



DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19

DEVELOPMENT OF AN AEROSOL PROTECTION CAPSULE FOR PATIENTS WITH COVID-19

DESARROLLO DE UNA CÁPSULA DE PROTECCIÓN EN AEROSOL PARA PACIENTES CON COVID-19

Isomar Lima da Silva¹, Roberto Maia Augusto¹, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira¹

e432934

<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i3.2934>

PUBLICADO: 03/2023

RESUMO

Cápsulas de isolamento biológico são equipamentos comumente usados no controle e na prevenção de doenças infecciosas no meio hospitalar. Esse tipo de equipamento, aliado aos protocolos médicos pré-estabelecidos, contribui de maneira significativa na contenção de patógenos altamente transmissíveis, como a COVID-19. Devido ao seu isolamento hermético, a cápsula possibilita maior segurança ao paciente, protegendo acompanhantes e a equipe de saúde. Nesse contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento, teste e validação de uma cápsula médica para atender pacientes acometidos pela COVID-19. Para tal, requisitos como baixo custo e fácil manuseio foram considerados para atender à demanda de infectados pelo vírus em localidades remotas da região amazônica e/ou onde há ausência de leitos de UTI e de ventiladores mecânicos para intubação orotraqueal. Idealizado e desenvolvido em uma parceria entre a SAMEL Planos de Saúde e o Instituto Conecthus - Tecnologia e Biotecnologia do Amazonas, o dispositivo intitulado "Cápsula Vanessa" foi pensado para ser utilizado em conjunto com o protocolo de VNI (ventilação não invasiva), conta com sistema de exaustão automático e filtros realizando a troca de CO₂, além de contar com o Kit Cabine, equipamentos de suporte ventilatório BiPaps (ventiladores mecânicos). Os resultados mostram que o grau de eficácia na proteção contra infecção por aerossóis, com a cabine de proteção, é satisfatório, implicando na consideração da cápsula Vanessa como método auxiliar a ser avaliado pela equipe de saúde. Saliente-se ainda que a observação médica dos pacientes avaliados constatou que o tratamento contra o vírus COVID-19, iniciado mais cedo com ventilação mecânica não invasiva, diminui o sofrimento do paciente e colabora positivamente para sua recuperação, isto em associação ao isolamento através da cápsula Vanessa.

PALAVRAS-CHAVE: COVID-19. Cápsula Médica. Ventilação Não Invasiva. Ventiladores Mecânicos.

ABSTRACT

Biological isolation capsules are commonly used equipment in the control and prevention of infectious diseases in hospitals. This type of equipment, combined with pre-established medical protocols, contributes significantly to the containment of highly transmissible pathogens such as COVID-19. Due to its hermetic isolation, the capsule provides greater safety for the patient, protecting companions and the healthcare team. In this context, this work presents the development, testing, and validation of a medical capsule to assist patients affected by COVID-19. For this purpose, requirements such as low cost and easy handling were considered to meet the demand for virus-infected individuals in remote locations in the Amazon region and/or where there is a lack of ICU beds and mechanical ventilators for orotracheal intubation. Designed and developed in partnership between SAMEL Health Plans and the Conecthus Institute - Technology and Biotechnology of Amazonas, the device called "Vanessa Capsule" was designed to be used in conjunction with the NIV (non-invasive ventilation) protocol, with an automatic exhaust system and filters for CO₂ exchange, as well as the Cabin Kit, BiPaps ventilatory support equipment (mechanical ventilators). The results show that the degree of efficacy in protection against aerosol infection with the protection cabin is satisfactory, implying consideration of the Vanessa Capsule as an auxiliary method to be evaluated by the healthcare team. It should also be noted that medical observation of the wevaluated patients found that early treatment with non-invasive

¹ Instituto Conecthus - Tecnologia e Biotecnologia do Amazonas.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

mechanical ventilation against the COVID-19 virus reduces patient suffering and positively contributes to their recovery, in association with isolation through the Vanessa Capsule.

KEYWORDS: COVID-19. Medical Capsule. Non-invasive ventilation. Mechanical Fans.

RESUMEN

Las cápsulas de aislamiento biológico son equipos comúnmente utilizados en el control y prevención de enfermedades infecciosas en el entorno hospitalario. Este tipo de equipos, combinados con protocolos médicos preestablecidos, contribuyen significativamente a la contención de patógenos altamente transmisibles, como el COVID-19. Debido a su aislamiento hermético, la cápsula proporciona una mayor seguridad al paciente, protegiendo a los acompañantes y al equipo de salud. En este contexto, este artículo presenta el desarrollo, prueba y validación de una cápsula médica para atender a pacientes afectados por COVID-19. Con este fin, se consideraron requisitos como bajo costo y fácil manejo para satisfacer la demanda de los infectados por el virus en lugares remotos de la región amazónica y/o donde hay ausencia de camas de UCI y ventiladores mecánicos para la intubación orotraqueal. Idealizado y desarrollado en asociación entre SAMEL Health Plans y el Instituto Conecthus - Tecnología y Biotecnología de Amazonas, el dispositivo titulado "Vanessa Capsule" fue pensado para ser utilizado en conjunto con el protocolo NIV (ventilación no invasiva), tiene un sistema de escape automático y filtros que realizan el intercambio de CO₂, además de tener el Kit de Cabina, Equipo de soporte ventilatorio BiPaps (ventiladores mecánicos). Los resultados muestran que el grado de efectividad en la protección contra la infección por aerosol, con la cabina protectora, es satisfactorio, lo que implica la consideración de la cápsula Vanessa como un método auxiliar para ser evaluado por el equipo de salud. También cabe destacar que la observación médica de los pacientes evaluados encontró que el tratamiento contra el virus COVID-19, iniciado antes con ventilación mecánica no invasiva, reduce el sufrimiento del paciente y contribuye positivamente a su recuperación, esto en asociación con el aislamiento a través de la cápsula Vanessa.

PALABRAS CLAVE: COVID-19. Cápsula médica. Ventilación no invasiva. Ventiladores mecánicos.

INTRODUÇÃO

O uso de cabines de segurança biológica aumentou drasticamente após o surgimento da pandemia de COVID-19. Esse equipamento consiste em uma cápsula de proteção laboratorial ventilada que permite ao paciente infectado pelo patógeno, um isolamento seguro e a equipe médica uma maior proteção contra aerossóis e microorganismos, decorrente do manuseio e tratamento do paciente.

Há no mercado diversos equipamentos voltados para segurança biológica, e com o surgimento da pandemia de COVID-19 a demanda por esses equipamentos, como já mencionado, aumentou exponencialmente, conseqüentemente também os custos.

No cenário atual, o tratamento de COVID-19 necessita de equipamentos eficazes para manuseio e isolamento do paciente infectado. Esse tipo de equipamento é desenvolvido em diversas configurações, oferecendo diferentes níveis de tecnologia em sua construção e operação.

