

CONTRIBUIÇÕES DO DESIGN NO CENÁRIO PANDÊMICO DA COVID-19: GESTÃO DE PROJETOS PARA PROFISSIONAIS DA SAÚDE

*DESIGN CONTRIBUTIONS IN THE COVID-19 PANDEMIC SCENARIO: PROJECT
MANAGEMENT FOR HEALTH PROFESSIONALS*

Eugenio A. D. Merino¹, Diogo Pontes Costa¹, Leonardo Braun¹, Cesar Nunes Giracca¹,
Susana Cristina Domenech², Alice Henrique dos Santos Sumar², Giselle S. A. D. Merino²

RESUMO:

A pandemia causada pelo novo Coronavírus, afetou a vida e alterou o cotidiano de praticamente todos os países, bem como sua população, e devido à alta taxa de transmissão, compreende-se que os profissionais da saúde, fazem parte do grupo de risco e são os mais vulneráveis devido à exposição diária a pacientes infectados. A COVID-19 foi a principal causa das hospitalizações e as intervenções nas vias aéreas dos pacientes são necessárias para a intubação e extubação orotraqueal dos pacientes. Durante a abordagem inicial deste procedimento as vias aéreas dos pacientes podem gerar gotículas de líquidos resultantes da fala ou tosse, em forma de aerossóis, os quais aumentam o risco de transmissão da COVID-19. Este artigo teve por objetivo relatar o processo desenvolvimento de uma caixa Intubação e Extubação com abordagem do Design Centrado no Usuário. A pesquisa tem natureza aplicada, com abordagem qualitativa, objetivo exploratório e explicativo, e foi dividida em duas fases: Suporte teórico (1) e Desenvolvimento do Produto (2). Foi desenvolvida uma caixa de intubação e extubação, com suportes tecnológicos para levantamento criação, simulação e materialização, utilizando-se dos princípios do Design Centrado no Humano e da Ergonomia, com ênfase nos profissionais da saúde no contexto hospitalar. O produto se mostrou viável, pois proporcionou a postura corporal adequada dos profissionais da saúde e paciente, atendeu aos critérios e requisitos projetuais, e possibilitou um procedimento mais seguro.

PALAVRAS-CHAVE: DCU; Desenvolvimento do Produto; Caixa de Intubação e Extubação.

ABSTRACT:

The pandemic caused by novel Coronavirus has affected life and changed the daily life of practically all countries, as well as its population, and due to the high rate of transmission, it is understood that health professionals, are part of the risk group and are the most vulnerable due to daily exposure to infected patients. COVID-19 was the main cause of hospitalizations and interventions in the patients' airways are necessary for the intubation and orotracheal extubation of patients. During the initial approach of this procedure, the patient's airways may generate droplets of liquid resulting from speech or cough, in the form of aerosols, which increase the risk of transmission of COVID-19. This article aimed to report the process of developing an Intubation and Extubation box with a User-Centered Design approach. The research has an applied nature, with a qualitative approach, exploratory and explanatory objective, and was divided into two phases: Theoretical support (1) and Product Development (2). An intubation and extubation box were developed, with technological supports for survey, creation, simulation and materialization, using the principles of Human-Centered Design and Ergonomics, with an emphasis on health professionals in the hospital context. The product proved to be viable, as it provided the proper body posture for the healthcare professionals and patient, met the design criteria and requirements, and enable a safer procedure.

KEYWORDS: DCU; Product Development; Intubation and Extubation Box.

¹Universidade Federal de Santa Catarina

²Universidade do Estado de Santa Catarina

Fonte de Financiamento:
Identificar fomentos à Pesquisa - Agência de Fomento, Universidade, Empresa, Etc.

Conflito de Interesse:
Declarar potencial conflitos de interesse ou Declara não haver.

Submetido em: 28/03/2021
Aceito em: 08/03/2022

How to cite this article:

MERINO, E. A. D. et. al. Contribuições do design no cenário pandêmico da covid-19: gestão de projetos para profissionais da saúde. *Gestão & Tecnologia de Projetos*. São Carlos, v17, n2, 2022. [HTTPS://DOI.ORG/10.11606/GTP.V17I2.190995](https://doi.org/10.11606/gtp.v17i2.190995)



INTRODUÇÃO

A pandemia causada pelo Coronavírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave 2 (SARS-CoV-2) e os danos causados pela doença do Coronavírus (COVID-19), afetou a vida e alterou o comportamento social de praticamente todos os países do mundo. Em 24 de fevereiro de 2022, contabilizou o total (global) de 431.422.036 casos, com 5.928.470 mortes relatadas (OUR WORLD IN DATA, 2022).

Segundo dados levantados pelo Conselho Federal de Enfermagem (Cofen) Só no Brasil, até 01 de março de 2021 foram registrados mais de 484.081 mil profissionais infectados com aproximadamente 470 mortes, trazendo à tona uma série de problemas organizacionais nos ambientes hospitalares de combate e controle do vírus (CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2021). Devido à alta taxa de transmissão, entende-se que os Profissionais da Saúde fazem parte do grupo de risco e são os mais vulneráveis, pois estão em constante contato e expostos aos pacientes infectadas.

Em pesquisa com 1.257 profissionais da saúde realizada em 34 hospitais de atendimento a pacientes com COVID-19, em diversas regiões da China, Lai et al. (2020) identificaram que 50,4%, 44,6%, 34,0% e 71,5% dos participantes relataram sintomas de depressão, ansiedade, insônia e angústia, respectivamente. No contexto nacional, a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) levantou as condições de trabalhos desses profissionais com mais de 25 mil participantes, dos quais 43,2% relataram que não se sentem protegidos no contexto do trabalho de enfrentamento ao vírus, e o principal motivo, para 23% deles, está relacionado à falta, à escassez e à inadequação do uso de EPIs (LEONEL, 2021).

A COVID-19 foi a principal causa de hospitalizações e as intervenções nas vias aéreas dos pacientes são necessárias principalmente para a intubação orotraqueal (CAVALCANTE; DUTRA, 2020). De acordo com Cardoso et al. (2014) para a realização da intubação é necessário um profundo conhecimento teórico e prático da técnica, para evitar lesões no profissional da saúde e no paciente, decorrentes de uma manobra equivocada ou uso inadequado de algum produto.

Algumas dificuldades de uso do produto são relatadas durante a intubação, devido a variações congênicas da anatomia da cavidade bucal e das vias aéreas superiores de cada paciente (MATSUMOTO; CARVALHO, 2007; GÓMEZ-RÍOS et al., 2016). Kearsley (2020) identificou que no contexto da COVID-19, este procedimento necessitou de uma nova curva de aprendizagem, por conta da sua especificidade, visto que os profissionais da saúde ficam vulneráveis e propensos ao contágio. Cook et al., (2020) afirmam que medidas para proteção desses profissionais devem ser tomadas, mitigando a disseminação do vírus ao gerenciar vias aéreas dos pacientes, principalmente durante os procedimentos de intubação e extubação do paciente.

Para esses procedimentos, alguns produtos são necessários para garantir a segurança dos usuários envolvidos (profissionais da saúde e pacientes), como é o caso das Caixas de Intubação e Extubação, úteis para evitar a propagação do vírus, por meio da dispersão de aerossóis expelidos pelo paciente contaminado no ambiente. Foram identificados alguns projetos desenvolvidos desse produto em diferentes países (EVERINGTON, 2020; MANIAR; JAGANNATHAN, 2020; BAI et al., 2020), contudo, devido às medidas de isolamento necessárias para contenção do vírus, a sua produção, distribuição e entrega aos hospitais foram prejudicados, e em muitos casos, não haviam disponível para os profissionais da saúde.

O processo de desenvolvimento de produtos necessita de organização e sistematização, pois é uma tarefa complexa e dinâmica, da qual requer pesquisa, planejamento e controle dos processos, e envolve o trabalho de diversos profissionais (IIDA, 2005; BAXTER, 2011). Entende-se que o desenvolvimento dos produtos (e/serviços) tem como objetivo satisfazer as necessidades dos usuários envolvidos e as limitações do contexto (MERINO, 2016).

No entanto, quando isso ocorre de forma inadequada, sem considerar as características dos usuários e a situação do contexto (ou ambiente), aumentam os riscos de abandono ou “não uso” do produto. A fim de mitigar esse risco, torna-se necessário o uso de processos de desenvolvimento de produto que utilizem a abordagem do Design Centrado no Humano (DCH), pois, para NORMAN (2002) o DCH se baseia nas necessidades e interesses do usuário, buscando desenvolver produtos compreensíveis e de fácil de usar.

O DCH busca a resolução de problemas e coloca o usuário no centro de todo projeto, levando à aprendizagem direta com aqueles que utilizam o produto. Além disso, essa abordagem visa entender e especificar o contexto de uso e necessidades dos usuários; produzir soluções de design para atender aos requisitos dos usuários; e, avaliar os designs contra os requisitos (IDEO, 2015; ISO 2019). Para Giacomini (2014) o DCH enfatiza o uso de técnicas que comunicam, interagem e estimulam todos envolvidos, e tem como base teórica diferentes áreas, como por exemplo, a ergonomia (fatores humanos).

Nesse contexto, este artigo teve por **objetivo relatar o processo de desenvolvimento de uma Caixa de Intubação e Extubação com abordagem do Design Centrado no Humano**, para os profissionais da saúde de uma UTI COVID na região sul do Brasil.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Trata-se de um estudo de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e objetivo exploratório e explicativo (Gil, 2017). No que diz respeito aos procedimentos, foi organizada em duas fases, sendo: a fase 1 – Suporte Teórico, para melhor compreensão dos principais temas abordados; e a fase 2 – desenvolvimento do Produto (Figura 1).



