os conceitos de DT em processos de atendimento dentro de um estabelecimento de saúde. Porém, todos foram de fundamental importância para a construção deste trabalho.

Quadro 1 - Resultados das buscas de artigos nas bases de dados

Base de dados	**Combinação de palavras pesquisadas**	**Filtros**	**Quantidade de estudos encontrados**	**Quantidade de estudos selecionados**
Web of Science	"*Design Thinking*" AND "*Ishikawa diagram*"	>2015	5	0

Web of Science	“design thinking” AND “medical equipment” AND “quality tools”	>2015	5	1
Web of Science	“medical equipment” AND “Ishikawa diagram”	>2015	5	0
Web of Science	“medical equipment” AND “design thinking”	>2015	129	2
Scielo	“usability” AND “medical equipment”	>2014	133	5

Fonte: autor, 2023

Além desses artigos selecionados, também foram escolhidos mais alguns muito importantes para o andamento do trabalho, como mostra a tabela abaixo:

Quadro 2 - Principais artigos selecionados para a pesquisa

Autores/ano	**Título**	**Periódico**	**País**
Oliveira *et al*. (2020)	Usabilidade de bombas de infusão volumétricas em terapia intensiva pediátrica	Scielo	Brasil
Mendonça *et al*. (2014)	Detecção de problemas de usabilidade em um monitor multiparamétrico através de avaliação heurística	Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica (CBEB)	Brasil
Altman *et al*. (2018)	Design Thinking in Health Care	Web of Science	Estados Unidos
Cankurtaran e Beverland (2020)	Using Design Thinking to respond to crises: B2B lessons from the 2020 COVID-19 pandemic	Web of Science	Reino Unido
Grebin *et al*. (2018)	Estratégia de análise para avaliação da usabilidade de dispositivos médicos na	Scielo	Brasil

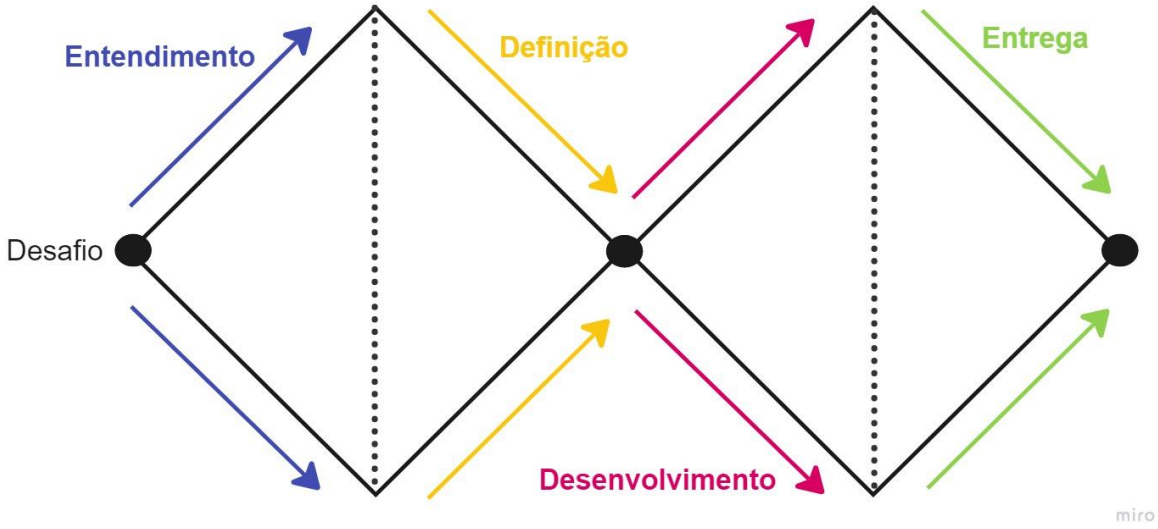
	percepção do usuário: um estudo com pacientes em tratamento de hemodiálise		

Fonte: autor, 2023

3.2. POPULAÇÃO E AMOSTRA

Após revisão literária de artigos e trabalhos científicos, foi idealizado a aplicação do Design Thinking em hospitais, considerando que o estabelecimento possuísse uma equipe de Engenharia Clínica (EC) ou apenas de manutenção dos equipamentos médicos. Primeiramente, foi analisada toda a problemática seguindo o conceito do duplo diamante, que está representado na imagem abaixo.