A literatura nos mostra que o vírus morre em contato com sabão, água sanitária, e nas superfícies sobrevive por um curto período devido, à incidência de raios solares. No entanto, em pacientes infectados a situação da vítima contaminada é extremamente perigosa, o vírus permanece incubado e ativo por longo período como uma fonte de contaminação, (CARVALHO; TOUFEN; FRANÇA, 2007; SOMERSON, 1992).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Nesse contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma cápsula de proteção por aerossóis para pacientes com COVID-19 (Cápsula Vanessa). Pensada como uma solução rápida e economicamente viável para amenizar os impactos causados pela pandemia do novo Coronavírus no estado do Amazonas, Brasil, buscando e implementando soluções que atendam à população, mitigando a perda de vidas em função do vírus que acomete não só o estado, mas também todo território nacional.

Cabe ressaltar que este projeto faz parte das soluções rápidas desenvolvidas no Instituto Conecthus — Tecnologia e Biotecnologia do Amazonas para amenizar os impactos causados pela pandemia no estado do Amazonas, buscando e implementando soluções que atendam à população, mitigando a perda de vidas em função do vírus que acomete não só o Estado, mas também todo território nacional.

O equipamento foi desenvolvido de acordo com diretrizes estabelecidas pela norma ABNT NBR 7256 para tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde, tais como um ambiente de enfermagem ou uma sala de inalação. Entretanto, para a utilização da VNI (ventilação não invasiva), devido aos aerossóis gerados no processo de respiração mecânica, se fez necessário a criação de um microambiente que confine o vírus no próprio leito do paciente para evitar sua disseminação no ambiente maior. Dessa forma, a cápsula foi desenvolvida para encaixar diretamente ao leito do paciente evitando que, outros pacientes ou a equipe médica tenha contato direto com os aerossóis gerados pelo processo de ventilação mecânica não invasiva.

Este artigo continua da seguinte forma: A Seção 2 fornece uma visão geral dos principais conceitos que embasam a temática do estudo. A Seção 3 apresenta os principais materiais e métodos utilizados. A aplicação da cápsula proposta é apresentada na Seção 4. A seção 5 contém as conclusões, limitações, resultados e discussões.

Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é apresentar o desenvolvimento, teste e validação de uma cápsula médica para atender pacientes acometidos pela COVID-19, pensando em atender às demandas de infectados pelo vírus em localidades remotas da região amazônica e/ou onde há ausência de leitos de UTI e de ventiladores mecânicos para intubação orotraqueal.

Específico

- Desenvolver uma cápsula de proteção por aerossóis para pacientes com COVID-19;
- Implementar um sistema de exaustão automático e filtros realizando a troca de CO₂, além de contar com o Kit Cabine, equipamentos de suporte ventilatório BiPaps (ventiladores mecânicos);
- Avaliar o grau de eficácia na proteção contra infecção por aerossóis, com a cabine de proteção;



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

- Verificar a eficácia da cápsula Vanessa como método auxiliar de tratamento contra a COVID-19 em associação à ventilação mecânica não invasiva;
- Considerar a cápsula Vanessa como uma solução rápida e economicamente viável para amenizar os impactos causados pela pandemia do novo Coronavírus no estado do Amazonas, Brasil.

Justificativa

A pandemia de COVID-19 gerou uma grande demanda por equipamentos de segurança biológica no meio hospitalar, e com isso, houve um aumento exponencial nos custos desses equipamentos. O objetivo deste trabalho é apresentar uma solução rápida e economicamente viável para amenizar os impactos causados pela pandemia, atendendo às demandas de infectados pelo vírus em localidades remotas da região amazônica e/ou onde há ausência de leitos de UTI e de ventiladores mecânicos para intubação orotraqueal.

Problema

O tratamento de COVID-19 necessita de equipamentos eficazes para manuseio e isolamento do paciente infectado, e esse tipo de equipamento é desenvolvido em diversas configurações, oferecendo diferentes níveis de tecnologia em sua construção e operação. Além disso, a situação da vítima contaminada é extremamente perigosa, e o vírus permanece incubado e ativo por longo período como uma fonte de contaminação. Portanto, este trabalho busca apresentar uma solução eficaz e de baixo custo para atender às demandas de infectados pelo vírus em localidades remotas da região amazônica e/ou onde há ausência de leitos de UTI e de ventiladores mecânicos para intubação orotraqueal.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Princípios da ventilação mecânica

Para Somerson, (1992), "a ventilação mecânica constitui uma das bases terapêuticas da Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Este método de substituição da ventilação normal é comumente utilizado em pacientes com insuficiência respiratória grave, quando as funções de aspirar e distribuir o oxigênio nas células e exalar o dióxido de carbono do corpo pelos seus pulmões são comprometidas."

Ao ser prescrito esse procedimento pelo médico, o ato de respirar (troca gasosa) do paciente já está bastante comprometido, sendo necessário o dispositivo de ventilação para ajudar na sua respiração e no suprimento de oxigênio (SOMERSON, 1992; MAHASE, 2020).

O equipamento permite que o suprimento de oxigênio seja predeterminado, possibilitando ao paciente receber ar pressurizado na quantidade definida para sua fisiologia e comorbidade quando inspira, e menos pressão, ou nenhuma pressão, quando ele expira. Além disso, permite um alívio da demanda da musculatura respiratória, correção da acidose respiratória e proporciona um melhor



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

conforto respiratório com a diminuição do consumo de oxigênio (DAMASCENO, 2006; BARBOSA; ZANATTA; CAMPIOLO, 2020).

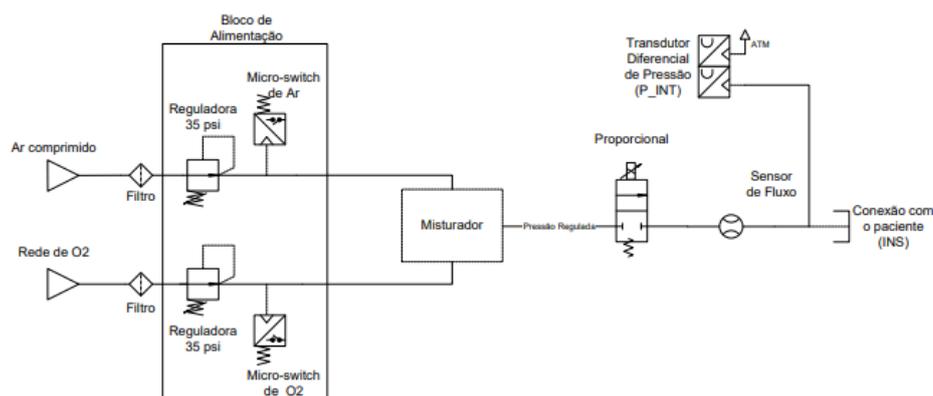
Os métodos de ventilação mecânica podem ser descritos como ventilação mecânica invasiva (VMI) e ventilação mecânica não invasiva. Na ventilação mecânica não invasiva, não há uso de dispositivos dentro da via aérea do paciente. Em vez disso, o paciente é submetido a cápsulas de isolamento, máscaras faciais ou nasais que, dependendo da gravidade, são configurados com ajustes personalizados de pressão inspiratória para ventilar o paciente e pressão positiva expiratória para auxiliar na efetividade da ventilação (CARVALHO; TOUFEN; FRANÇA, 2007).