Figura 1. Metodologia da Pesquisa

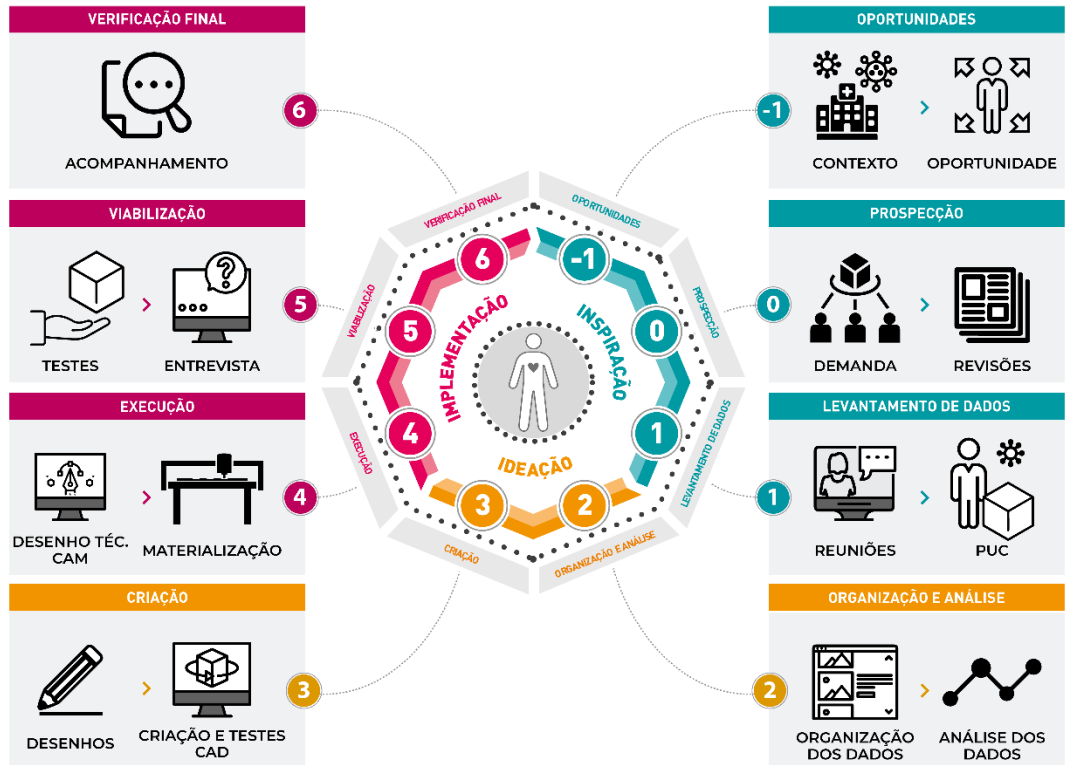
Fonte: Os autores.

PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS

Para a segunda fase (Prática), utilizou-se do Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP), que se divide em três momentos: Inspiração, Ideação e Implementação, subdivididas em 8 fases, conforme (Figura 2).

Figura 2. Momento e Fases do GODP.

Fonte: Adaptado de Merino (2016).



No primeiro momento (**Inspiração**), ocorreu a contextualização geral do projeto.

Na etapa -1 (oportunidade), a oportunidade surgiu em decorrências das medidas de distanciamento e isolamento que foram necessárias e adotadas, limitação da produção, dificuldades na distribuição e entrega, e principalmente disponibilidade desses equipamentos aos hospitais destinados ao combate COVID-19 foram prejudicados, tornando-se necessário o engajamento local dos mais diversos setores da sociedade, como empresas privadas e instituições públicas, dentre outras, no projeto e produção objetivando mitigar os riscos de contaminação dos profissionais de saúde, em especial durante a intubação e extubação de pacientes contaminados pelo SARS-CoV-2.

Com base nisto foi definida a problemática do projeto e realizadas duas revisões na etapa 0 (Prospecção), sendo a primeira de artigos em periódicos científicos e a segunda de patentes na base de dados do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), ambas com objetivo de levantar as pesquisas e os projetos de Caixa de Intubação e Extubação, identificando suas características dimensionais, formais, estruturais e seus materiais.

Na etapa 1 (Levantamento de dados), foram realizadas reuniões com os profissionais da saúde que realizam o procedimento de intubação e extubação orotraqueal, a fim de identificar as dificuldades encontradas nos produtos já utilizados, tendo como objetivo levantar necessidades e requisitos projetuais, também ocorreu o levantamento de dados das soluções já existente no mercado e dos projetos divulgados em periódicos científicos.

No segundo momento (**Ideação**), se inicia pela etapa 2 (Organização e Análise de dados), na qual foram organizadas e analisadas as informações coletadas, permitindo a definição dos requisitos e critérios projetuais. Na etapa 3 (criação), início do processo criativo, foram desenvolvidas as alternativas, que após aferição técnica, foi selecionada a alternativa que atendeu de melhor forma os critérios e requisitos projetuais.

Com isso, iniciou o terceiro momento (**Implementação**), sendo que na etapa 4 (Execução) foi construído um *mockup* para testes, confirmação da forma, dimensões e, posteriormente construído um protótipo funcional¹. Na etapa 5 (Viabilização), o protótipo funcional foi entregue aos profissionais de saúde, para testar e identificar os pontos frágeis e fortes do produto em relação aos critérios e requisitos projetuais indicados na etapa 2. Por fim, na etapa 6 (Verificação final), consistiu no acompanhamento do desempenho do produto durante o uso, com objetivo de identificar oportunidades de melhorias, refinamentos e durante os procedimentos.

Como forma de organizar e melhor visualizar o projeto, o GODP recomenda a utilização dos blocos de referência que permitem identificar e detalhar de forma clara precisa os três elementos básicos de todo projeto, sendo: Produto, Usuário e Contexto (Figura 3).

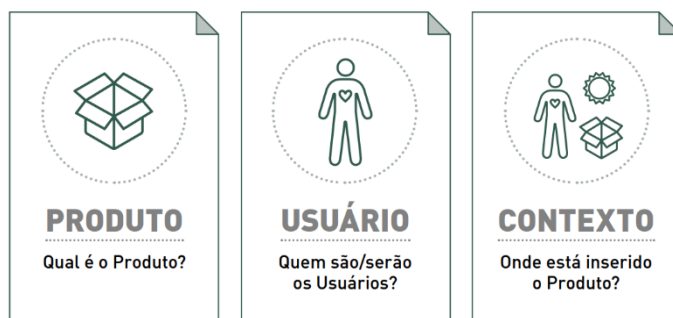


Figura 3. Blocos de referência PUC

Fonte: Merino (2016)

MATERIAIS

Foram utilizados softwares, recursos e equipamentos tecnológicos disponíveis Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD/LDU), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), conforme descrito na tabela 1.

SOFTWARE	FINALIDADE
<i>SolidWorks 3D</i>	Criação do objeto (produto) tridimensional virtual e do desenho técnico do equipamento.
<i>Makehuman</i>	Criação do Modelo Humano Paramétrico (MHD).
<i>Blender 3D</i>	Criação do ambiente virtual para simulação da interação entre usuário e produto.
<i>Microsoft Excel</i>	Organização e compilação dos dados.
<i>Zoom Meetings</i>	Reuniões online entre os agentes envolvidos no projeto.
Software RDWorks	Planificação, organização e aplicação dos parâmetros de cortes das partes da caixa na base de corte na CNC
<i>Illustrator</i>	Diagramação e ajustes das pranchas.
MATERIAIS	
EPIs	Equipamentos para proteção dos pesquisadores
Câmera Fotográfica	Registro fotográfico das etapas
Materiais de desenho	Criação e documentação dos desenhos
Equipamentos Corte	Corte dos tubos para montagem da estrutura da cadeira
Trenas	Aferição e conferência das medidas
Soprador Térmico	Auxiliar na curvatura do Acrílico
Quadro de vidro	Anotações e observações gerais do projeto

Tabela 1. Softwares, recursos e equipamentos tecnológicos utilizados no projeto

Fonte: Os autores.

¹ Entende-se protótipo como uma representação de todo ou parte de um sistema interativo que, embora limitado de alguma forma, pode ser usado para análise, design e avaliação (ISO, 2019)

MATERIAIS	
Placas cartonada	Materialização do Mockup
MDF 15mm	Montagem da estrutura do molde para materialização do protótipo
Acrílico 2x1m de 3mm	Materialização do protótipo
PVC 2x1 0,3mm	Materialização do protótipo (Tela de proteção)
Perfis de alumínio	Materialização do protótipo
Botões de pressão	Auxiliar e facilitar a montagem do protótipo
Colas e fixadores	Auxiliar e facilitar a montagem do protótipo

COMITÊ DE ÉTICA

O Produto foi desenvolvido para a unidade de terapia intensiva (UTI) do Hospital Regional Dr. Homero de Miranda Gomes da cidade de São José (Santa Catarina), especificamente à equipe de profissionais de saúde que realizam intubação e extubação em pacientes infectados pelo SARS-CoV-2, na UTI COVID 19.

Esta pesquisa teve aprovação no dia **21/07/2021** no Comitê de Ética em Pesquisa na Plataforma Brasil, sob o número de parecer **32352620.9.0000.0113** do Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE), conforme os princípios éticos da pesquisa em ciências humanas e sociais é regulamentado pela RESOLUÇÃO Nº 510, DE 07 DE ABRIL DE 2016 (Sistema CEP/CONEP).

SUPORTE TEÓRICO (FASE 1 – TEORICA)

No suporte teórico, foram conceituadas as abordagens projetuais do **Design Centrado no Usuário (DCU)**, do **Design Centrado no Humano (DCH)**, e a relação com a **Ergonomia**.

DESIGN CENTRADO NO HUMANO

O desenvolvimento de um produto ou serviço, surge das necessidades humanas, do mercado e/ou das possibilidades e restrições tecnológicas, sendo caracterizada por uma atividade complexa que requer uma abordagem com ênfase no humano. Para Moraes e Mont’alvão (2010), o Design busca projetar e adaptar produtos às necessidades dos usuários, buscando compreendê-los em todo processo de interação. Lobach (2001), entende que as necessidades dos usuários são capazes de influenciar em seus contextos e são resultado da sensação de uma deficiência que se tenta sanar.

