

Solução portátil para população com hipertensão pulmonar: o Oxicart

Portable solution for population with pulmonary hypertension: Oxicart

DOI:10.34119/bjhrv6n6-491

Recebimento dos originais: 10/11/2023

Aceitação para publicação: 11/12/2023

Beatriz Ribeiro de Toledo

Graduada em Moda

Instituição: Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas e Comunicação (FCSAC)

Endereço: Av. Shishima Hifumi 2911, Urbanova, São José dos Campos – SP,

CEP: 12209-010

E-mail: beatriz.ritoledo@gmail.com

Paulo Roxo Barja

Doutor em Ciências

Instituição: Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo (FEAU)

Endereço: Av. Shishima Hifumi 2911, Urbanova, São José dos Campos – SP,

CEP: 12209-010

E-mail: barja@univap.br

RESUMO

A hipertensão pulmonar (HP) consiste na elevação da pressão arterial ao ponto de afetar as artérias dos pulmões, comprometendo a capacidade respiratória. Os sintomas incluem tontura e sensação de pressão no peito, aliada à falta de ar, e tendem a piorar com a idade. Aproximadamente dois milhões de brasileiros apresentam quadro de HP, das quais ao menos 100.000 desenvolvem a forma particularmente grave denominada hipertensão arterial pulmonar (HAP), que requer tratamento específico. O tema tornou-se ainda mais relevante a partir da pandemia da Covid-19, que aumentou globalmente a demanda por respiradores, sendo hoje considerada fator agravante para casos de HAP. O objetivo do projeto aqui relatado foi elaborar um carrinho funcional, ergonômico, capaz de atender às necessidades dos portadores de HAP quanto ao transporte e manipulação do suporte de oxigênio. Além disso, o Oxicart agrega em sua mochila o conceito de moda acessível para poder carregar o respirador mecânico. Entendemos que a proposta representa ganho para os pacientes em duas dimensões: na questão da saúde propriamente dita e em termos de manutenção da autoestima, que também se reflete em qualidade de vida.

Palavras-chave: hipertensão arterial pulmonar, ergonomia, moda acessível, respirador mecânico.

ABSTRACT

Pulmonary hypertension (PH) consists of an increase in blood pressure to the point where it compromises respiratory capacity. Symptoms include dizziness and a feeling of pressure in the chest, combined with shortness of breath, and tend to get worse with age. Approximately two million Brazilians have PH, of which at least 100,000 develop the particularly severe form called pulmonary arterial hypertension (PAH), which requires specific treatment. The topic became even more relevant following the Covid-19 pandemic, which increased the demand for respirators globally, and is now considered an aggravating factor for cases of PAH. The

objective of the project reported here was to develop a functional, ergonomic cart, capable of meeting the needs of PAH patients in terms of transporting and handling oxygen support. In addition, Oxicart adds the concept of affordable fashion to its backpack to be able to carry the mechanical respirator. We understand that the proposal represents a gain for patients in two dimensions: in terms of health, strictly speaking and in terms of maintaining self-esteem, which also reflects in quality of life.

Keywords: pulmonary arterial hypertension, ergonomics, accessible fashion, mechanical respirator.

1 INTRODUÇÃO

Hipertensão pulmonar (HP) é a denominação geral dada ao fenômeno de vasoconstrição normalmente associada a fatores como proliferação celular, fibrose e trombose, dificultando a passagem do sangue por artérias e veias no pulmão (VARELLA BRUNA, 2021). A passagem do sangue (e, conseqüentemente, do oxigênio) através da artéria pulmonar até vasos pulmonares cada vez menores vai sendo progressivamente dificultada, o que compromete a capacidade respiratória do portador. Identificada pelo CID I-27-0, trata-se assim de uma doença progressiva, caracterizada pela elevação da pressão arterial pulmonar média a valores acima de 20mmHg, segundo a Associação Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT, 2021).

A circulação de sangue no pulmão é importante para todos os órgãos, por conta da oxigenação. Se o sangue não circula adequadamente na região pulmonar, o bombeamento sanguíneo precisa ser intensificado, de modo que o coração precisa trabalhar com mais força, o que sobrecarrega o ventrículo esquerdo (responsável por bombear o sangue para o corpo).