Figura 4 - Etapas do Design Thinking



Fonte: adaptado de Gabriel Pera (2021)

Segundo Caulliraux et al. (2020), o Duplo Diamante é uma abordagem de design thinking que propõe um processo de quatro etapas: Descoberta (Entendimento), Definição, Desenvolvimento e Entrega. Essa abordagem é baseada em ciclos de divergência e convergência, com o objetivo de gerar ideias inovadoras e soluções efetivas para problemas complexos.

Além disso, Serio et al (2023) destacam que o conceito de Duplo Diamante foi originalmente proposto pelo Design Council do Reino Unido em 2004, como uma metodologia para estimular a inovação e a criatividade. Desde então, essa

abordagem tem sido amplamente adotada em diversos setores, como o empresarial, governamental e educacional.

Por fim, Pyykko et al. (2021) define que o Duplo Diamante tem sido uma abordagem cada vez mais popular em empresas de tecnologia e startups, que buscam soluções inovadoras para problemas complexos. Essa metodologia permite que as equipes de design e inovação experimentem diferentes abordagens e perspectivas, e terem seus processos de criação para chegar a soluções mais efetivas.

3.3. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados é definida por Annica Lau (2023) como o processo de obtenção de dados e informações relevantes para um determinado fim, sendo, nesse caso, para o desenvolvimento do trabalho. Partindo deste princípio e do desafio da má usabilidade dos equipamentos médicos, dá início a etapa de compreensão, em que se percebe quais fatores geram essa problemática da má usabilidade.

Depois disso, parte-se para a segunda etapa, que seria a definição dos fatores que mais influenciam na ocorrência da problemática. Por fim, na etapa de desenvolvimento são montadas algumas possíveis soluções para minimizar o problema em questão. A última etapa da entrega não foi colocada em prática neste trabalho, deixando aberta a possibilidade de ser trabalhada em projetos futuros.

O fluxo foi dividido em 4 macro subdivisões: entrevista com os colaboradores responsáveis pelo gerenciamento e manutenção do parque tecnológico do hospital; entrevista com os colaboradores responsáveis pelo manuseio dos equipamentos hospitalares; identificação dos problemas mais relatados pelos entrevistados; e, por fim, criação da solução para melhorar a usabilidade dos equipamentos com base no feedback dos colaboradores.

Os três primeiros possuem o objetivo de satisfazer a primeira (Entendimento) e a segunda etapa (Definição) do duplo diamante, proposto segundo Houghton (2019), que é entender tanto a visão dos colaboradores que manuseiam os equipamentos, como também a percepção dos colaboradores que gerenciam esses equipamentos, a fim de avaliar quais motivos podem estar gerando a má

usabilidade e tentando identificar os principais pontos que desencadeiam esse problema.

Já na última parte do fluxo, que é a criação de uma solução viável para minimizar o problema, está de acordo com a terceira etapa (Desenvolvimento) do duplo diamante. Nessa última fase ocorrerá um brainstorming de ideias e será elencado pontos de melhorias com base no feedback das fases anteriores, de modo que as opiniões e visões dos colaboradores sejam centralizadas e colocadas como prioridade, principalmente a dos colaboradores que manuseiam os equipamentos, pois estes são os que, de fato, sentem dificuldade ao manusear um equipamento médico.

Para a entrevista com os colaboradores, foram criados dois questionários diferentes, o primeiro direcionado aos colaboradores do setor de Engenharia Clínica/Manutenção e o segundo questionário para os usuários dos equipamentos.

O segundo foi desenvolvido com perguntas um pouco mais profundas e focadas na identificação das reais dificuldades que os colaboradores enfrentam diariamente durante o uso dos equipamentos hospitalares que eles têm contato. O objetivo é entender todas as perspectivas possíveis que podem estar gerando as situações de má usabilidade dos equipamentos.

Após finalizar as entrevistas, parte-se para a próxima etapa, a análise dos dados para identificar padrões e prioridades, de modo que possamos elencar os equipamentos presentes em cada setor, com quais ocorrem mais problemas e, principalmente, quais são esses problemas.