Neste sentido, projetar com ênfase na resolução dos principais problemas dos usuários, levando em consideração as suas necessidades, exigiu o desenvolvimento de métodos e técnicas que os auxiliassem, como foi o caso do Design Centrado no Usuário. Segundo, Rubin e Chisnell (2008) o DCU é uma abordagem que coloca o usuário no centro do processo e que representa as técnicas, processos, métodos e procedimentos para projetar produtos e sistemas utilizáveis. De Souza e Savi (2015), consideram, o DCU como uma abordagem de desenvolvimento de soluções com ênfase na criação de produtos adaptados às características e necessidades dos usuários, que facilitem o uso.

O termo Design Centrado no Humano (DCH) foi utilizado na ISO 9241-210:2019², em substituição ao DCU e com intuito de enfatizar que o documento também aborda os impactos

² Esta segunda edição cancelou e substituiu a primeira edição que foi publicado em 2010 (ISO 9241-210: 2010).

sobre várias partes interessadas, não apenas aquelas normalmente consideradas como usuários, no entanto, neste artigo, ambos serão considerados como sinônimos.

Nesse sentido, o DCH é compreendido como uma abordagem para o desenvolvimento de sistemas interativos, que visa tornar os sistemas utilizáveis e úteis, concentrando-se nos usuários, em suas necessidades e requisitos e aplicando fatores humanos (Ergonomia) e conhecimentos e técnicas de usabilidade. Essa abordagem aumenta a eficácia e a eficiência, melhora o bem-estar humano, a satisfação do usuário, a acessibilidade e a sustentabilidade; e neutraliza possíveis efeitos adversos do uso na saúde humana, segurança e desempenho além disso forneceu Requisitos e Recomendações para princípios e atividades de DCH ao longo do ciclo de vida dos sistemas interativos baseados em computador, além de outras contribuições (ISO 9241-210, 2019).

A abordagem DCH aponta que o produto ou serviço não deve oferecer dificuldades ao Usuário, pois o que torna utilizável é a ausência de frustração no uso, nesse sentido, um produto ou serviço deve apresentar **eficiência, eficácia, utilidade, acessível, aprendível e satisfatório** (RUBIN; CHISNELL, 2008, p.4), conforme figura 4.






DCH - RUBIN E CHISNELL (2008)	
CRITÉRIO	DESCRIÇÃO
 EFICIÊNCIA	Rapidez com que o objetivo do usuário pode ser alcançado precisa e completamente e geralmente é uma medida de tempo.
 EFICÁCIA	Refere-se à extensão em que o produto se comporta da maneira que os usuários esperam e a facilidade com que podem usá-lo para fazer o que pretendem. Isso geralmente é medido quantitativamente com taxa de erro.
 UTILIDADE	Refere-se ao grau em que um produto permite que um usuário atinja seus objetivos e é uma avaliação da disposição do usuário de usar o produto.
 ACESSÍVEL	Acessibilidade é ter acesso aos produtos necessários para cumprir um objetivo. Também está relacionado ao que torna os produtos utilizáveis por pessoas com deficiências permanentes, temporárias ou situacionais.
 APRENDÍVEL	Capacidade do usuário operar o sistema em algum nível definido de competência após alguma quantidade e período de treinamento pré-determinados. Também se refere à capacidade dos usuários de reaprender o sistema após os períodos de inatividade.
 SATISFATÓRIO	Refere-se às percepções, sentimentos e opiniões do usuário sobre o produto, geralmente capturado por meio de questionamento escrito e oral.

Figura 4. Descrição dos Critérios do Design Centrado no Humano.

Fonte: Adaptado de Rubin e Chisnell (2008).

Projetos que não são centrados no humano podem apresentar problemas de uso, o que pode possibilitar o surgimento de abandono. Neste sentido, o DCH busca a satisfação por meio do desenvolvimento de produtos e serviços que atendam às suas necessidades e expectativas.

ERGONOMIA

De acordo com a *International Ergonomics Association* (2021) a ergonomia trata das relações entre os humanos e os elementos de um sistema que o rodeia, atuando dentro de uma

abordagem holística, levando em conta os domínios de especialização físicos, cognitivos e organizacionais. A Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) define que a Ergonomia (ou fatores humanos) é a disciplina científica preocupada com a compreensão das interações entre humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos para projetar a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral do sistema (ABERGO, 2021).

Nesse sentido, a ergonomia aplica teoria, princípios, dados e métodos para Projetar a fim de otimizar o bem-estar humano e o sistema geral atuação, contribuindo na harmonização dos produtos que interagem com as Pessoas em termos de suas necessidades, habilidades e limitações (IEA, 2021). Para Iida (2005), a ergonomia traz diversas contribuições para melhorar as condições do trabalho, e quando há uma abordagem interdisciplinar, sob coordenação de um especialista em ergonomia, pode-se conseguir resultados mais rápidos e objetivos. Ainda segundo o autor, todos os produtos, independente da complexidade, devem atender às necessidades dos seus usuários.

Para que isso ocorra, o desenvolvimento de um produto precisa resolver as frustrações, desperdícios e/ou riscos ao humano, para tal, os produtos e serviços devem atender a alguns critérios (Figura 5), como: **segurança, eficácia, utilidade, tolerância ao erro, primeiro contato, conforto e prazer** (DEJEAN; NAËL, 2007).

Figura 5. Descrição dos Critérios da Ergonomia.

Fonte: Adaptado de Dejean e Naël (2007).

ERGONOMIA - DEJEAN E NAËL (2007)	
CRITÉRIO	DESCRIÇÃO
 SEGURANÇA	A segurança diz respeito à prevenção dos riscos de acidentes, bem como a prevenção de doenças que aparecem em relação ao tempo de exposição aos riscos.
 EFICÁCIA	Adaptar a função do produto aos objetivos que o usuário desejam alcançar. Quando esse critério não é considerado desde a concepção do produto, a segurança pode ser questionada.
 UTILIDADE	Objetos ou artefatos utilizados para realizar um objetivo. Se a função do produto, antes mesmo da concepção, não atender às necessidades de uso do cliente.
 TOLERÂNCIA AO ERRO	As fases de apropriação do produto além do primeiro momento em que foi tomado em mãos, as fases de reapropriação após um período de não-utilização, as utilizações imprevistas, as modificações do ambiente, são fontes de erros de manipulação.
 PRIMEIRO CONTATO	A facilidade do primeiro contato se refere à primeira utilização e, portanto, inclui todos os procedimentos, desde a montagem/instalação ao descarte.
 CONFORTO	Utiliza-se a ideia de conforto Aparente e Real, a primeira relacionada a sensação do uso e a segunda dos efeitos que o uso do produto podem gerar à saúde do usuário.
 PRAZER	O Prazer está relacionado à aceitabilidade dos produtos em várias dimensões: fisiológica, sociológica, psicológica, ideológica. Este critério permite relativizar e circunstanciar o peso dos outros critérios de Eficácia e Conforto.

Desta forma, é desejável que os projetistas utilizem da abordagem centrada no humano e dos critérios da ergonomia no desenvolvimento de um produto. No entanto, a incorporação de estes critérios, não é uma tarefa fácil, e resulta na necessidade prioriza-los, tendo como base as necessidades em relação ao uso num determinado contexto. Neste sentido o uso dos Blocos de Referência: Produto, Usuário e Contexto (PUC), propostos por Merino (2016), tornam-se importantes.

FASE 2 – PRÁTICA (PESQUISA APLICADA)

A segunda fase consistiu no desenvolvimento do projeto, conforme descrito no tópico 2.1 de procedimentos e técnicas.

INSPIRAÇÃO – PRIMEIRO MOMENTO

Foi identificada uma **oportunidade (etapa -1)**, a partir da necessidade dos profissionais da saúde inseridos no contexto de combate ao COVID-19, de utilizar um produto para proteção aos aerossóis de fluídos expelidos pelo paciente contaminado, durante os procedimentos de intubação e extubação dos pacientes, uma vez que não tinha sido encontrado similar para aquisição no mercado. Por meio do contato dos profissionais da saúde da UTI COVID-19 do Hospital Regional Dr. Homero de Miranda Gomes, com pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina e da Universidade do Estado de Santa Catarina, foi desenvolvido este projeto.

Na **etapa 0 (Prospecção)**, foi revisada e validada a demanda do projeto, definidos os participantes da equipe de projeto, composta por designers, engenheiros e profissionais da saúde (fisioterapeutas e médicos), além da previsão dos recursos e prazos para entrega, em síntese foi verificada a viabilidade, tendo como base a capacidade técnica e humana. A partir dessas informações, foram definidos os Blocos de Referência do projeto (Figura 6), sendo:

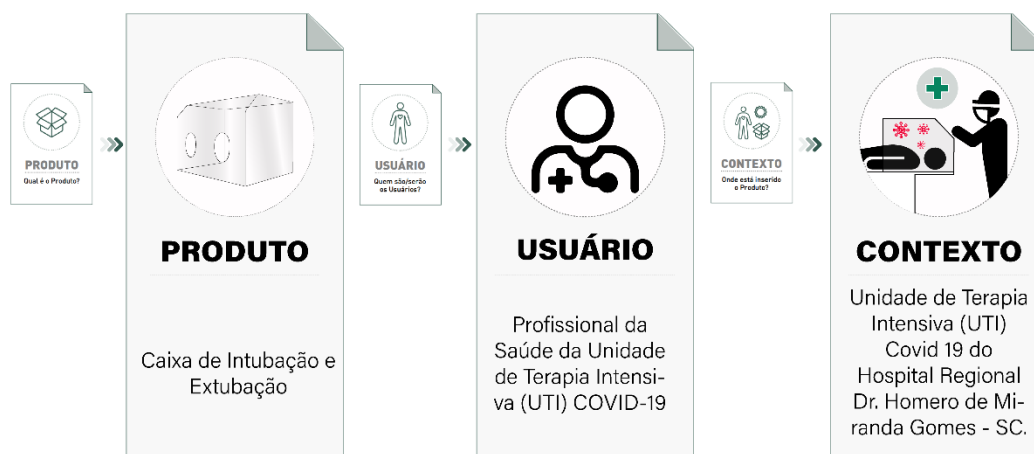


Figura 6. Blocos de Referência

Fonte: Os autores.