Segundo a classificação clínica proposta em 2013, divide-se a HP em cinco subgrupos, dos quais o grupo 1 é a propriamente chamada hipertensão arterial pulmonar, ou HAP (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). Estima-se que no Brasil entre 0,5% e 1% da população adulta apresente alguma forma de HP; são quase dois milhões de pessoas, das quais cerca de 100.000 brasileiros desenvolvem a forma HAP, particularmente grave, que requer tratamento específico (SBPT, 2021). A dificuldade de diagnóstico gerou subnotificação da HAP no Brasil por muitos anos, o que é grave, tratando-se de doença progressiva; nos Estados Unidos, em 2004 estimava-se 200.000 portadores de HAP (MENEZES, 2008). Os principais sintomas reportados incluem tontura, sensação de pressão no peito e cansaço, aliados à falta de ar, e tendem a piorar com a idade.

Para os portadores de HAP, atividades comuns como subir uma escada e mesmo andar determinadas distâncias passam progressivamente a requerer mais esforços, sendo eventualmente mesmo retiradas do rol de atividades cotidianas destas pessoas. Como consequência deste

processo, embora existam alternativas farmacológicas principalmente nos estágios iniciais da doença, para garantir a qualidade de vida dos portadores de HP, em diversos casos torna-se necessário o emprego de respiradores pulmonares mecânicos (GUIMARÃES, 2005).

1.1 RESPIRADORES PULMONARES MECÂNICOS

Devido ao nível de esforço dispendido nas atividades diárias, por vezes é necessário que os portadores de HAP utilizem respiradores pulmonares mecânicos com alta concentração de oxigênio. Vários podem chegar a necessitar de aparelhos de auxílio respiratório 24 horas por dia, sendo necessário carregar o equipamento em praticamente todas as atividades diárias, nos mais diversos locais.

Para esta parcela da população que precisa utilizar respiradores portáteis, no entanto, as opções no mercado brasileiro são ainda limitadas. Além disso, o custo é alto: um único respirador pode apresentar custo superior a vinte mil dólares (VILELA, 2020). Além do problema do alto custo, um dos maiores desafios é garantir a mobilidade dos usuários, pois os aparelhos encontrados no mercado atualmente possuem um peso médio entre 4 e 6 kg, o que dificulta significativamente a locomoção da pessoa que precisa carregar o respirador continuamente. Outra dificuldade é a própria obtenção do aparelho. Por conta do custo elevado, diversos usuários chegam a viajar ao exterior para obter um modelo de respirador capaz de aliar eficiência e acessibilidade; no entanto, frequentemente estas pessoas enfrentam problemas no momento do embarque ao país, devido às restrições de peso da bagagem.

O presente trabalho parte dos desafios dos portadores de insuficiência pulmonar e tem por objetivo apresentar a proposta de elaboração de um dispositivo para facilitar o transporte do respirador mecânico, com foco na ergonomia. A ideia inicial foi avaliar a possibilidade de adaptação de um dispositivo de movimentação dos respiradores para conceber um carrinho de design moderno, funcional e que atenda a necessidade dessas pessoas, apresentando custo mais acessível, além de fornecer maior conforto aos seus portadores, em relação aos produtos hoje disponíveis no mercado.

2 METODOLOGIA

A metodologia de desenvolvimento deste trabalho foi dividida em etapas. A etapa inicial foi a realização de pesquisa sobre o tema através de revisão bibliográfica, utilizando-se “hipertensão pulmonar” e “respirador” como termos chave e apresentando, como critérios de inclusão: i) a disponibilidade dos textos na íntegra na internet; e ii) a publicação ter ocorrido a partir de 2005. A seleção foi efetuada com base na análise da relevância para este estudo.

Como a bibliografia relevante sobre o tema é ainda escassa, a etapa seguinte foi realizar uma investigação social junto ao público alvo do dispositivo proposto (portadores de HP com demanda de uso de respirador mecânico), numa combinação de pesquisa exploratória e de mercado, utilizando o Google Forms como suporte para o questionário aplicado. Este contato junto ao público-alvo teve o objetivo de compreender o dia-a-dia destas pessoas e suas demandas específicas, a partir das quais passou-se à etapa principal do trabalho: o projeto de construção de um protótipo adaptável aos usuários.