Na ventilação mecânica invasiva, é utilizada uma prótese introduzida na via aérea do paciente, como um tubo oro ou nasotraqueal ou uma cânula de traqueostomia. Esses equipamentos são usados quando o paciente sofre um trauma grave, diminuição do nível de consciência, lesão por inalação em incêndios, lesão nos pulmões causadas por patógenos infecciosos, incapacidade de proteger a via aérea, instabilidade hemodinâmica, entre outras situações (MENG et al., 2020; TRUOG; MITCHELL; DALEY, 2020).

Sistema gerador de fluxo inspiratório

O fluxo respiratório na maioria dos equipamentos de ventilação mecânica é controlado por um gerador de fluxo que consiste em um conjunto de válvulas pneumáticas (Figuras 1 e 2) reguladoras de pressão e vazão, permitindo a combinação ajustável das porcentagens de ar comprimido e oxigênio de modo mecânico ou eletrônico (TURRIN, 2011).

Figura 1. Diagrama de conexões do gerador de fluxo com misturador mecânico

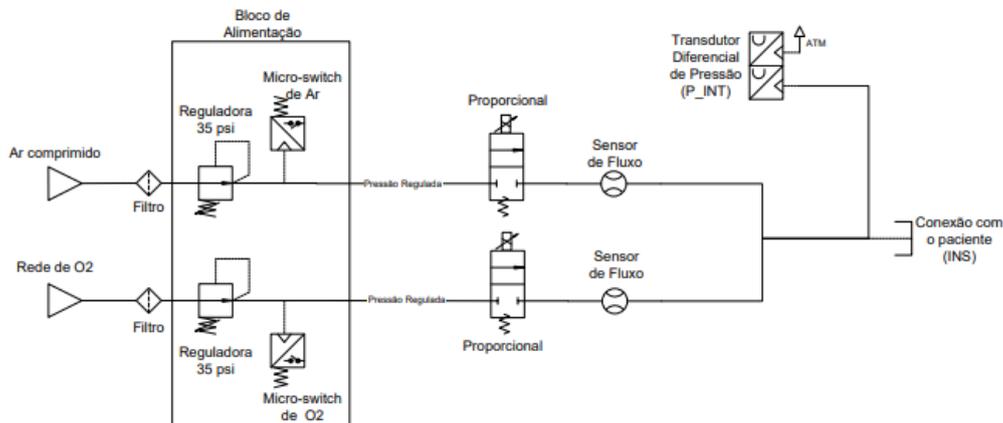




RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Figura 2. Diagrama de conexões do gerador de fluxo com misturador eletrônico



Os mecanismos apresentados nas Figuras 1 e 2 possibilitam ao misturador o ajuste da pressão de cada gás de forma a atingir a concentração de oxigênio desejada, mantém a referência de pressão de entrada enquanto a válvula proporcional, comandada pelo ventilador, abre a passagem para o fluxo (TURRIN, 2011; RANNEY; GRIFFETH; JHA, 2020).

Controles do sistema de fluxo inspiratório

Os principais equipamentos e sistemas para controle do fluxo inspiratório seguem as especificações de desempenho para equipamentos eletromédicos presentes nas normas exigidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e demais órgãos governamentais.

A norma específica de ventilação mecânica exigida no Brasil é a ABNT NBR IEC 60601-2-12 (2004) para ventiladores de UTI. Sua abrangência engloba a segurança básica e o desempenho essencial dos ventiladores, em combinação com seus acessórios, doravante denominados equipamentos destinados à utilização em ambientes de cuidado crítico em hospitais ou destinados à utilização em transporte em uma unidade hospitalar.

Já a norma ABNT NBR IEC 60601-2-13 (2004) é destinada à prescrição de segurança e desempenho essenciais para um sistema de anestesia, bem como dispositivos médicos e eletromédicos individuais projetados para uso em um sistema de anestesia (ABNT, 2014).

O foco principal das normas voltadas para essa área são os erros máximos permitidos na medição de pressão, fluxo e volume, requisitos de segurança e padronização de símbolos, mensagens de alerta e alarmes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento da cápsula médica seguiu os seguintes passos metodológicos para a prova de conceito, implementação, validação e ambiente real:

- Projeto Mecânico 3D do Produto e Conceito de Embalagem Otimizada;
- Prototipação em Laboratório (TRL4);



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

- Prototipação com Teste em Campo (TRL5);
- Produto Mínimo Viável (TRL6);
- Mudanças de Projeto para adequação aos requisitos de equipe médica;
- Otimização do Projeto visando o Processo de Fabricação;
- Setup e Validação do Processo e Produto por meio de Lote Piloto de 2000 peças (TRL7).

Requisitos do sistema/cápsula

Requisitos Funcionais (F) e os Requisitos não- funcionais (NF), Requisitos de Qualidade (Q) e Requisitos de Segurança (S) do produto.

Tabela 1. Requisitos da capsula

Requisitos		
Item	Descrição	Tipo
1	Vazão de exaustão maior que 5m ³ /h	F
2	Concentração de Co ₂ inferior a 5000ppm	F
3	Temperatura interna ≤ Temperatura externa + 3C	S
4	Umidade interna < = Umidade externa + 10%	S

O desenvolvimento da Cápsula teve como premissa a utilização, em sua maioria, de materiais disponíveis em prateleiras para facilitar sua reprodução por outros hospitais e centros médicos. Isso foi pensado para auxiliar na aquisição rápida de seus insumos e permitir que o projeto pudesse ajudar o maior número possível de pessoas em todos os estados do Brasil.