Em relação ao Produto, além das informações levantadas, foram realizadas buscas nos produtos similares divulgados em periódicos científicos (i) e na base de patentes do INPI (ii).

No primeiro caso, foram utilizadas as bases de dados do *Google Scholar* e PubMed no período entre: 01 de janeiro de 2020 à 30 de dezembro de 2020. Apenas os textos completos e de livre acesso foram selecionados e o conjunto de termos utilizado para busca foi “*Box AND Intubation AND COVID19*”. Foram identificados 12 artigos que apresentavam as especificações do produto, como dimensões, imagem para identificação da forma e estrutura. Já a busca de Patentes, foi utilizada a base de dados do INPI no período entre: 01 de janeiro à 30 de dezembro de 2020 e foi identificado 01 projeto (Tabela 2).

Tabela 2. Produtos similares encontrados nas bases.

Fonte: Os autores.

01	<i>Impact of aerosol box on intubation during COVID-19: a simulation study of normal and difficult airways</i>	FONG et al. 2020	PubMed e/ou Google Scholar
02	<i>COVID-19 aerosol box as protection from droplet and aerosol contaminations in healthcare workers performing airway intubation: a randomised crossover simulation study</i>	AZHAR et al. 2020	PubMed e/ou Google Scholar
03	<i>Rapid clearing of aerosol in an intubation box by vacuum filtration.</i>	HELLMAN et al. 2020	PubMed e/ou Google Scholar
04	<i>The aerosol box</i>	MANIAR; JAGANNATHAN 2020	PubMed e/ou Google Scholar
05	<i>Time to adapt in the pandemic era: a prospective randomized non-inferiority study comparing time to intubate with and without the barrier box</i>	MADABHUSI et al. 2020	PubMed e/ou Google Scholar
06	<i>Intubation Containment System for Improved Protection from Aerosolized Particles During Airway Management</i>	GORE et al. 2020	PubMed e/ou Google Scholar
07	<i>Aerosol containment box to the rescue: extra protection for the front line</i>	HSU et al. 2020	PubMed e/ou Google Scholar
08	<i>Simulation-Based Rapid Development and Implementation of a Novel Barrier Enclosure for Use in COVID-19 Patients: The Splash-guard CG</i>	FRANÇOIS et al. 2020	PubMed e/ou Google Scholar
09	<i>Negative pressure aerosol containment box: An innovation to reduce COVID-19 infection risk in healthcare workers</i>	GUPTA et al. 2020	PubMed e/ou Google Scholar
10	<i>A Novel, Inexpensive Portable Respiratory Protection Unit for Prehospital Use: A Technical Note</i>	SAMPSON; BECKETT, 2020	PubMed e/ou Google Scholar
11	<i>Novel Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Aerosolization Box: Design Modifications for Patient Safety</i>	GIRGIS et al. 2020	PubMed e/ou Google Scholar
12	<i>Cápsula para uso durante o gerenciamento de vias áreas</i>	SIMAN et al. 2020	INPI
13	<i>The aerosol box for intubation in Coronavirus disease 2019 patients: an in-situ simulation crossover study</i>	BEGLEY et al. 2020	PubMed e/ou Google Scholar

Na **etapa 1 (Levantamento de dados)**, durante as reuniões realizadas com os profissionais da saúde foi possível levantar informações dos Blocos de Referência (PUC), identificando que as principais necessidades estavam relacionadas à segurança e utilidade no uso do Produto.

Foi possível observar que durante o procedimento de intubação e extubação dos pacientes contaminados, ocorre a maior dispersão de aerossóis de fluidos corporais do paciente, e conseqüentemente, onde há maior risco de contaminação dos EPIs (pró-pés, balaclavas, luvas, máscaras, protetor facial) utilizados pelos profissionais de saúde envolvidos no procedimento (especialmente médicos, fisioterapeutas, enfermeiros e técnicos de enfermagem) bem como o contexto que os cercam (pisos, camas, monitores).

Além disso, por tratar-se de aerossóis, grande porção se mantém suspensa no ar por um período de tempo razoável, o que aumenta ainda mais o risco de contaminação aos profissionais da saúde, por isso, o desenvolvimento de um produto que possa diminuir esses riscos, é fundamental.

Importante mencionar que, devido ao contexto pandêmico e das restrições impostas, principalmente de contato físico, tornaram-se inviáveis alguns levantamentos mais detalhados, dentre eles o antropométrico. Neste último, com o auxílio dos profissionais da saúde envolvida, foi identificada a predominância do sexo feminino, sendo utilizado como referência as variáveis antropométricas, nos percentis mínimo, médio e máximo, respectivamente, 5%, 50% e 95% das tabelas apresentadas por Dreyfuss & Tilley (2001).

IDEAÇÃO – SEGUNDO MOMENTO

Este momento foi iniciado com a **etapa 2 (Organização e análise de dados)**. A figura 7, apresenta uma síntese, por meio de um painel visual com as patentes encontradas (Tabela 2).

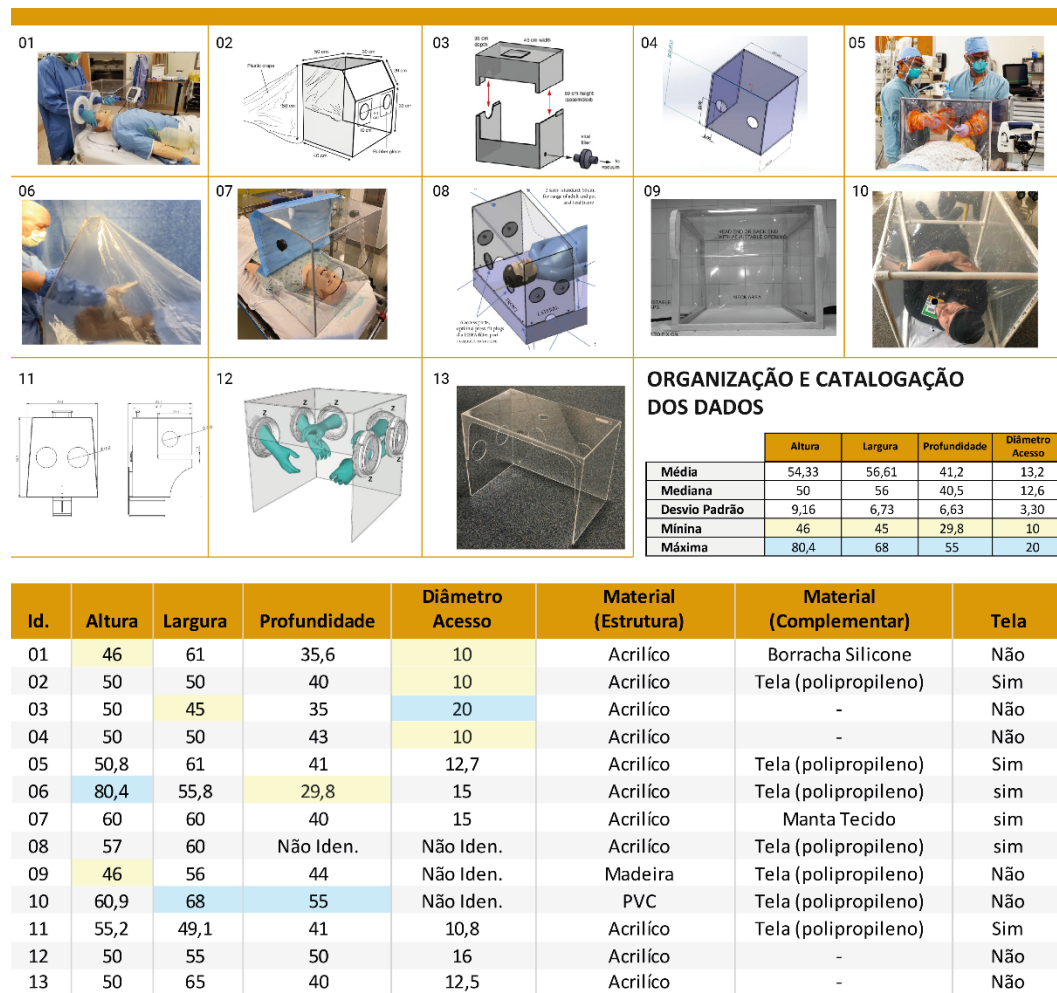


Figura 7. Produtos encontrados na Revisão dos Artigos em periódicos científicos e na base de dados do INPI.

Fonte: Os autores.

Em relação à análise dos produtos similares encontrados, foi possível observar que 10 produtos utilizaram na estrutura da caixa o material acrílico, seguido de madeira e PVC, ambos com 1. Em relação ao uso da tela de proteção, 6 produtos utilizam, e desses 4 são anexados à caixa para ser colocada sobre o tórax do paciente com a finalidade de limitar/impedir a dispersão dos aerossóis.

O produto 1 (FONG et al., 2020), distingue-se pela inserção do elemento (borracha de silicone) que envolve a recorte do acesso dos braços do profissional de saúde, proporcionando maior segurança na operação e diminuição dos danos no EPI e nos próprios membros superiores dos profissionais. Além disso, assim como nos Produtos 3, 4, 5, 7, 8, e 12, respectivamente Hellman et al. (2020), Maniar e Jagannathan (2020), Madabhusi et al. (2020); Hsu et al. (2020) François et al. (2020), Siman et al. (2020), não há angulação na extremidade superior do painel frontal, podendo comprometer a visualização interna, e conseqüentemente compromete a realização dos procedimentos.