Na etapa de desenvolvimento propriamente dita, utilizou-se engenharia reversa para analisar e elaborar a proposta de protótipo do Oxicart, alternativa de respirador portátil que visa facilitar o cotidiano dos portadores de doença pulmonar. Por fim, com apoio de uma empresa que também patrocinou o projeto, construiu-se o protótipo do Oxicart.

3 RESULTADOS

A partir da pesquisa exploratória, construiu-se a Figura 1, a seguir, que sumariza as respostas do público-alvo consultado a respeito das principais dificuldades quanto ao uso de respirador.

Figura 1. Distribuição das respostas dos entrevistados à pergunta: “Quais são suas principais dificuldades na utilização do respirador?”



Fonte: Autores (2023).

Os resultados obtidos apontam claramente qual é a principal dificuldade mencionada: o peso do equipamento (respirador), considerado excessivo - e, assim, incômodo - pela maior parte dos respondentes. Mesmo o segundo motivo destacado (dificuldades de locomoção) está

associado ao problema do peso excessivo dos respiradores em geral. Estas respostas orientaram todo o processo de elaboração do protótipo, direcionado ao aumento da portabilidade por redução do peso final do equipamento.

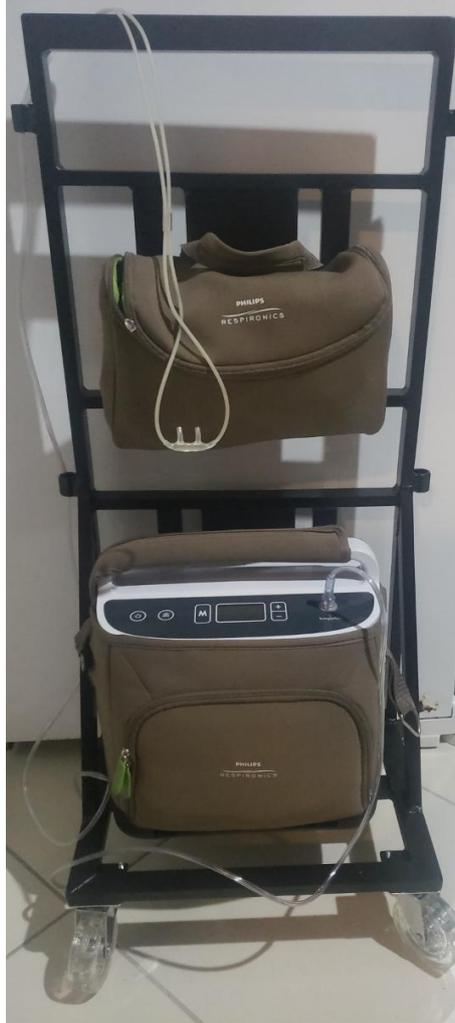
Para acelerar o desenvolvimento de produtos, tem sido cada vez mais comum iniciar um projeto a partir da compreensão dos dispositivos já disponíveis no mercado, com foco em possíveis melhoramentos e/ou adaptações. Optou-se assim pelo emprego da engenharia reversa no presente trabalho, sendo o Oxicart projetado a partir da desconstrução e exploração de um modelo já existente, compreendendo sua forma de fabricação e montagem, para modernização, adaptação e melhorias (PENTEADO, 1996).

Além da portabilidade, considerando o alto custo dos respiradores importados, buscou-se desenvolver um produto de baixo custo; assim, a estrutura base do Oxicart foi elaborada tomando-se por base o tradicional modelo de carrinho de feira com sacola acoplada.

O foco inicial do desenvolvimento do projeto consistiu no reforço da estrutura do carrinho, visando a durabilidade e segurança do produto. Na sacola, foram adicionados compartimentos adaptados especificamente às necessidades elétricas do equipamento, como uma bolsa para acomodação do aparelho e uma bolsa para carregar as baterias extras e cabos do carregador. Também foi incluído no projeto um espaço para bateria reserva e para o carregador, além de uma saída na parte traseira que permite carregar o aparelho sem precisar tirá-lo da mochila.

Para garantir a integridade de fios, cabos e tubos, incluiu-se na estrutura do carrinho alguns passadores para que a mangueira possa se posicionar entre estes, evitando que uma eventual dobra ou pressão viesse a gerar qualquer risco de estrangulamento da mangueira. A partir destes pontos e através da parceria com a empresa *Wmvale Ricardo*, que apoiou e patrocinou o projeto, foi possível desenvolver o protótipo do Oxicart (Figura 2) com as características especificadas na Tabela 1.