Com isso, podemos avaliar quais problemas possuem embasamento técnico e quais foram apenas problemas relatados por falta de conhecimento necessário por parte dos usuários. Possuindo todas estas informações, foi possível criar uma lista de prioridades desses problemas frequentes, seja por setor, por equipamento e, até mesmo, por defeito relatado. A partir de toda análise, conduziu-se o desenvolvimento de um plano de ação para cada cenário percebido.

Para analisar os dados de maneira mais simples, a ideia é que seja utilizado o Diagrama de Ishikawa, com o objetivo de fragmentar os problemas identificados em problemas menores. Avaliando estes problemas do ponto de vista de cada “M” do diagrama, é possível identificar onde estão ocorrendo os gargalos que geram o problema central da má usabilidade dos equipamentos hospitalares.

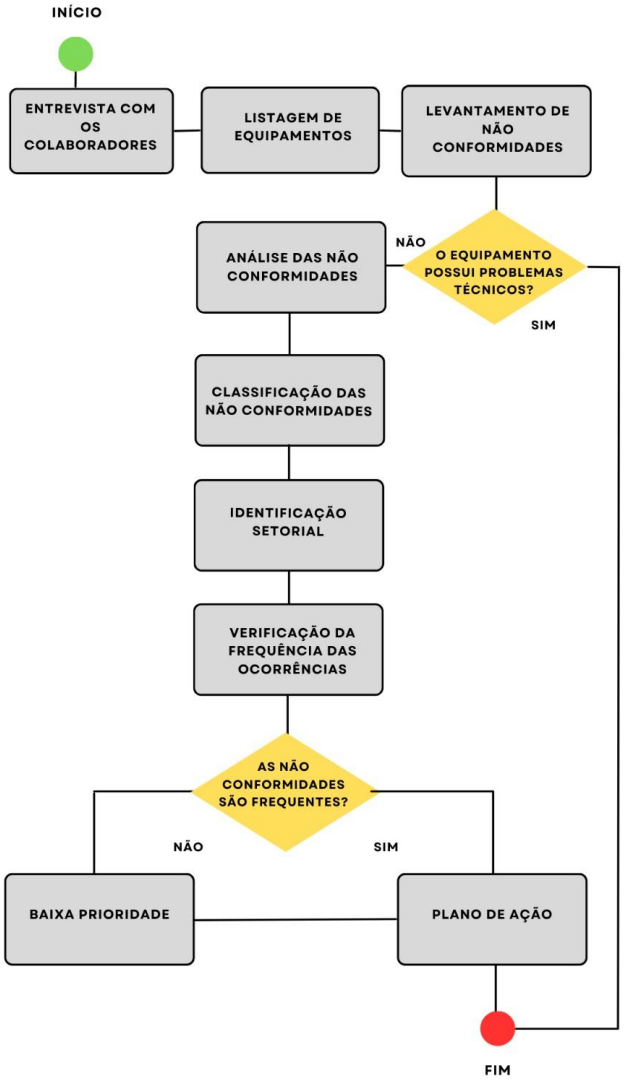
Na sequência será apresentado o próximo capítulo, que trata dos resultados e discussão, mostrando detalhadamente os resultados alcançados ao final da realização de todo o trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. MAPEAMENTO E ANÁLISE

Após análise e avaliação, um fluxo potencial de aplicação do Design Thinking em um hospital foi desenvolvido, contemplando etapas de imersão no contexto hospitalar, ideação de soluções, prototipagem e teste, visando aprimorar processos e serviços para atender às necessidades dos pacientes e funcionários. Como está representado na figura 2.

Figura 5 - Fluxograma do processo de aplicação do Design Thinking em hospital



Fonte: autor, 2023

Além disso, aqui também estão representados os dois questionários desenvolvidos com o intuito de compreender a realidade do hospital de duas perspectivas, uma com a visão dos profissionais de manutenção e engenharia clínica; e a outra com a visão dos profissionais que manuseiam diariamente os equipamentos médicos, como enfermeiros, técnicos e médicos. É possível observá-las na tabela 1:

Tabela 1 - Perguntas direcionadas para os técnicos e engenheiros do estabelecimento de saúde

Pergunta 1	Informações pessoais (Nome, CPF, Cargo…);
Pergunta 2	Qual a frequência de manutenções corretivas realizadas no estabelecimento?
Pergunta 3	É comum o recebimento de alarmes falsos? (reclamação de equipamento com problema, mas sem realmente possuir defeitos)
Pergunta 4	Qual a taxa de alarmes falsos recebidos por mês?
Pergunta 5	Já realizaram alguma capacitação/treinamento com as equipes responsáveis pela utilização dos equipamentos?
Pergunta 6	Qual(is) setor(es) mais enviam equipamentos para manutenção?
Pergunta 7	Quais equipamentos passam por manutenção com maior frequência?