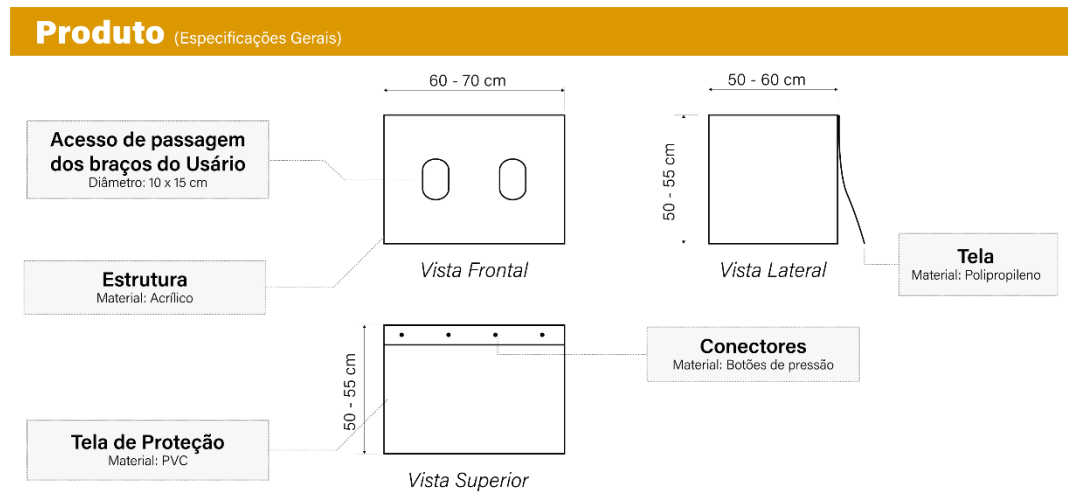
O produto 2 (AZHAR et al. 2020), apresenta uma configuração formal que favorece a visibilidade da área interna, a possibilidade de acrescentar uma tela no acesso ao paciente e dois acessos no painel frontal. Os produtos 9 e 10, respectivamente Gupta et al. (2020) e Sampson & Beckett (2020), distinguem-se dos demais por não utilizar o acrílico como material base na composição da estrutura, utilizando madeira e PVC respectivamente.

O produto 6 desenvolvido por Gore et al. (2020), consiste numa placa que se conecta ao tecido plástico que encobre o paciente, o dimensionamento aplicado está dentro das dimensões dos produtos similares, com exceção da altura (80,4cm), se tornando o produto mais alto analisado, permitindo seu uso em pacientes obesos (a modo de exemplo). Entretanto uma limitação foi identificada no seu uso em alguns modelos de cama/maca que possuem cabeceira (fechadas), pois a parte inferior do produto é encaixado em baixo do colchão, podendo gerar instabilidade. Já em relação ao produto 11 de Girgis et al. (2020), apresenta como diferencial o uso de suportes para fixação L (15×27cm) utilizando parafusos de 50mm e porcas sextavadas para sua fixação.

Por meio dessa análise, foi possível elaborar um desenho síntese (Figura 8), contendo as principais referências a serem consideradas na definição dos requisitos projetuais.

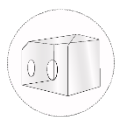
Figura 8. Desenho síntese do Produto com base nas referências levantadas.

Fonte: Os autores.



Os Blocos de Referência (PUC) foram definidos com o objetivo de atender aos critérios de eficácia, utilidade, satisfação/prazer e segurança (Figura 9).

Requisitos Projetuais (PUC)



PRODUTO

Caixa de Intubação e Extubação

1. Permitir a passagem dos braços do usuário;
2. Ter acesso de entre 12 a 15cm para passagem dos braços;
3. Ter altura entre 50 a 60cm;
4. Ter comprimento entre 60 a 70cm;
5. Ter profundidade entre 45 a 50 cm;
6. Incluir uma tela transparente (Poli-propileno) removível na parte posterior;
7. Ter testeira com 10,0 cm, região posterior;
8. Utilizar Acrílico de 3mm na Caixa;
9. Tela de proteção em plástico de até 0,3 mm (PP/PVC);
10. Utilizar material transparente;
11. Arredondamento das quinas e extremidades.



USUÁRIO

Profissional da Saúde da Unidade de Terapia Intensiva (UTI) Covid-19

12. Permitir a visibilidade do paciente durante os procedimentos;
13. Manter a postura corporal ereta durante o uso;
14. Possibilitar os movimentos dos braços necessários durante os procedimentos.



CONTEXTO

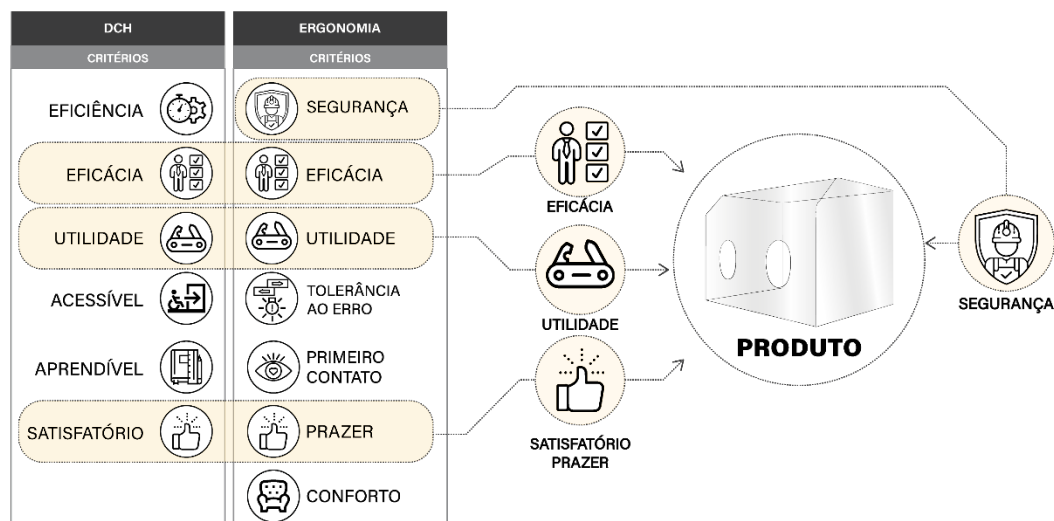
UTI Covid-19 do Hospital Regional Dr. Homero de Miranda Gomes - SC.

12. Permitir a visibilidade do paciente durante os procedimentos;
13. Manter a postura corporal ereta durante o uso;
14. Possibilitar os movimentos dos braços necessários durante os procedimentos.

Figura 9. Requisitos e Critérios do Projeto.

Fonte: Os autores.

Critérios

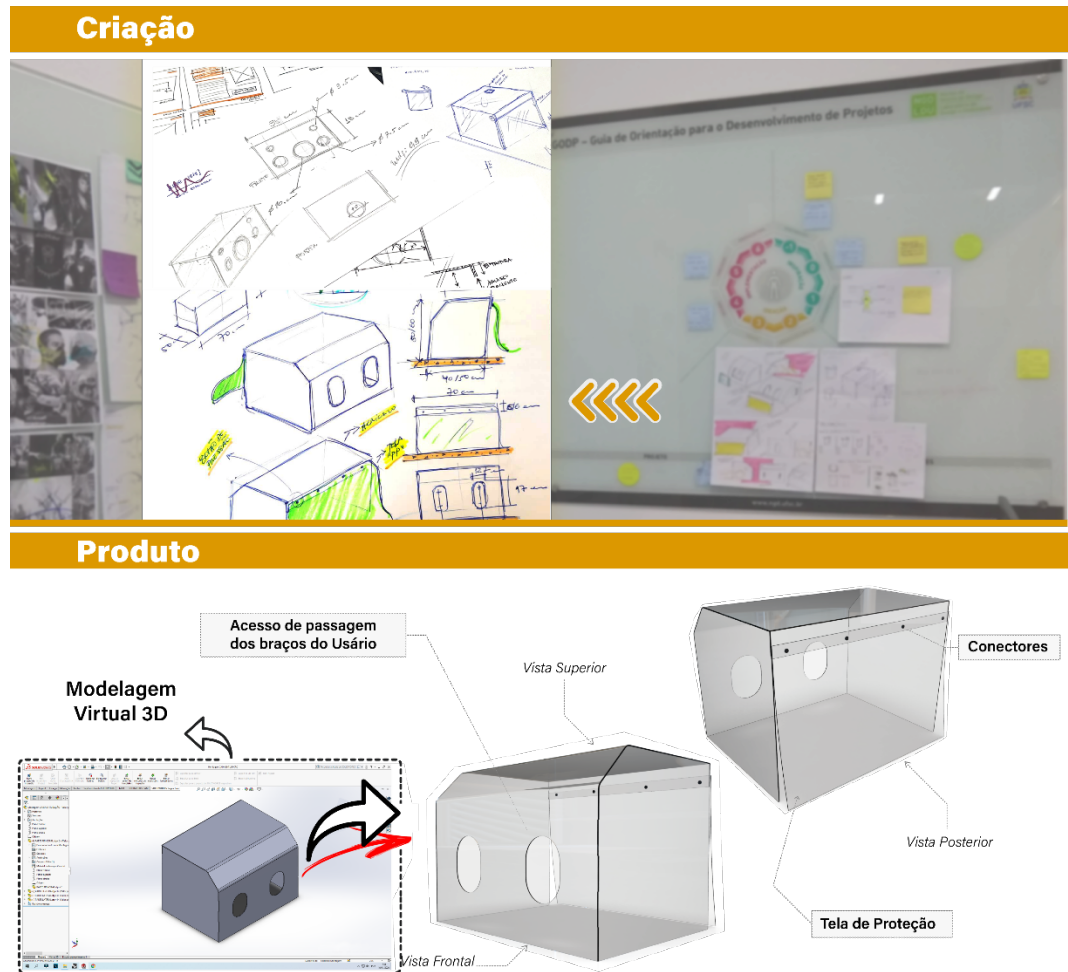


Na **etapa 3 (Criação)**, foram desenvolvidas alternativas, tendo como base os requisitos projetuais apresentados anteriormente, para isso, foram elaborados desenhos à mão livre (*sketches*) e fixados no quadro de acompanhamento de projeto do GODP, para melhor visualização dos envolvidos no projeto.