A necessidade de ser composta por itens de baixo orçamento se deu em função da alta demanda da saúde pública e privada por ferramentas para auxiliar no combate à doença em meio à pandemia, que afeta todas as faixas etárias. As Tabelas 2 e 3 apresentam as listas de materiais utilizados.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Tabela 2. Peças da Estrutura em PVC com Capa Plástica

Ref.	Descrição	Uni. Medida Processo	QTD Utiliza no processo
1	Estrutura da Cabine em PVC de 3/4		
1.1	Tubo PVC Soldável 3/4" (20mm) 6MT	PÇ	1,5
1.1.1	Tubo PVC 3/4" 3x817mm (2451mm)	PÇ	3
1.1.2	Tubo PVC 3/4" 2x708mm (1416mm)	PÇ	2
1.1.3	Tubo PVC 3/4" 2x642mm (1284mm)	PÇ	2
1.1.4	Tubo PVC 3/4" 4x500mm (1924mm)	PÇ	4
1.1.5	Tubo PVC 3/4" 6x37mm (222mm)	PÇ	6
1.2	Joelho 90° PVC Soldável 3/4" (20mm)	PÇ	8
1.3	T PVC Soldável 3/4" (20mm)	PÇ	6
2	Revestimento da Cabine na cor branca		
2.1	Tinta 41 A0 Branco 50 Atoxica	Kg	0,13
2.2	Diluyente 7B8	L	0,13
3	Cobertura de Plástico Transparente		
3.1	Plástico transparente 0,4 mm	M	3,76
3.1.1	Plástico transparente lateral (2 peças 700 x 1080mm)	M	1,08
3.1.2	Plástico transparente traseiro/superior/frontal (1 peça 890 x 2680mm)	M	2,68
3.2	Linhasita 100% Poliamida NZ-40/80g cor: Branco alv	g	4
3.3	Costura da capa	PÇ	1
3.4	Zipper 0,80M	PÇ	2
4	Base usinada		
4.1	Base usinada em PVC / Poliacetal 325mm x 170mm	PÇ	1



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Tabela 3. Peças para a montagem do sistema de exaustão

Ref.	Descrição	Uni. Medida processo	QTD. Utilizada no processo
4	Montagem do KIT de Exaustão		
4.1	Cap PVC 100mm DE 107,6mm	PÇ	1
4.2	Adaptador Bomba de Sucção em PVC	PÇ	1
4.3	Bucha para Cap	PÇ	3
4.4	Base em PVC	PÇ	1
4.5	Bucha para base	PÇ	3
4.6	Interruptor para Cabo de Abajur 10A 250V abertura p/ cabo	PÇ	1
4.7	Termo Retrátil preto Ø 5mm	M	0,06
4.8	Fita isolante 17mm x 30m	M	0,04
4.9	Parafuso Abaulado Allen/ Philips Zincada M4x40mm	PÇ	4
4.10	Porca sextavada inox M4	PÇ	4
4.11	Cabo de alimentação tipo 8 (entre 1,5m e 2,0m)	PÇ	1
4.12	Etiqueta de identificação de tensão 110V p/ cabo de alimentação	PÇ	1
4.13	Exaustor ITC Turbo BR40mm ED041	PÇ	1
4.14	Parafuso Abaulado Philips Auto-Atarraxante 4,2x19	PÇ	4

Tabela 4. Dimensões da Cápsula montada

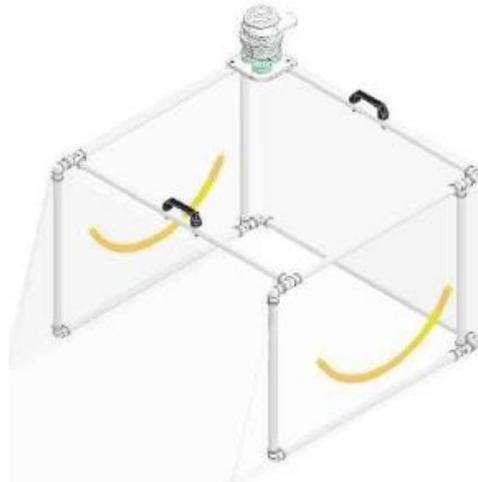
Unidade de medida	Dimensões
0,88 m	Largura
0,88 m	Comprimento
0,70 m	Altura
0,54m ³	Volume



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Figura 3. Cabine Vanessa com todos seus componentes e periféricos



- Filtros HME: filtro bidirecional, com entrada para capnógrafo, acompanhado de traqueia corrugada, com volume interno entre 55 e 61 ml, peso máximo de 35 gramas, volume corrente de 150 a 1500ml, composto de membranas higroscópica (HME) e elemento filtrante hidrofóbico, com 99,99% de eficácia de barreira bacteriana e viral. Estéril, descartável, uso único, atóxico, envelope pouch, com papel apto a esterilização por ETO, abertura em pétala, promovendo barreira microbiana e abertura asséptica.
- Motor Axial: escrever texto aqui, escrever texto aqui, escrever texto aqui, escrever texto aqui, escrever texto aqui;
- Plástico (lona de vinil) de 0,04mm: escrever texto aqui, escrever texto aqui;
- Tubos PVC: de 1/2 e 3/4 polegadas, para solda – encaixa manual.

O primeiro conceito fabricado consistiu em uma cápsula com estrutura formada por tubos e conexões de PVC de 3/4 polegadas pintados de branco, puxadores de poliamida e uma lona de vinil costurada sobre a estrutura. Inicialmente, a cápsula ainda não possuía um sistema de exaustão.

Através de ensaios, observou-se que a cápsula deveria ter um sistema de exaustão para troca de ar em seu interior, melhorando o conforto térmico do paciente. A saída de ar deveria ser protegida por filtros de retenção viral para evitar que o vírus fosse lançado no ambiente.

Posteriormente, o protótipo inicial foi melhorado, contando com um sistema de exaustão produzido em peças de PVC, que suportava uma ventoinha axial de 120x120mm alocada no canto da estrutura. Um filtro HME e um suporte fabricado em impressora 3D foram adicionados para direcionar o ar contaminado para fora.

O sistema de exaustão tem como principal função sugar todas as partículas contidas na cabine para uma filtragem eficaz, contendo o vírus em filtros próprios e estabelecendo uma melhor sensação para o paciente. Na cabine, o sistema de exaustão realiza a troca de ar. O sistema é



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

composto por um exaustor ITC Turbo BR40mm, um adaptador usinado em PVC, um cap de 100mm e buchas usinadas em PVC, conforme a Figura\ref{Figura0}. Esse sistema foi idealizado para ser instalado após os filtros HME. Dessa forma, os filtros fazem a interconexão entre o sistema de exaustão e a estrutura em PVC, conforme a Figura 4.

Figura 4. Sistema de exaustão da cápsula



A Figura 5 apresenta o processo de desenvolvimento da cápsula, com protótipos viáveis que evoluíram em curto prazo de tempo, demonstrando resultados aperfeiçoados até a sua última versão (4.0).

Figura 5. Evolução do projeto



O principal objetivo da estrutura de PVC com cobertura plástica é enclausurar o ar expirado pelo paciente, formando uma cápsula capaz de conter o vírus em seu interior. A estrutura é coberta



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

por uma capa plástica transparente que permite que o paciente seja visualizado facilmente pela equipe médica, facilitando a execução dos procedimentos clínicos de maneira segura para todos.