Fonte: autor, 2023

Tabela 2 - Perguntas direcionadas aos usuários dos equipamentos hospitalares

Pergunta 1	Informações pessoais (Nome, CPF, Cargo…)
Pergunta 2	Qual setor atua?
Pergunta 3	Quais equipamentos você mais manuseia ao longo do dia?
Pergunta 4	Sente alguma dificuldade em manusear determinados equipamentos? Se sim, quais?

Pergunta 5	Acha que seria importante se fosse oferecido um treinamento sobre como manusear os equipamentos do seu setor?
Pergunta 6	De 0 a 10, o quanto você se sente capacitado(a) para manusear os equipamentos no dia a dia?

Fonte: autor, 2023

4.2. FUNDAMENTAÇÕES DO QUESTIONÁRIO

Analisando a tabela 1 (questionário para os colaboradores), há 7 perguntas voltadas aos técnicos e engenheiros. Logo abaixo está descrito o objetivo de utilização de cada uma.

- Pergunta 1: obter informações específicas de cada colaborador para poder identificá-los. Conseguir ter dados únicos desses profissionais e, se possível, realizar análises com relação à profissão e aos cargos presentes no estabelecimento.
- Pergunta 2: verificar a frequência da ocorrência de ordens de serviço, principalmente manutenções corretivas. Importante também para ter noção da quantidade de chamados durante um mês. Sabendo disso, é possível realizar comparativos com os meses seguintes pós aplicação da metodologia.
- Pergunta 3: entender a realidade dos chamados com relação à urgência deles, se é comum ou não a ocorrência de falsos chamados. Tendo noção da urgência de cada setor, é possível traçar estratégias mais direcionadas a setores específicos.
- Pergunta 4: metrificar os chamados falsos, caso ocorram. Saber a porcentagem dessas ocorrências para compreender o impacto que podem estar gerando. Quanto maior a porcentagem de falsos chamados, mais crítica é a situação do estabelecimento, pois representa uma significativa perda de tempo e esforço com problemáticas não urgentes.
- Pergunta 5: buscar saber o nível de capacitação que está sendo entregue aos colaboradores que manuseiam os equipamentos, se estão realizando treinamentos periódicos e como a equipe de EC lida com determinadas imperícias destes colaboradores. Importantíssimo para identificar a real

competência e priorização dada pela equipe de EC para ensinar os usuários a utilizarem corretamente os equipamentos médicos.

- Pergunta 6: identificar quais são os setores que mais geram chamados, no intuito de elencar os setores mais prioritários com relação ao problema da imperícia;
- Pergunta 7: realizar um ranking dos aparelhos que mais geram chamados para, posteriormente, ser possível desenvolver um processo de priorização de análise de cada um desses equipamentos. Buscar entender os motivos que levam esses equipamentos a estarem tão presentes nas ordens de serviço e, a partir disso, desenvolver uma lista de prioridade para aplicar estratégias voltadas a estes equipamentos específicos.

Agora, passando para a análise da tabela 2 (questionário para os usuários dos equipamentos), em que possui 6 perguntas direcionadas aos colaboradores que manuseiam os equipamentos, temos os seguintes objetivos:

- Pergunta 1: obter informações específicas de cada colaborador para poder identificá-los. Conseguir ter dados únicos desses profissionais e, se possível, realizar análises com relação à profissão e aos cargos presentes no estabelecimento.
- Pergunta 2: localizar o setor a qual o colaborador faz parte para fazer um levantamento setorial com relação aos falsos chamados.
- Pergunta 3: ter noção de quais equipamentos são mais utilizados por cada colaborador dentro de cada setor para compreender com qual equipamento os colaboradores possuem mais prática e experiência quanto ao manuseio, sendo possível até segmentar por marca e modelo.
- Pergunta 4: aprofundar-se nas dores do colaborador, tentando entender o que dificulta seu trabalho no dia a dia quanto a usabilidade dos equipamentos. Explorar suas incompetências, dificuldades e incapacidades para aperfeiçoar esses pontos fracos.
- Pergunta 5: perceber a real necessidade de um treinamento dentro de determinado setor para uma equipe específica sobre algum equipamento presente naquela localidade;
- Pergunta 6: medir realmente a confiança do colaborador quanto ao uso dos equipamentos. Identificar se o colaborador está totalmente seguro durante o

manuseio dos equipamentos ou se surge algumas dúvidas em determinados momentos.