Figura 2. Protótipo do Oxicart com respirador posicionado.



Fonte: Autores (2023)

Tabela 1. Características físicas do Oxicart.

Característica	Valor/Descrição
Altura sem a roda	77,0 cm
Altura com a roda	86,5 cm
Largura	35,0 cm
Espessura	26,0 cm
Material	Alumínio
Revestimento	Pintura eletrostática

Fonte: Autores (2023).

O produto pretende oferecer vantagens em relação às alternativas atualmente disponíveis no mercado nacional:

- a mochila que prende o aparelho ao carrinho é impermeável e feita em tecido especial para não esquentar o aparelho;
- o carrinho apresenta dispositivo de ajuste que permite ao cliente controlar o comprimento do cateter conforme a necessidade específica do usuário;

- baixo custo (ponto considerado essencial no desenvolvimento do projeto).

4 DISCUSSÃO

Sabe-se que diferentes mecanismos podem contribuir para a instalação da HAP num paciente. Recentemente, reportou-se que lesão pulmonar grave no contexto da Covid-19 pode levar ao surgimento (ou piora) da condição de HAP (SILVA *et al*, 2022), sendo a infecção por Covid-19 considerada hoje uma condição potencialmente agravante para a HAP, uma vez que o vírus gera significativas alterações cardiopulmonares em pacientes. Na verdade, o próprio manejo de pacientes com HAP tem sofrido alterações a partir da pandemia da Covid-19 (CORREIA *et al*, 2022).

No âmbito hospitalar, em trabalho anteriormente publicado neste periódico, abordamos os desafios de pessoas com limitações de movimento diante de situações específicas como a Covid-19, constatando-se a necessidade de mobilização para atendimento capaz de atender às especificidades com eficiência (SOUZA *et al*, 2020). A proteção respiratória - para equipes e pacientes - também foi abordada neste contexto (SILVA *et al*, 2021), bem como a necessidade de uma gestão estratégica e adequada de estoque no que se refere ao gerenciamento hospitalar de equipamentos (OLIVEIRA *et al*, 2021). Entendemos que o desenvolvimento do sistema aqui proposto para o transporte de suporte respiratório é aplicável (também) ao contexto hospitalar.

A primeira versão do Oxicart atendeu às necessidades básicas e às expectativas dos usuários que responderam à pesquisa de mercado. A mobilidade do carro é claramente superior à dos dispositivos hoje comercializados. O uso do alumínio como material base permitiu o desenvolvimento de um carrinho extremamente leve, o que por si já facilita o deslocamento e melhora o conforto do usuário; além disso, as rodas com giro 360° permitem que o deslocamento ocorra sem a necessidade do usuário imprimir força para sustentação do aparelho e sim apenas para a locomoção no plano.

Os testes inicialmente realizados permitiram também identificar oportunidades de melhoria para o projeto. Estuda-se, por exemplo, aplicar um revestimento cilíndrico de poliuretano na região de 'pega' do equipamento, para maior conforto ao contato da mão do usuário. Outra perspectiva de melhoria envolve trabalhar para reduzir as dimensões do Oxicart; além de resultar na redução da quantidade de material utilizado, e conseqüentemente do custo, isso permitirá que adotar um design mais *fashion* e minimalista, pois o dispositivo respiratório é mais estreito que o Oxicart. Um ponto adicional refere-se à mobilidade do carrinho, com substituição das rodas por outras mais reforçadas e com maior diâmetro, o que poderá proporcionar maior comodidade ao subir ou descer as calçadas, por exemplo, além de um

sistema com giro 360°, permitindo que o sistema seja movimentado em pé e reduzindo assim a necessidade de força no punho do usuário. Por fim, dando atenção aos conceitos ergonômicos e de segurança, planeja-se uma alça do carrinho ajustável conforme a altura e envergadura do usuário, visando seu maior conforto e comodidade.