Posteriormente, foi desenvolvido o arquivo tridimensional virtual, utilizando um software CAD, para visualização e análise das dimensões, verificação dos sistemas de encaixe e estruturais, e análise do produto, detalhamento e especificações, para materialização do produto (Figura 10).

Figura 10. Etapa de Criação manual e virtual.

Fonte: Os autores.



Com o arquivo tridimensional virtual do produto finalizado, foi iniciado o teste de análise de uso virtual do produto. Para isso, foi necessário criar os modelos virtuais das usuárias nos três percentis (5%, 50% e 95%), femininas, tendo como base a pesquisa realizada pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) que identificou o perfil dos profissionais da saúde, aproximadamente 78% é feminina (LEONEL, 2021). Já em relação ao paciente, foi utilizado o percentil 95% masculino, como forma de utilizar a referência antropométrica de maiores dimensões.

Os arquivos das usuárias e paciente, foram gerados no software Makehuman®, posteriormente foram aplicados os conjuntos de ossos e articulações, e em seguida exportados para movimentação das partes do corpo no Software Blender®. Este procedimento tem se apresentado confiável segundo pesquisas e aplicações realizadas por Brendler e Texeira (2016); Brendler; Texeira e Pizzato (2020); Merino; Costa; Paulo; Giracca e Merino (2021).

Foram criados três cenários para os testes, o primeiro com os percentis 5%; o segundo com os percentis 50%, e o terceiro com os de 95%. Esses cenários foram compostos pelo produto, um MHD do profissional da saúde e outro do paciente com percentil de 95%, simulando os posicionamentos realizados para execução dos procedimentos de intubação e extubação. Foram verificados os dimensionamentos relativos aos acessos de entrada e acomodação do paciente e profissional da saúde (A e E), ângulos e alcance visual dos profissionais da saúde (F, C e D), altura do leito e do cotovelo em relação ao piso (H e G) e distância entre o rosto do paciente e o teto do produto (B) (Figura 11).

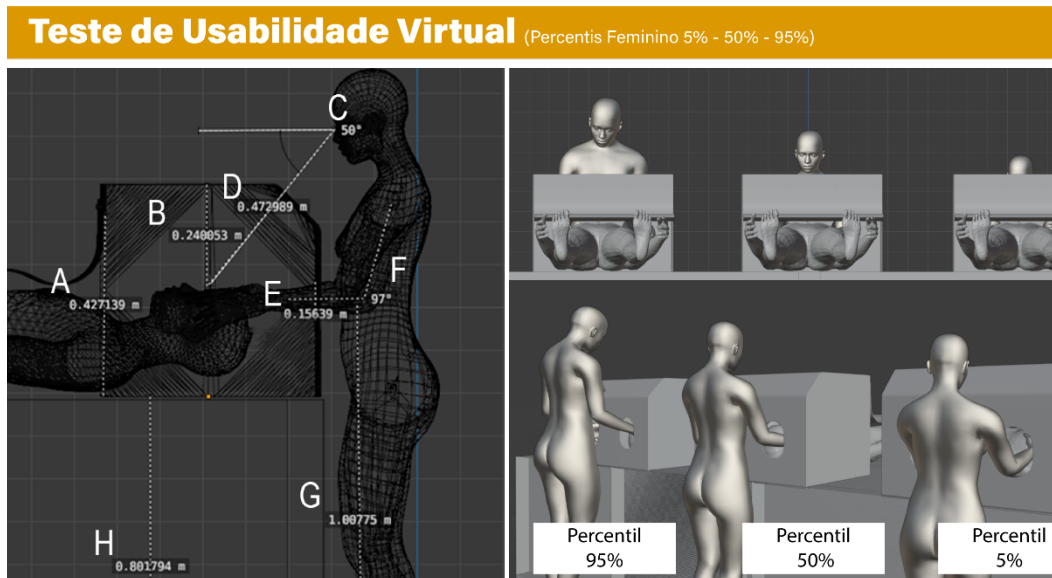


Figura 11. Resultados do teste de usabilidade virtual.

Fonte: Os autores.

Id.	VARIÁVEL	5%	50 %	95%
A	Altura do acesso para entrada do Paciente	42.7	42.7	42.7
B	Distância entre o rosto e o teto da caixa	24.0	24.0	24.0
C	Ângulo visual entre o nível do horizonte ao paciente	40°	50°	60°
D	Distância entre o rosto do usuário ao rosto do paciente	50.5	47.3	36.2
E	Altura do acesso para entrada dos braços do usuário	15.0	15.0	15.0
F	Ângulo de abertura entre o braço e antebraço	105°	97°	92°
G	Altura entre o cotovelo e o piso	115.0	100.0	90.0
H	Altura entre a caixa e o piso	80.0	80.0	80.0

As variáveis A e B, não sofreram alterações, pois foi utilizado o mesmo MHD do paciente nas três simulações, da mesma forma as E e H, que são relativos às medidas do produto.

As variáveis C e D, correspondem ao ângulo visual entre o nível do horizonte dos olhos dos profissionais da saúde ao paciente e a distância entre dos rostos, ambas sofreram alterações, mas em todos os casos a visibilidade da região interna não foi comprometida. Comportamento semelhantemente, tiveram as dimensões das variáveis F e G (ângulo de abertura entre o braço e antebraço respectivamente), sem comprometer a visibilidade e movimentação

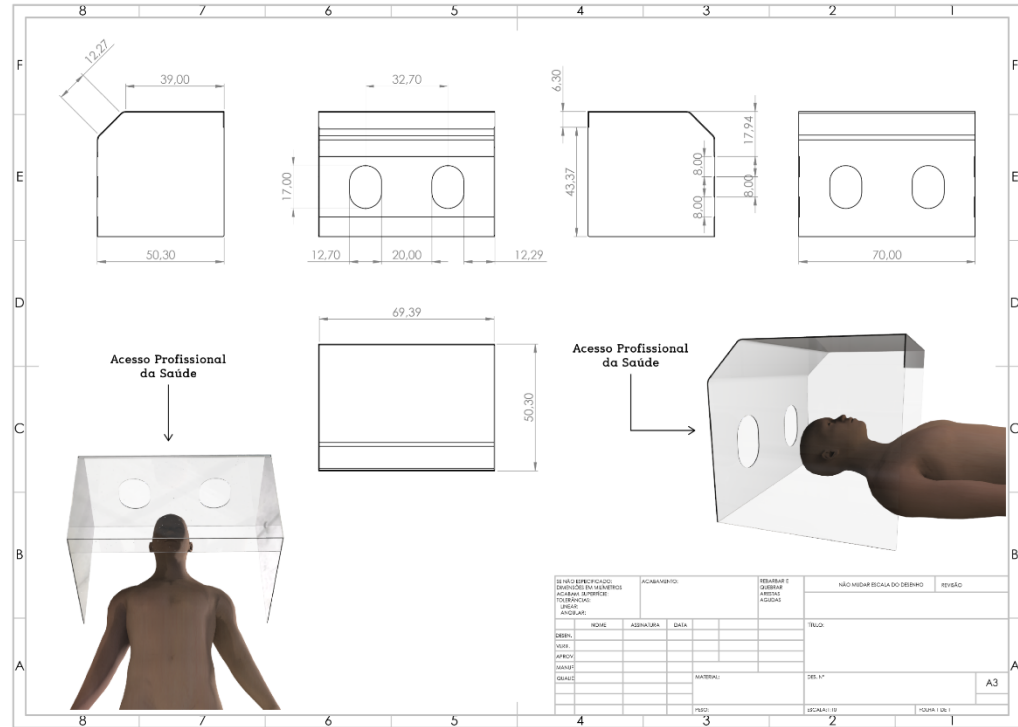
IMPLEMENTAÇÃO – TERCEIRO MOMENTO

O terceiro momento foi iniciado com a **etapa 4 (execução)**, com pequenos refinamentos e organização dos arquivos para materialização. A partir do Desenho Técnico, para melhor aproveitamento da placa de acrílico (2x1m), foi realizada a planificação das partes do produto (Figura 12), para isso foram observados dois critérios: (1) a disposição das peças ao longo da placa de acrílico; (2) tamanho da área de corte da máquina CNC (laser).

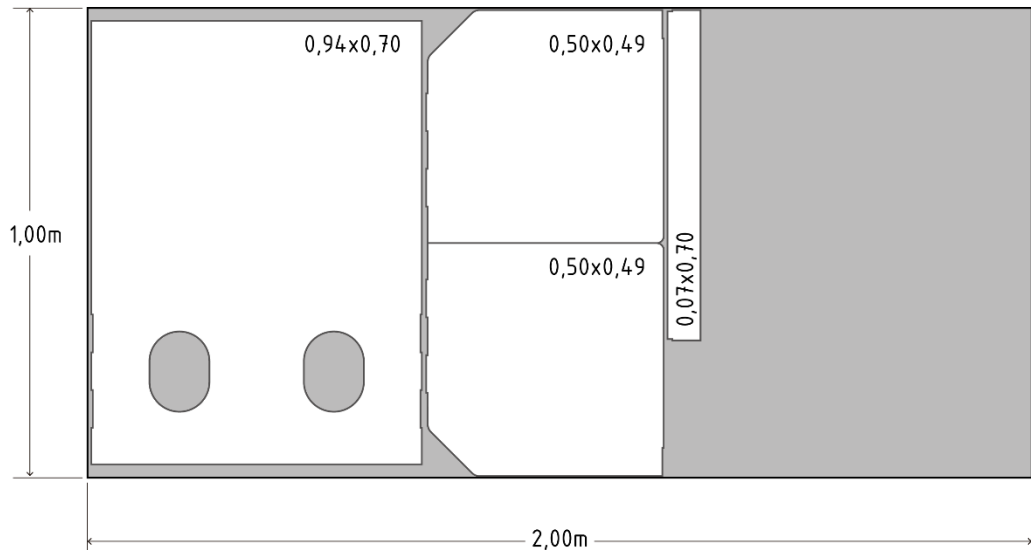
Figura 12. Planificação e Detalhamento Técnico.