Com base na proposta metodológica, a partir da aplicação do *Design Thinking*, segundo a autora Naiman (2019), o potencial de mudanças estabelecidas com essa metodologia se assemelha ao uso da Gestão da Qualidade Total em operações e processos dentro de empresas. Além disso, ela também fala que essa estratégia vai de encontro a sensibilidade e empatia de quem a aplica, o que é perceptível ao analisar o objetivo de cada pergunta desenvolvida neste tópico.

De acordo com a abordagem que o autor Caulliraux (2020) cita sobre o processo do duplo diamante, é possível analisarmos as 4 fases deste processo (Descoberta, Definição, Desenvolvimento e Entrega) ao visualizar o fluxograma presente ao final deste trabalho, mostrando as possibilidades de etapas que devem ser atendidas ao aplicar o DT em um estabelecimento de saúde, de modo que os questionários também estejam incluídos no fluxo de processos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o propósito global desta pesquisa, que consiste em utilizar o método de Design Thinking como uma ferramenta para identificar as causas subjacentes aos chamados falsos feitos pelos usuários de equipamentos hospitalares, torna-se primordial enfatizar a importância de ajustar e adaptar a estratégia proposta a cada estabelecimento, ambiente, infraestrutura e equipe envolvida.

A aplicação do Design Thinking precisa ser simplificada e eficaz, levando em consideração as peculiaridades de cada contexto, a fim de alcançar os melhores resultados a curto, médio e longo prazo. Essa abordagem personalizada desempenha um papel fundamental na direcionamento adequado das soluções propostas, levando em consideração as particularidades de cada instituição de saúde e suas respectivas necessidades.

Para reduzir os falsos chamados no setor de EC de uma instituição de saúde, é crucial elaborar um plano consistente de aplicação do Design Thinking. Isso envolve considerar os aspectos técnicos, operacionais, necessidades dos usuários

e interação entre a equipe de saúde e os pacientes. A implementação requer uma análise detalhada do contexto para identificar desafios. Com uma abordagem adaptada, é possível alcançar a redução desejada, trazendo melhorias significativas para o setor de EC e para a instituição de saúde como um todo.

Antes de tudo, foi realizada a revisão de literatura para descobrir possíveis modos de se aplicar o DT em um hospital. Com esse objetivo específico atingido, tornou-se mais simples pensar em uma provável aplicação para ser apresentada neste trabalho.

Por fim, pode ser concluído que apesar da pesquisa ter tido limitações como a falta de tempo para aplicar em algum estabelecimento, é um método que possui um grande potencial para a saúde, pois ele consegue penetrar e extrair muito bem a causa raiz da problemática apresentada.

A vantagem do Design Thinking é que ele pode ser utilizado em qualquer setor com o objetivo de melhorar qualquer processo, principalmente dentro de um estabelecimento de saúde, em que o primordial é o bem estar das pessoas. O DT vai atuar diretamente com a empatia de compreender profundamente o que as pessoas sentem e suas opiniões sobre determinada dor, nesse caso, a dificuldade quanto ao uso dos equipamentos médicos. É uma estratégia muito interessante, pois ela vai na causa raiz do problema.