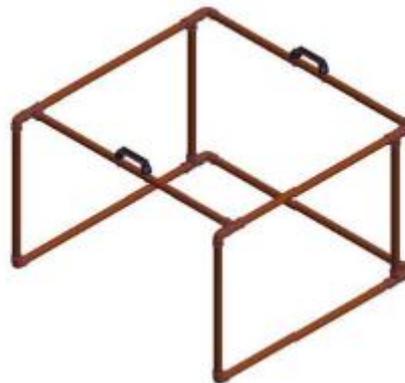
Para permitir que a equipe médica possa inclinar o leito sem a necessidade de remover ou movimentar desnecessariamente a cápsula, a mesma foi desenvolvida para se adaptar sob a parte móvel do leito hospitalar (maca), contendo o vírus em seu interior através de filtros. Além disso, foram providas aberturas laterais com zíper para que a equipe possa ter acesso ao paciente sem precisar retirar a cápsula, facilitando seu manuseio.

A estrutura foi desenvolvida utilizando canos de PVC soldáveis de $\frac{3}{4}$ de polegada, além de joelhos e T's também de PVC.

Figura 6. Principais componentes utilizados em sua construção (Tubo, T e joelho em PVC)



Figura 7. Construção da estrutura em PVC





RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Figura 8. Construção final da estrutura em PVC



Para garantir a segurança do paciente e evitar riscos decorrentes de uma entrega incorreta de energia ou substâncias, foram seguidos os parâmetros estabelecidos na ABNT NBR ISO 80601-2-12 norma que regulamenta a fabricação e uso de ventiladores pulmonares no Brasil, para determinar a alimentação elétrica do equipamento.

3 RESULTADOS

Aplicação da cápsula proposta

Para realizar o teste de vedação da cápsula, utilizou-se um gerador de fumaça no interior e verificou-se a existência de fugas de fumaça utilizando luz. Quando se constatava que a fumaça não escapava pelos pontos de contato do sistema de exaustão da cápsula, o produto era considerado validado, conforme as Figuras 9 e 10.

Figura 9. Verificação de vedação da cápsula





RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

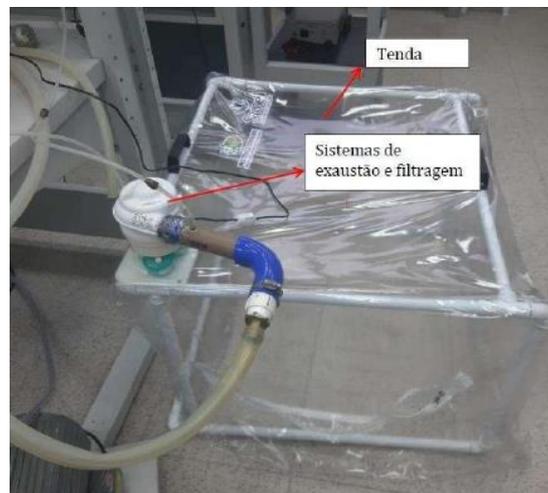
DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Figura 10. Inspeção de qualidades após a produção da Cápsula



Os ensaios realizados tiveram por objetivo caracterizar a operação da cápsula e fornecer subsídios para eventuais melhorias de projeto. Os ensaios se concentraram em determinar as condições operacionais de vazão, pressão interna, temperatura e umidade internas, pressão e níveis de CO₂. Conforme a Figura 11.

Figura 11. Cabine Vanessa com sistema de medição instalado



A tenda montada em uma armadura de tubos de PVC com aproximadamente 0,85 x 0,85 x 0,6 m (cerca de 0,43 m³) internamente, coberta por uma lona plástica de vinil com uma abertura de zíper na lateral para facilitar o contato com o paciente. Na parte superior da tenda são colocados 3 filtros hepa 14, em paralelo, e um exaustor.



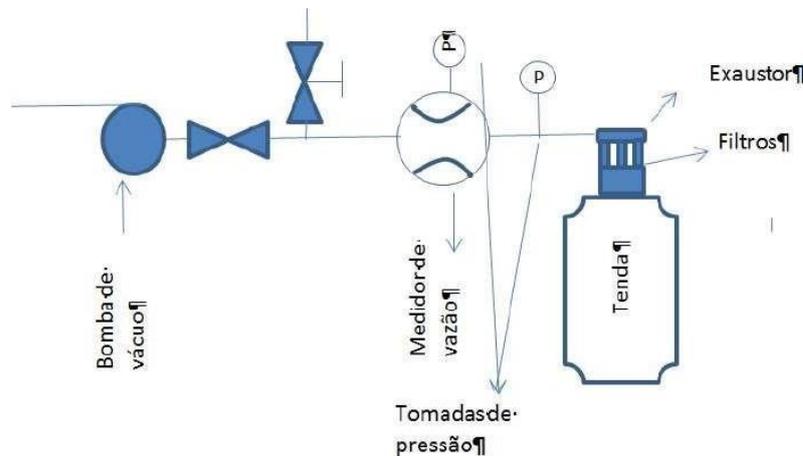
RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Testes de vazão

Os testes de capacidade de vazão foram realizados com a tenda montada, adaptando um tubo na saída do sistema de exaustão e conectando esse tubo a um sistema de medição de vazão e a uma bomba de vácuo com regulagem. Logo na saída do sistema de exaustão foi colocado um sensor de pressão. A Figura 12 mostra um esquema da montagem experimental.

Figura 12. Diagrama do funcionamento da cabine



Durante os ensaios, para simular a condição normal de operação do sistema de exaustão, em que o ar é liberado diretamente para o ambiente, ajustou-se a bomba de vácuo de forma que a pressão na saída do sistema de exaustão ficasse próxima de zero, compensando assim a perda de carga do sistema de medição de vazão.

Para simular outras condições de operação, como um aumento na perda de carga nos filtros ou uma maior pressão negativa na tenda, foram criadas perdas de carga nas entradas do sistema de captação de ar no interior da tenda. Lembrando que há 3 filtros HEPA posicionados na parte superior da tenda que captam o ar do interior, os testes foram realizados em 3 condições operacionais:

- Todas as entradas dos filtros abertas. Designada como condição 0;
- Uma entrada de filtro fechada. Designada como condição 1;
- Duas entradas de filtros fechadas. Designada como condição 2.

Teste da pressão interna na tenda

Nesse teste, a tenda foi montada com o seu sistema de exaustão ligado. Em um primeiro momento, a pressão interna foi medida em um único ponto central no interior da tenda, sem nenhuma vedação extra, e posteriormente um plástico bolha foi adicionado.