Fonte: Os autores.

Desenho Técnico:



Planificação:



Foi produzido e montado um *mockup* usando chapas de papelão ondulado em escala real, detalhes A, B e C da figura 13. Durante este processo, verificou-se a dificuldade em reproduzir adequadamente a angulação de 45° (detalhe D) no acrílico. Como solução, foi construída uma estrutura em madeira, para servir de gabarito e facilitar o processo de dobra da placa de acrílico, conforme detalhe G.

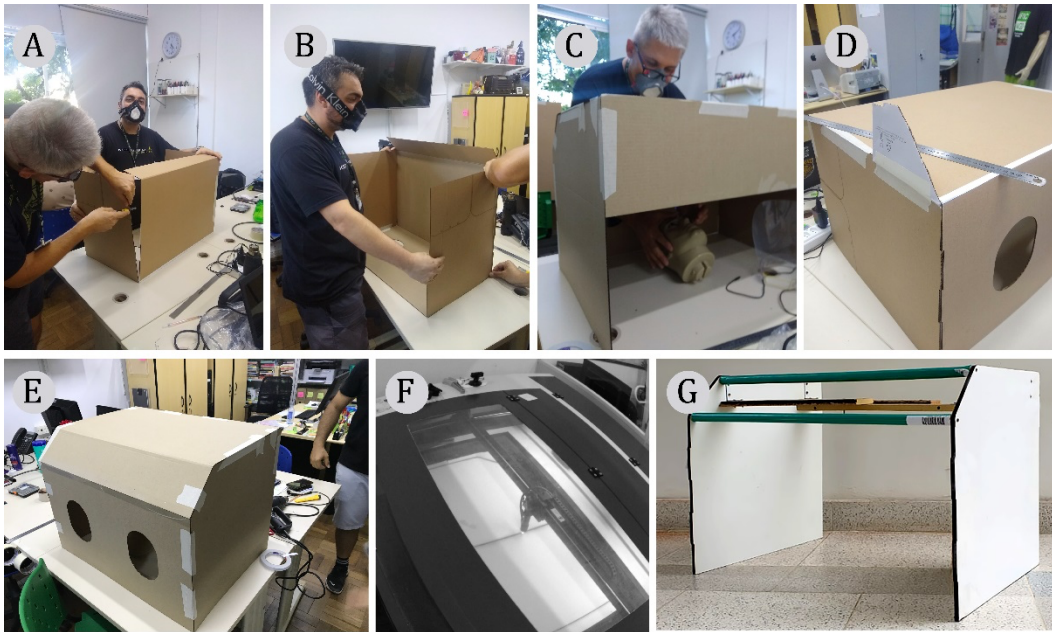


Figura 13. Processo de criação do protótipo.

Fonte: Os autores.

Após isto, iniciou-se o processo de materialização do protótipo final funcional (Figura 14), com o corte das partes na placa de acrílico na máquina CNC (detalhe A), a montagem (detalhe B), finalizando com os acabamentos (detalhe C). Os materiais utilizados para montagem do produto, foram: acrílico de 3 mm para estrutura da Caixa; PVC 0,3 mm para tela de proteção, 4 botões de pressão para afixá-los à caixa; perfis de alumínio em formato “L” nas áreas internas de contato entre as partes laterais e central da caixa, garantindo uma fixação mais segura e resistente; e, adesivo vinílico cinza para isolar possíveis aberturas nas junções laterais.



Figura 14. Processo de montagem do Protótipo final funcional.

Fonte: Os autores.

Posteriormente, na **etapa 5 (Viabilização)** foi feita a entrega do protótipo final funcional aos profissionais da saúde da UTI COVID-19, para realização dos testes no contexto de uso, simulando a intubação e extubação de pacientes. Os testes foram realizados por três profissionais especialistas, os quais executaram a manobra seguindo protocolos internos, conforme figura 15.

Figura 15. Testes do protótipo final funcional.

Fonte: Os autores.



O principal ponto comentado e detectado pelos profissionais, foi o fato de não ter ocorrido incidentes ou danos aos EPIs, durante a passagem dos braços na realização dos procedimentos, além do dimensionamento do produto ser suficiente para o procedimento de intubação e/ou extubação.

Em suma, os testes indicaram que o protótipo atendeu às necessidades dos profissionais da saúde, sendo produzidas e entregues mais duas caixas, tendo em vista a urgência do momento. Na sequência, o Desenho Técnico com as especificações, foram repassadas para a empresa que ficou responsável pela produção.

RESULTADOS – SOLUÇÃO DO PRODUTO

De acordo com os testes realizados, verificou-se que os dimensionamentos especificados (50cm de altura, 70cm de comprimento e 50 cm de profundidade), foram satisfatórios. O chanfro com inclinação de 45° no painel frontal, proporcionou uma correta visualização. A testeira com 6cm de altura contribuiu para melhorar a resistência da estrutura, e também foi a área destinada para receber os quatro botões de pressão que permitem afixar e remover a tela flexível de proteção. Os dois acessos dos braços se mostraram corretamente dimensionados, com altura de 17cm e largura de 13 cm e cantos arredondados, permitindo uma movimentação segura e precisa durante os procedimentos.

O material utilizado na tela flexível de proteção (PVC) se mostrou satisfatório, contudo, os profissionais da saúde recomendam que sejam utilizados materiais mais flexíveis, como é o caso do Polipropileno (PP). O dimensionamento da tela proposto foi de 70x70cm, no entanto, essas dimensões podem ser adaptadas conforme a necessidade de cada paciente, considerando o espaçamento entre os botões de pressão. O material da estrutura (acrílico transparente) possibilitou uma melhor visualização do paciente, durante os procedimentos, como mencionado na quase totalidade dos projetos utilizados como referência.

Em relação a possibilidade de danos nos EPIs utilizados durante os procedimentos identificados na pesquisa de Begley et al. (2020), nada foi constatado em nenhum dos testes realizados (simulações ou no seu uso em contexto real), acreditando-se que o arredondamento das quinas, curvaturas e acabamentos, foram determinantes para este resultado, que consequentemente aumentaram a segurança e conforto.

Desta forma, as dimensões e os materiais especificados no produto atenderam aos requisitos projetuais definidos para o PUC (Produto, Usuário e Contexto), possibilitando procedimentos com **segurança, conforto, eficácia e utilidade**, não sendo reportados até o presente, imprevistos, acidentes e/ou erros, durante sua utilização. Essa constatação se torna importante, uma vez que para Dejean e Naël (2007) destacam que a **segurança** é o critério prioritário, pois envolve tanto o profissional da saúde, como os atores passivos ou ativos do uso do produto. O produto também atendeu ao critério da **Satisfação**, uma vez que os profissionais da saúde declaram que o produto atende seus objetivos da forma esperada.

CONCLUSÃO

A pesquisa teve como objetivo desenvolver uma caixa de intubação e extubação, com suporte de instrumentos tecnológicos para levantamento, criação, simulação e materialização, utilizando-se dos princípios do Design Centrado no Humano e da Ergonomia, com ênfase na atividade executada pelos profissionais da saúde no contexto do ambiente hospitalar, reservado ao combate ao COVID-19, objetivo este que foi cumprido tendo em vista que todas as etapas previstas foram realizadas e o produto entregue, testado e atualmente em uso.

Percebeu-se que a utilização das tecnologias propostas para desenvolvimento e testes virtuais se mostraram efetivas e precisas. Destaca-se também a importância da etapa da criação dos MHD com base nas medidas antropométricas utilizadas como referência (perímetros, comprimentos e larguras de diferentes segmentos corporais), que reproduziram com fidelidades os percentis, permitindo que as análises virtuais reproduzissem os movimentos e posturas adotados durante os procedimentos, sem que houvesse o contato entre os pesquisadores e os profissionais da saúde, visto que a principal restrição da COVID-19 foi o distanciamento social.

O produto se mostrou eficiente e eficaz, permitindo que o paciente mantivesse a postura corporal adequada e estável durante os procedimentos estáticos e dinâmicos, atendendo aos critérios e requisitos projetuais do Produto, Usuário (Profissionais da saúde) e Contexto, possibilitando um procedimento mais seguro. No entanto, recomenda-se para trabalhos futuros, o acompanhamento do desempenho do produto na redução do contato dos aerossóis com os profissionais da saúde e teste de contensão da quantidade de gotículas orais de líquidos resultantes da fala ou tosse.

Por fim, a continuidade da pesquisa se faz necessária, uma vez que a **etapa 6 (verificação final)**, consiste no acompanhamento da curva do desempenho do produto durante longos períodos de uso, com objetivo de apontar novas oportunidades e problemas durante os procedimentos do trabalho. Entende-se que este acompanhado se torna possível por meio de mensuração quantitativa e qualitativa, seja por meio de questionários ou uso da tecnologia adequada.