REFERÊNCIAS

1. ABNT NBR IEC 62366: Design de Interação Humano-Sistema para Dispositivos Médicos (2016).
2. ALTMAN, Myra; HUANG, Terry; BRELAND, Jessica. Design Thinking in Health Care. **Jornal CDC,** n. 15, E117, Setembro, 2018.
3. AMURAO M.; GRESS D. A. et al (2023). Quality management, quality assurance, and quality control in medical physics. Disponível em: <https://aapm-onlinelibrary-wiley.ez18.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1002/acm2.13885>. doi: https://doi-org.ez18.periodicos.capes.gov.br/10.1002/acm2.13885

4. BARSALOU, M.; STARZYNSKA, B. (2023). A new Method for formulating a strong hypothesis in RCA. Disponível em: <http://ijqr.net/journal/v17-n1/6.pdf>. Acesso em: 30 mai. de 2023.
5. BRAGA, F. et al. (2023). Quality management in the COVID-19 pandemic: nursing action plan. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reben/a/wmhZ6h7gfWs6bQ8xG3HLgWC/?lang=en>. Acesso em: 30 mai. de 2023.
6. BRANDÃO, M. R.; GARCIA, R. (2022). Revisão Rápida da Aplicação de Técnicas de Usabilidade em Equipamentos Médicos. XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, p. 2091-2097. Disponível em: <https://www-webofscience.ez18.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/full-record/WOS:000871993700304>. Acesso em: 01 jun. 2023.
7. BRINKMAN, G. et al. (2023). Making way for design thinking in the public sector: a taxonomy of strategies. Disponível em: <https://www-tandfonline.ez18.periodicos.capes.gov.br/doi/epdf/10.1080/25741292.2023.2199958?needAccess=true&role=button>. Acesso em: 15 abr. 2023.
8. CALDEIRA, Fernanda. **AVALIAÇÃO SITUADA DE USABILIDADE DE BOMBAS INFUSORAS EM UMA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA.** 2017. 85p. Tese (Mestrado em Enfermagem) - Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
9. CANKURTARAN, Pinar; BEVERLAND, Michael B. . Using design thinking to respond to crises: B2B lessons from the 2020 COVID-19 pandemic. **Jornal Elsevier,** p. 255-260, 2020.
10. CAULLIRAUX, A.; BASTOS, D. et al. (2020). Organizational optimization through the double diamond - applying interdisciplinarity. Disponível em: <https://bjopm.org.br/bjopm/article/view/917>. Acesso em: 03 jun. 2023.
11. CHOKKALINGAM, B. et al. (2022). Identification of the Root Causes for Blowhole Defect in Castings Using Quantitative Risk Ishikawa Diagrams. Disponível em: <https://www-worldscientific-com.ez18.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1142/S0219686722500081>. Acesso em: 30 de mai. 2023.
12. CUNHA, A. et al. (2023). Ferramentas de gestão da qualidade aplicadas à dispensação de medicamentos em farmácia hospitalar: uma scoping review.

Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez18.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1551741122004107?via%3Dihub1>. Acesso em: 02 jun. 2023.

13. DAM, Rikke; SIANG, Teo. What is Design Thinking and Why Is It So Popular?. **Interaction Design Foundation.** Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/article/what-is-design-thinking-and-why-is-it-so-popular>. Acesso em: 01 dez. 2021.
14. FELDER, M. et al. (2023). From ‘if only’ to ‘what if’: An ethnographic study into design thinking and organizational change. Acesso em: 15 abr. 2023.
15. GREBIN, Sabrina; ECHEVESTE, Márcia; MAGNAGO, Patrícia; TANURE, Raffaela; PULGATI, Fernando. Estratégia de análise para avaliação da usabilidade de dispositivos médicos na percepção do usuário: um estudo com pacientes em tratamento de hemodiálise. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/v7kxZ4tJZKjGj4GqpFqYBss/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2021.
16. LAU A.; BRATBY M. (2023). Collecting Qualitative Data Via Video Statements in the Digital Era. Disponível em: <https://www-tandfonline.ez18.periodicos.capes.gov.br/doi/epdf/10.1080/10301763.2023.2209923?needAccess=true&role=button>. Acesso em: 08 jun. 2023.
17. LIU, C. et al. (2023). Research on Interdisciplinary Design Thinking and Methods Based on Programmable Mechanical Metamaterials. Acesso em: 15 abr. 2023.
18. LIU H.; LIU R. (2023). From total quality management to Quality 4.0: A systematic literature review and future research agenda. Disponível em: <https://link-springer-com.ez18.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s42524-022-0243-z>. p. 191-205.
19. MAGISTRETTI, S. et al. (2023) Design Thinking for Organizational Innovation at PepsiCo. Disponível em: <https://journals-sagepub-com.ez18.periodicos.capes.gov.br/doi/epub/10.1177/00081256231170421>. Acesso em: 15 abr. 2023.
20. MCDERMOTT, O. et al. (2023). The use and application of the 7 new quality control tools in the manufacturing sector: a global study. Disponível em:

<https://www-emerald.ez18.periodicos.capes.gov.br/insight/content/doi/10.1108/TQM-06-2022-0186/full/html>. Acesso em: 02 jun. 2023.