Um técnico do Laboratório de Vazão deitou-se no interior da tenda e ajustou as lonas plásticas nas laterais e na área das pernas da melhor maneira possível, a fim de evitar vazamentos. Para uma melhor verificação da capacidade da tenda, foi realizada uma vedação minuciosa, utilizando plástico bolha.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Em três situações, a vedação da tenda foi verificada:

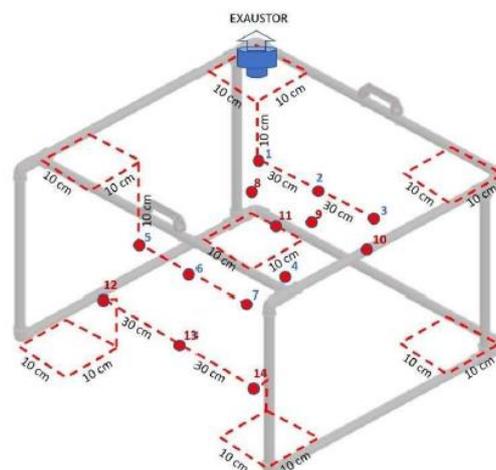
- Sem nenhuma vedação especial (medição em um único ponto);
- Com uma pessoa na tenda, passando plástico bolha por baixo (medição em 14 pontos, conforme Figura 14);
- Com uma pessoa na tenda, passando plástico bolha por baixo e passando uma fita para vedar melhor a carcaça do ventilador (medição em 14 pontos, Figura 14).

O técnico então realizou a medição da pressão interna em diversos pontos distribuídos no interior da tenda. A figura apresenta uma foto do ensaio da tenda com o técnico medindo as pressões, e a Figura 13 mostra os pontos no interior da tenda onde a pressão foi medida. O objetivo foi verificar qual a pressão interna média na tenda.

Figura 13. Técnico realizando as medições no interior da cabine



Figura 14. Pontos onde foram coletadas as medições





RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Teste de temperatura e umidade

Neste teste, foram verificadas as condições de temperatura e umidade no interior da tenda, que seriam significativamente alteradas com a presença de uma pessoa ocupando-a.

A metodologia utilizada foi similar à do ensaio anterior, com um técnico ocupando a tenda durante um certo período e utilizando um equipamento de medição.

Para este ensaio, um técnico ocupou a tenda e foram realizadas medições de temperatura e umidade relativa do ar no interior da tenda por 60 minutos, período suficiente para que essas condições ficassem estáveis. Após esse período, a tenda foi desocupada mantendo o sistema de exaustão ligado, e após mais 30 minutos, as condições foram medidas novamente na tenda. As condições externas de temperatura e umidade também foram monitoradas para referência.

A Tabela 5 apresenta os resultados dos testes de temperatura e umidade, a condição inicial relatada no tempo 0 se refere às condições ambientais locais.

Tabela 5. Resultados dos testes de temperatura e umidade

Condições	Tempo de ocupação (min.)	Temperatura (°C)	Umidade (%)
Uma pessoa no interior da tenda	0	23,6	67,6
	30	26,3	72,6
	60	26,6	72,4
Tenda vazia media após 30 min*		24	64,9

Os dados analisados mostram que a temperatura ficou estável em cerca de 2,5 °C acima da ambiente e a umidade ficou estável em cerca de 5 % a 7 % acima da ambiente.

Teste de CO₂

Esse teste foi realizado para verificar o quanto as concentrações de CO₂ seriam afetadas quando a cápsula estivesse ocupada por uma pessoa.

A metodologia aplicada é semelhante à aplicada no ensaio anterior. O técnico mediu o nível de CO₂ no ambiente antes de ocupar a tenda e durante a ocupação da tenda com o sistema de exaustão ligado, medindo o índice de CO₂ por cerca de 60 minutos até que houvesse uma estabilização dessa concentração no interior da cápsula. Conforme a Tabela 6.

Tabela 6. Resultados obtidos no ensaio de CO₂

Condição	Tempo de ocupação (min)	Concentração de CO ₂ (ppm)
Uma pessoa no interior da tenda	0	0
	30	2582
	60	2279
Tenda vazia após 30 min da saída da pessoa da tenda		0



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Tabela 7. Medidas relatadas em ppm referente a concentração e volume

Hora	CO2 ppm	Patm	Obs.
HH:MM	ppm*	(kPa)	
11:30	470	93,16	Tenda sem ocupação
11:35	463		Ocupação pelo técnico
11:45	2273		Ocupação pelo técnico
11:50	3266		Ocupação pelo técnico
11:55	3092		Ocupação pelo técnico
12:00	3062		Ocupação pelo técnico
12:05	2930		Ocupação pelo técnico
12:10	3084		Ocupação pelo técnico
12:15	3276		Ocupação pelo técnico
12:20	3430		Ocupação pelo técnico
12:25	3383		Ocupação pelo técnico
12:30	3549		Ocupação pelo técnico
12:35	3484		Ocupação pelo técnico
12:40	2871	92,99	Ocupação pelo técnico
12:45	3261		Ocupação pelo técnico

Condições gerais dos ensaios

Todos os ensaios de vazão foram realizados com ar ambiente do laboratório.

As vazões de ar relatadas neste documento estão referenciadas às condições de pressão e temperatura de operação indicadas nas tabelas.

As condições ambientais médias foram de:

- Pressão atmosférica: $(93,9 \pm 0,5)$ kPa
- Temperatura ambiente: $(21,4 \pm 1,4)$ °C
- Umidade relativa: (70 ± 6) %

Incertezas

Nesse ensaio são consideradas as seguintes incertezas expandidas das medidas:

- Pressão: 20 Pa. No caso das medições em geral;
- Pressão: 0,4 Pa. No caso da medição do interior da tenda pressão: 150 Pa, no caso da pressão atmosférica local;
- Vazão: 0,85 % da leitura;
- Temperatura: 0,2 °C;
- Temperatura no interior da tenda: 0,3 °C;
- Umidade relativa: 2 %;



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

- Medidas de CO₂: 20 ppm.

Denominações

Para as pressões foram adotadas as seguintes denominações:

- Pv – Pressão de ar medida na saída do ventilador Ps – Pressão medida na tomada do filtro;
- Pp – pressão no padrão de medição de vazão Q- Vazão do sistema;
- Tp- Temperatura do ar no medidor de vazão Patm – Pressão atmosférica local;
- UR – Umidade relativa do ar ambiente Tamb – Temperatura ambiente;
- As pressões serão relatadas em Pascal (SI).

Resultados ensaios de vazão da Cápsula

Os ensaios de vazão mostram que todos os sistemas testados conseguem atingir pelo menos 10 renovações de ar por hora no ambiente da tenda, mesmo considerando que a perda de carga aumente com o uso do filtro. Essa renovação pode chegar a 20 vezes quando o sistema está com a perda de carga inicial.

Com os devidos cuidados com a vedação, colocando-se o plástico por baixo e com o ajuste das lonas quando o paciente estava deitado, foi possível obter pressões inferiores a -2,5 Pa. Como exemplo comparativo, a ABNT NBR 7256:2005 se refere a pressões diferenciais de 2,5 Pa para salas cirúrgicas.