Agradecimentos

Agradecemos à Unidade de Terapia Intensiva (UTI) COVID-19 do Hospital Regional Dr. Homero de Miranda Gomes, à Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), à Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD-LDU), ao Programa de Pós-graduação em Design (POSDESIGN), ao Programa de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) e à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências Bibliográficas

- Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO). **O que é Ergonomia?** Disponível em: <https://www.abergo.org.br/o-que-%C3%A9-ergonomia>. Acesso em: 21 jan 2022.
- AZHAR, Muhaimin Noor et al. COVID-19 aerosol box as protection from droplet and aerosol contaminations in healthcare workers performing airway intubation: a randomised cross-over simulation study. **Emergency Medicine Journal**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 111-117, 20 nov. 2020. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/emered-2020-210514>.
- BAI, Johnny-Wei et al. Opening the discussion on a closed intubation box. **Trends in anaesthesia and critical care**, [S.L.], v. 33, p. 1-4, ago. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tacc.2020.06.004>.
- BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**: guia prático para o desenvolvimento de produtos. São Paulo: Blücher, 2011.
- BEGLEY, J. L. et al. The aerosol box for intubation in coronavirus disease 2019 patients: an in situ simulation crossover study. **Anaesthesia**, [S.L.], v. 75, n. 8, p. 1014-1021, jun. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/anae.15115>.
- BRENDLER, Clariana Fischer; TEIXEIRA, Fábio Gonçalves. Método para obtenção de medidas antropométricas utilizando um digitalizador 3D de baixo custo. **Design e Tecnologia**, [S.L.], v. 6, n. 11, p. 53, 1 ago. 2016. PGDesign / Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.23972/det2016iss11pp53-67>.
- BRENDLER, C. F.; TEIXEIRA, F. G.; PIZZATO, G. Z. de A. HERIP - Modelo Humano Digital Paramétrico para análise ergonômica virtual do projeto de produto. **Human Factors in Design**, Florianópolis, v. 9, n. 18, p. 097-125, 2020. DOI: 10.5965/23167963091820200967.
- CARDOSO, Lenon et al. Intubação Orotraqueal Prolongada: e a indicação de traqueostomia. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, v.16, n.14, p.170-173, 2014. <https://revistas.pucsp.br/index.php/RFCMS/article/view/18202/pdf>.
- CAVALCANTE, Vitória Soares Pinho; DUTRA, Luz Mariana Alfonso. Protocolo para Intubação Orotraqueal (IOT) segura na pandemia da COVID-19: no cenário do sistema único de saúde. **Health Residencies Journal**, v.1, n.2, p.62-70, 2020. <https://escsresidencias.emnuvens.com.br/hrj/article/view/23>.
- CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM (org.). **Brasil perde ao menos um profissional de saúde a cada 19 horas para a COVID**. Disponível em: http://www.cofen.gov.br/brasil-perde-ao-menos-um-profissional-de-saude-a-cada-19-horas-para-a-COVID_85778.html. Acesso em: 10 ago. 2021.
- COOK, T. M. et al. Consensus guidelines for managing the airway in patients with COVID -19. **Anaesthesia**, [S.L.], v. 75, n. 6, p. 785-799, abr. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/anae.15054>.
- DE SOUZA, Caroline Battistello Cavalheiro; SAVI, Rafael. Design centrado no usuário e o projeto de soluções educacionais. **Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial-ISSN-1983-1838**, p. 33-52, 2015.
- DEJEAN, Pierre-Henri; NAËL, Michel. Ergonomia do Produto. In: FALZON, Pierre (ed.). **Ergonomia**. São Paulo: Editora Blucher, 2007. Cap. 44, p. 640.
- DREYFUSS, H.; TILLEY, A. R. **The measure of man and woman**: Human factors in design. John Wiley & Sons, 2001.
- EVERINGTON, K. Taiwanese doctor invests device to protect US doctors against coronavirus. **Taiwan News**, 2020. Disponível em: <https://taiwannews.com.tw/en/news/3902435>. Acesso: 20 de Ago. 2020.

Eugenio A. D. Merino, Diogo Pontes Costa, Leonardo Braun, Cesar Nunes Giracca, Susana Cristina Domenech, Alice Henrique dos Santos Sumar, Giselle S. A. D. Merino

FONG, Sunny et al. Impact of aerosol box on intubation during COVID-19: a simulation study of normal and difficult airways. **Canadian Journal of Anesthesia/Journal Canadien D'Anesthésie**, [S.L.], v. 68, n. 4, p. 496-504, 9 out. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12630-020-01825-y>.

FRANÇOIS, Tine et al. Simulation-Based Rapid Development and Implementation of a Novel Barrier Enclosure for Use in COVID-19 Patients: the splashguard cg. **Critical Care Research and Practice**, [S.L.], v. 2020, p. 1-8, 17 dez. 2020. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2020/3842506>.

GIACOMIN, Joseph. **What Is Human Centred Design?** The Design Journal, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 606-623, dez. 2014. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.2752/175630614x14056185480186>

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIRGIS, Alexander M. et al. Novel Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Aerosolization Box: design modifications for patient safety. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, [S.L.], v. 34, n. 8, p. 2274-2276, ago. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2020.05.001>.

GÓMEZ-RÍOS, Manuel Ángel et al. Estudo cruzado e randômico comparando os laringoscópios Airtraq® NT, McGrath® MAC e Macintosh para intubação nasotraqueal em simulação de via aérea fácil e difícil em manequim. **Brazilian Journal of Anesthesiology**, [S.L.], v. 66, n. 3, p. 289-297, maio 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjan.2016.02.014>.

GORE, Russell K. et al. Intubation Containment System for Improved Protection from Aerosolized Particles During Airway Management. **Ieee Journal of Translational Engineering In Health And Medicine**, [S.L.], v. 8, p. 1-3, 2020. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/jtehm.2020.2993531>.

GUPTA, Vivek et al. Negative pressure aerosol containment box: an innovation to reduce covid-19 infection risk in healthcare workers. **Journal Of Anaesthesiology Clinical Pharmacology**, [S.L.], v. 36, n. 5, p. 144, 2020. Medknow. http://dx.doi.org/10.4103/joacp.joacp_217_20.

HELLMAN, Samuel et al. Rapid clearing of aerosol in an intubation box by vacuum filtration. **British Journal Of Anaesthesia**, [S.L.], v. 125, n. 3, p. 296-299, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bja.2020.06.017>.

HSU, Steven H et al. Aerosol containment box to the rescue: extra protection for the front line. **Emergency Medicine Journal**, [S.L.], v. 37, n. 7, p. 400-401, 11 jun. 2020. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/emermed-2020-209829>.

IDEO. **The Field Guide to Human-Centered Design**. 1. ed. Canadá: Ideo.org, 2015.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e produção** (2nd ed.). Blucher, 2005.

International Ergonomics Association (IEA). **What is Ergonomics?** Disponível em: <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>. Acesso em: 20 jan 2022.

ISO 9241-210:2019. **Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems**, 2019.

KEARSLEY, R.. Intubation boxes for managing the airway in patients with COVID-19. **Anaesthesia**, [S.L.], v. 75, n. 7, p. 969-969, 24 abr. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/anae.15081>.

LAI, Jianbo, et al. Factors Associated With Mental Health Outcomes Among Health Care Workers Exposed to Coronavirus Disease 2019. **JAMA Netw Abrir**. 2020; v.3, n.3, 23 mar. 2020. doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.3976

LEONEL, Filipe (org.). **Pesquisa analisa o impacto da pandemia entre profissionais de saúde**. 2021. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/pesquisa-analisa-o-impacto-da-pandemia-entre-profissionais-de-saude>. Acesso em: 10 ago. 2021.

MADABHUSHI, Praneeth et al. Time to adapt in the pandemic era: a prospective randomized non inferiority study comparing time to intubate with and without the barrier box. **Bmc Anesthesiology**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 1-8, 14 set. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12871-020-01149-w>.

MANIAR, Amjad; JAGANNATHAN, Balavenkatasubramanian. The aerosol box. **Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology**, [S.L.], v. 36, n. 5, p. 141, 2020. Medknow. http://dx.doi.org/10.4103/joacp.joacp_283_20.

MATSUMOTO, Toshio; CARVALHO, Werther Brunow de. Intubação traqueal. **Jornal de Pediatria**, [S.L.], v. 83, n. 2, p. 83-90, maio 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0021-75572007000300010>.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. **GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário**. Florianópolis: NGD/ UFSC, 2016. Disponível em: <www.ngd.ufsc.br>. Acesso em: 24 fev. 2022.

MERINO, E.; COSTA, D. P.; PAULO, I.; GIRACCA, C.; MERINO, G. Design e Tecnologia no Contexto Hospitalar: desenvolvimento de uma cadeira móvel para banho e higienização, com ênfase nas atividades do profissional da saúde. **Design e Tecnologia**, v. 11, n. 22, p. 139-152, 30 jun. 2021.

MORAES, A. D., & Mont'Alvão, C. (2010). **Ergonomia: Conceitos e Aplicações** (1st ed.). 2AB.

NORMAN, D. A. **Design do dia-a-dia**. Rio de Janeiro: Racco, 2002.

OPAS (2020) OPAS/OMS Brasil - Cerca de 570 mil profissionais de saúde se infectaram E 2,5 mil morreram POR COVID-19 nas Americas | **OPAS/OMS**. (n.d.). Pan American Health Organization / World Health Organization. Acesso: 27 de novembro de 2020. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6270:cerca-de-570-mil-profissionais-de-saude-se-infectaram-e-2-5-mil-morreram-por-covid-19-nas-americas&Itemid=812

OUR WORLD IN DATA (Inglaterra) (org.). **Coronavirus (COVID-19): cases**. Cases. 2022. Disponível em: <https://ourworldindata.org/covid-cases>. Acesso em: 24 fev. 2022.

REHM, Markus et al. Protecting Health Care Workers: use of a body covering transparent sheet during and after intubation of patients with covid-19. **Anesthesia & Analgesia**, [S.L.], v. 131, n. 2, p. 111-112, 1 maio 2020. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1213/ane.0000000000004939>.

RUBIN, J., CHISNELL, D. **Handbook of Usability Testing: Howto Plan, Design, and Conduct Effective Tests**. Indianapolis: Wiley Publishing, 2008.

SAMPSON, Christopher; BECKETT, Adam. A Novel, Inexpensive Portable Respiratory Protection Unit for Prehospital Use: a technical note. **Cureus**, [S.L.], v. 5, n. 12, p. 1-7, 4 maio 2020. Cureus, Inc.. <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.7954>.

SIMAN, Andréia Guerra et al. **Cápsula para uso durante o gerenciamento de vias aéreas**. Depositante: Universidade Federal de Viçosa. Procurador: Maria Cristina Valim Lourenço Gomes. BR n. 102020014712-9-A2. Depósito: 20 jun. 2020. Concessão: 27 out. 2020.

TEIXEIRA, Carmen Fontes de Souza et al. A saúde dos profissionais de saúde no enfrentamento da pandemia de Covid-19. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 25, n. 9, p. 3465-3474, set. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232020259.19562020>.