21. MENDONÇA, G. S.; ANDRADE, A. O.; PEREIRA, A. A.; MILAGRE, S. T. . **DETECÇÃO DE PROBLEMAS DE USABILIDADE EM UM MONITOR MULTIPARAMÉTRICO ATRAVÉS DE AVALIAÇÃO HEURÍSTICA**. *In:* **Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica,** XXIV, 2014, Uberlândia. Artigo científico, p. 1636-1639.
22. MYEDA N. E. et al. (2023). Adopting quality management (QM) principles in managing facilities management service delivery. Disponível em: <https://www-emerald.ez18.periodicos.capes.gov.br/insight/content/doi/10.1108/IJQRM-08-2022-0253/full/html>. Acesso em: 03 jun. 2023.
23. NAIMAN, Linda. Design Thinking as a Strategy for Innovation. **Creativity at Work.** Disponível em: <https://www.creativityatwork.com/design-thinking-strategy-for-innovation/>. Acesso em: 01 dez. 2021.
24. OLIVEIRA, Elizandra; SILVA, Roberto; ARRUDA, Gustavo; OLIVEIRA, Regina. Usabilidade de bombas de infusão volumétricas em terapia intensiva pediátrica. **Revista da Escola de Enfermagem da USP.** n. 55, 2020.
25. OLIVEIRA, Elson; SILVA, Roberto; SOARES, Tânia; CARVALHO, Marglory; AMORIM, Ana Paula; MARQUES, Juliana. **AVALIAÇÃO SITUADA DE USABILIDADE DE BOMBAS DE INFUSÃO: UM ESTUDO SOBRE A SATISFAÇÃO DE USUÁRIOS E AS IMPLICAÇÕES PARA A SEGURANÇA DO PACIENTE EM TERAPIA DE INFUSÃO INTRAVENOSA CONTÍNUA NA UTI.** *In:* **Simpósio Internacional de Enfermagem em Terapia Intensiva,** III, 2017, Porto Alegre. Anais. ABENTI, 2017. p. 23-24.
26. PYYKKO, H.; SUOHEIMO, M.; WALTER, S. Approaching Sustainability Transition in Supply Chains as a Wicked Problem: Systematic Literature Review in Light of the Evolved Double Diamond Design Process Model. Disponível em: <https://www-webofscience.ez18.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/full-record/WOS:000737318400001>. Acesso em: 03 jun. 2023.
27. Reyes, I.I., Mendoza Franco, G.A., Rodríguez Morales, Á.L. (2020). A Guide to Drive Medical Devices Development Through Human Factors Inclusion: Building a Value Proposition for Local Projects. In: Lightner, N., Kalra, J. (eds)

Advances in Human Factors and Ergonomics in Healthcare and Medical Devices. AHFE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 957. Springer, Cham. https://doi-org.ez18.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-3-030-20451-8_24

28. ROSAS-PAREDES, K. et al. (2021). Usability and Learning Environment of a Virtual Reality Simulator for Laparoscopic Surgery Training. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, v. 12, p. 760-768.
29. SERIO, F.; TRAINI, E. et al. (2023). General Methodology for the Generation and Dissemination of Manufacturing Knowledge: A Case Study with the Double Diamond AM Knowledge Approach. Disponível em: <https://link-springer-com.ez18.periodicos.capes.gov.br/chapter/10.1007/978-3-031-25182-5_3>. Acesso em: 03 jun. 2023.
30. SILVA, Bárbara Dariano. **AVALIAÇÃO DE USABILIDADE SITUADA PARA APERFEIÇOAMENTO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS.** 2008. 90p. Tese (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
31. WERKEMA, M.C.C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.
32. YILDIZ, C. C. et al. (2023). The effect of personal protective equipment use on nurses' tendencies to make medical errors and types of their medical errors: a cross sectional study. Disponível em: <https://www-webofscience.ez18.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/full-record/WOS:000796457200001>. Acesso em: 01. jun 2023.