Os ensaios de temperatura e umidade mostraram um aumento de cerca de 2,5 °C em relação à temperatura ambiente com o uso contínuo da tenda nas vazões maiores, e a umidade relativa do ar aumentou em cerca de 5 a 7%.

A ANVISA estabelece que os índices de CO₂ devem ser inferiores a 1000 ppm. Nesse sentido, as medidas foram bem superiores a esse valor. Cabe lembrar que as conclusões e resultados apresentados são válidos apenas para as amostras ensaiadas.

Na Tabela 8 e 9 apresentamos um resultado obtido com a cápsula Vanessa 2 e 10, e a Figura 7 mostra uma foto do ensaio.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Tabela 8. Resultados obtido com a cápsula Vanessa 2

Condições	PV(Pa)	PS(Pa)	PP(Pa)	TP(°C)	Q(m³/h)	Patm(Kpa)	Tamp(°C)	UR(%)
0	-2,35	-9,11	-44,91	21,7	10,97	94,02	21,47	70,69
0	-2,52	-9,1	-44,99	21,8	10,95	94,01	21,52	70,58
0	-2,92	-9,09	-44,97	21,9	10,93	94,01	21,55	70,37
1	-2,63	-9,36	-16,35	21,4	6,88	93,95	21,9	68,86
1	-4,24	-9,28	-15,76	21,6	6,79	93,95	21,9	69,11
1	-2,93	-9,36	-16,23	21,8	6,85	93,95	21,95	68,88
2	-2,29	-12,37	-9,36	21,8	5,1	93,93	22,06	68,32
2	-2,53	-12,31	-9,19	22,1	5,09	93,92	22,11	68,25
2	-2,36	-12,3	-9,2	22,3	5,09	93,91	22,1	68,33

Considerando que a tenda possui cerca de 0,43 m³ esses valores representam uma taxa de renovação de ar de cerca de 23 vezes por hora na condição de operação e 18 na condição de um filtro totalmente bloqueado.

Tabela 9. Resultados obtido com a cápsula Vanessa 10

Condições	PV(Pa)	PS(Pa)	PP(Pa)	TP(°C)	Q(m³/h)	Patm(Kpa)	Tamp(°C)	UR(%)
0	-1,1	-10,1	-32,6	22,6	9,89	93,61	21,83	67,1
0	-1,5	-10,1	-37,7	22,8	9,91	93,61	21,84	67,21
0	-1,7	-10,1	-32,5	22,9	9,89	93,61	21,86	67,08
1	-2,3	-9,7	-21,2	20,8	7,91	93,96	20,07	72,23
1	-1,7	-9,7	-21	21	7,92	93,96	20,18	72,06
1	-2	-9,7	-21,2	21	7,91	93,97	20,23	72
2	-2,4	-9,8	-12,5	20,9	6,05	93,97	20,37	72,42
2	-1,9	-9,9	-12,8	21,1	6,09	93,98	20,42	72,24
2	-2	-9,9	-12,8	21,2	6,09	93,98	20,45	72

Considerando que a tenda possui cerca de 0,43 m³ esses valores representam uma taxa de renovação de ar de cerca de 25 vezes por hora em condições normais. Com apenas 2 filtros operando, ou seja, um filtro totalmente bloqueado simulando uma condição de aumento de perda de carga no sistema por entupimento ou mesmo saturação de um filtro, ainda assim, a renovação fica em torno de 15 vezes por hora.

Teste de ruído

A medição do nível de pressão sonora produzido por equipamentos buscou determinar o nível de pressão sonora gerada pelo equipamento, conforme o método a seguir.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Método utilizado

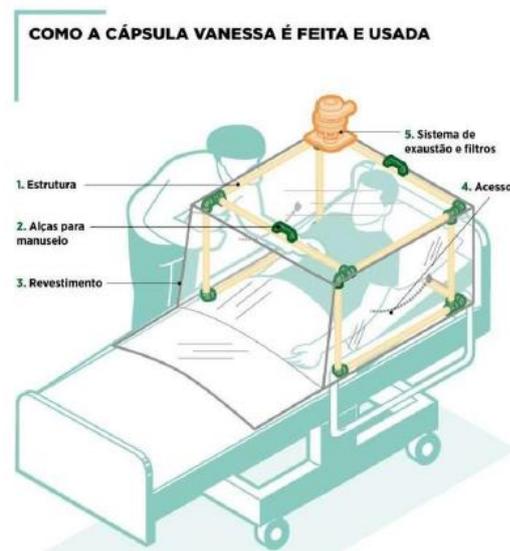
A norma ABNT NBR 7256:2005 "Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) - Requisitos para projeto e execução de instalações" não estabelece métodos de medição de ruído e qual grandeza deve ser avaliada, ou seja, se o nível de pressão sonora ou nível de potência sonora. Dessa forma, foi adotado o procedimento de medição definido na norma ISO 11203:1995 - "Acoustics - Noise emitted by machinery and equipment - Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions from the sound power levels", que compreende:

- Medição do nível equivalente de pressão sonora, LAeq, a uma distância de 1 metro da fonte geradora de ruído, a uma altura média de aproximadamente 1,7 m, onde estariam posicionadas as cabeças das pessoas que compõem a equipe médica de atendimento;
- As medições foram feitas em cinco pontos ao redor do equipamento e foram determinados, os valores máximos e mínimos, na faixa de 12,5 Hz a 16000 Hz. Para as medições foi adotado tempo de integração de 500 ms.
- São apresentados também os espectros em 1/3 oitava dos níveis de pressão sonora na posição em que cada equipamento apresentou maior nível equivalente de pressão sonora LAeq.

Validação da capsula *in loco*

A aplicação e testes *in loco* da capsula foram realizados em um hospital da cidade Manaus. A Figura 15 ilustra a montagem da cápsula *in loco*, já a Figura 16 apresenta a cápsula em uso na Unidade de Terapia Intensiva.

Figura 15. Cápsula em uso





RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

Figura 16. Cápsula em uso na Unidade de Terapia Intensiva



A validação cápsula de proteção por aerossóis envolveu passos importantes para garantir a eficácia do dispositivo. As etapas principais incluíram:

1. **Seleção de um local adequado:** foi selecionado um hospital de Manaus onde havia muitos pacientes infectados pela COVID-19 para validar a eficácia da cápsula. Esse local era seguro para o pessoal envolvido e possuía a infraestrutura necessária para o teste.
2. **Teste com manequins:** antes de usar a cápsula em pacientes reais, foram realizados testes com manequins para simular as condições do ambiente hospitalar. Esses testes ajudaram a verificar se a cápsula era capaz de reter os aerossóis e proteger o paciente e o pessoal envolvido.
3. **Teste com pacientes reais:** depois de testar a cápsula com manequins, a cápsula foi testada com pacientes reais. Durante esse teste, foi monitorado o paciente para garantir que a cápsula estivesse protegendo o paciente adequadamente, também foram monitorados o pessoal envolvido para garantir que eles estejam seguros.
4. **Avaliação da eficácia:** após o teste, foi avaliada a eficácia da cápsula. Os resultados do teste foram analisados para verificar se a cápsula protegeu o paciente e o pessoal envolvido adequadamente.
5. **Verificação da conformidade regulatória:** antes de usar a cápsula em um ambiente clínico, foi verificado se ela estava em conformidade com os regulamentos locais e nacionais.

Essas são algumas das etapas que podem ser necessárias para realizar a validação in loco da cápsula de proteção por aerossóis para pacientes infectados pela COVID-19. É importante seguir todos os protocolos e normas de segurança para garantir que o teste seja realizado com segurança e eficácia.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

4 CONCLUSÕES

Limitações da pesquisa

O escopo do projeto apresentou algumas limitações. A pandemia de COVID-19 afetou significativamente a pesquisa, uma vez que uma sequência de bloqueios atrasou o cronograma. Além disso, todas as atividades comerciais no estado foram fechadas por decisão do governo do Amazonas, tornando a logística e a aquisição de insumos praticamente impossíveis através de contatos com empresas que se ofereceram para ajudar no fornecimento. Apesar dessas complicações, conseguimos encontrar uma solução para fabricar todos os conjuntos necessários nas instalações do Instituto Conecthus, utilizando a oficina de ferramentas disponível.

Discussão

O sistema desenvolvido apresentou alguns pontos significativos que contribuíram para o sucesso do projeto.

Pontos fortes:

- Menos peças para fabricar o sistema de exaustão, evitando falhas nas conexões e vazamentos indesejados;
- Mais fácil de montar, tornando o sistema incapaz de realizar montagem errada;
- Vedação simplificada de todos os sistemas;
- Aumento da vazão e circulação de ar.

Resultados:

- Vazão: 90 L/min;
- Trocas: ~ 13.

Mais de duas mil cápsulas (2200) foram fabricadas como piloto para o projeto, e sua utilização hospitalar foi denominada de "ventilação não invasiva". Muitas intubações orotraqueais foram evitadas com a aplicação da proteção, e o projeto foi considerado um sucesso.

O Hospital de Campanha Gilberto Novaes se beneficiou muito desse projeto, divulgando resultados em diversos canais de comunicação e chegando a receber cerca de 750 pacientes durante todo o período de funcionamento. A taxa de mortalidade no local foi de 19%.

5 CONSIDERAÇÕES

Na busca por soluções para a pandemia, a cápsula desenvolvida teve como premissa a utilização de materiais prontamente disponíveis para facilitar sua reprodução por outros hospitais e centros médicos, com o objetivo de ajudar o maior número de pessoas possível em todos os estados do Brasil.

Através de ensaios, percebeu-se que a cápsula precisava de um sistema de exaustão para troca de ar em seu interior, proporcionando mais conforto térmico ao paciente. Além disso, a saída de



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

ar deveria ser protegida por filtros de retenção viral para evitar a propagação do vírus no ambiente. A urgência no cuidado de pessoas infectadas no estado do Amazonas exigiu que o projeto fosse construído de forma rápida.

Durante essa corrida, um dos principais desafios foi garantir a segurança do Instituto Conecthus, que abrigou a equipe de profissionais da saúde responsáveis pelo acompanhamento e análise dos resultados. Tudo isso foi feito com o objetivo de preservar a saúde dos colaboradores e pesquisadores, que se dedicaram ao sucesso dessa iniciativa.

Adicionalmente, a cápsula de ventilação não invasiva desenvolvida para atender as demandas do Hospital de campanha Gilberto Novaes, obteve resultados positivos, o que contribuiu para evitar muitas intubações orotraqueais e reduzir a taxa de mortalidade no local significativamente. Esses resultados foram divulgados em diversos canais de comunicação, permitindo que outras instituições médicas também pudessem se beneficiar da cápsula, promovendo assim um impacto positivo na luta contra a pandemia. É gratificante ver como uma iniciativa tão simples e rápida pode ajudar a salvar vidas e contribuir para a saúde pública em um momento tão crítico para o país.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO. Medical electrical equipment part 2-12: Particular requirements for basic safety and essential performance of critical care ventilators. [S. l.]: ANBT, 2014.

BARBOSA, L. D.; ZANATTA, G.; CAMPIOLO, E. L. O uso de ventiladores na pandemia do COVID-19 The use of ventilators in COVID-19 pandemic Uso de ventiladores na pandemia. **Interam J Med Health**, v. 3, p. e202003052, 2020.

CARVALHO, C. R. R.; TOUFEN JUNIOR, C.; FRANÇA, S. A. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. **J Bras Pneu mol.**, v. 33, 2007.

DAMASCENO, M. P. C. D.; DAVID, C. M. D.; SOUZA, P. C. S. P.; CHIAVONE, P. A.; CARDOSO, L. T. Q.; AMARAL, J. L. G.; SILVA, E. T. N. B.; LUIZ, R. R. Ventilação mecânica no brasil: aspectos epidemiológicos. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 18, n. 3, jul. 2006.

MAHASE, E. Covid-19: most patients require mechanical ventilation in first 24 hours of critical care. **Br Med J.**, 24 mar. 2020. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.m1201>.

MENG, L.; QIU, H.; WAN, L.; AI, Y.; XUE, Z.; GUO, Q.; DESHPANDE, R.; ZHANG, L.; MENG, J.; TONG, C.; LIU, H.; XIONG, L. Intubation and Ventilation amid the COVID-19 Outbreak: Wuhan's Experience. Special section: COVID-19. **Anesthesiology**, v. 132, p. 1317-1332, 2020. doi: <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003296>.

RANNEY, M. L.; GRIFFETH, V.; JHA, A. K. Critical Supply Shortages - The Need for Ventilators and Personal Protective Equipment during the Covid-19 Pandemic. **N Engl J Med** [Internet]. 30 abr. 2020.

SOMERSON, S. J.; SICILIA, M. R. Historical perspectives on the development and use of mechanical ventilation. **AANA J**, v. 60, n. 1, p. 83-94, 1992.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

DESENVOLVIMENTO DE UMA CÁPSULA DE PROTEÇÃO POR AEROSSÓIS PARA PACIENTES COM COVID-19
Isomar Lima da Silva, Roberto Maia Augusto, Aristeu Jonatas Leite de Oliveira

TRUOG, R. D.; MITCHELL, C.; DALEY, G. Q. The Toughest Triage - Allocating Ventilators in a Pandemic. **N Engl J Med** [Internet], 23 mar. 2020. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp2005689>.

TURRIN, B. B. **Projeto e desenvolvimento de um sistema de controle para um dispositivo de ventilação mecânica pulmonar.** [S. l.: s. n.], 2011.