5 CONCLUSÃO

A partir das principais dificuldades apresentadas pelos portadores de insuficiência pulmonar, peso do respirador e restrições de locomoção, desenvolvemos a proposta de um novo dispositivo para movimentação com respiradores, levando em conta a acessibilidade em termos de custo e redução de peso do sistema. A proposta aqui apresentada propicia aumento de qualidade de vida às pessoas com hipertensão pulmonar, de modo que sua necessidade de oxigenação complementar tenha o menor impacto possível na realização das atividades da vida cotidiana. A construção de um carrinho funcional, confortável em termos de transporte e esteticamente agradável visa ajudar os pacientes, permitindo aumento considerável de liberdade e autonomia, com ganho evidente na qualidade de vida. Entendemos que o olhar atento para a significativa parcela da população que apresenta dificuldades respiratórias é um dever de cidadania e pode trazer diversos benefícios não apenas para tais pessoas, como para toda a sociedade - benefícios que devem ser continuamente buscados, discutidos e ampliados.

REFERÊNCIAS

CORREIA, P.S.M.; MOREIRA, E.A.M.; RAMOS, J.F.; RODIL, G. C.; VERVLOET, G.M.; FUNDÃO NETO, M. C. (2022). Anestesia para correção de cardiopatia cianótica congênita complexa em lactente com hipertensão arterial pulmonar pós-COVID-19: relato de caso clínico. *Braz. Journal of Health Review*, 5(4), 14137–14143. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n4-178>. Acesso em 8 nov. 2023.

GUIMARÃES, J.I. (org.). Diagnóstico, avaliação e terapêutica da hipertensão pulmonar. *Arq. Bras. Cardiol.*, v.84, n.supl.1, p.1-189, 2005. Disponível em: <http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2005/039.pdf>. Acesso em 16 nov. 2023.

MENEZES, P. O que você precisa saber sobre hipertensão arterial pulmonar: projetando luzes sobre uma doença grave e ainda pouco conhecida. São Paulo: Marconi, 2008. 122p. Disponível em: https://abraf.org/wp-content/uploads/2020/04/o_que_voce_precisa_saber_sobre_hap_completo-1.pdf. Acesso em 07 nov. 2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Hipertensão Arterial Pulmonar. Biblioteca Virtual em Saúde, 2014. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_clinico_diretrizes_terapeuticas_hipertensao_arterial_pulmonar.pdf. Acesso em 6 nov. 2023.

OLIVEIRA, A.C.C.L.; MAGALHÃES, N.C.V.; SILVA, P.A.A.; BARJA, P.R.; VIRIATO, A. (2021). Gestão hospitalar de equipamentos de proteção individual no enfrentamento à pandemia Covid19. *Braz. Journal of Development*, 7(3), p.23814–23831. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-203>. Acesso em 16 nov. 2023.

PENTEADO, R.A.D. Um Método para Engenharia Reversa Orientada a Objetos. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Carlos (SP), 1996. 251p.

SBPT. Dia mundial da Hipertensão pulmonar: 5 de maio. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, 5 maio 2021. Disponível em: <https://sbpt.org.br/portal/hipertensao-pulmonar/#:~:text=A%20preval%C3%AAncia%20estimada%20%C3%A9%20de,e%20necesitam%20de%20tratamento%20espec%C3%ADfico>. Acesso em 5 out. 2023.

SILVA, A.B.; TOMAZ, L.S.; BARJA, P.R.; VIRIATO, A. (2021). Proteção respiratória: indicações de uso durante a pandemia de COVID-19. *Braz. Journal of Development*, 7(3), p.30736-30752. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-683>. Acesso em 16 nov. 2023.

SILVA, T. A.; ELIZIÁRIO, M.J.M.; CARVALHO, T.S.; SOUZA, B.A.S.; NOBRE, M.N.; LIMA, I.L.Q. (2022). Doenças cardiovasculares associadas à Covid-19 - revisão de literatura. *Braz. Journal of Health Review*, 5(2), p.7415–7426. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n2-299>. Acesso em 8 nov. 2023.

SOUZA, I.R.M.; MARELLO, S.R.C.; VIEIRA, V.L.J.P., SANTOS, V.V.; BARJA, P.R. (2020). A Luta das Pessoas com Deficiência (PcDs) pela Saúde Frente à Pandemia COVID19: Um Estudo de Caso / The Struggle of People with Disabilities (PwD) for Health Facing the Pandemic COVID19: A Case Study. *Braz. Journal of Health Review*, 3(6), 19701–19711. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n6-346>. Acesso em 06 nov. 2023.

VARELLA BRUNA, M.H. Hipertensão Pulmonar. Drauzio, UOL, 22 out. 2021. Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/doencas-e-sintomas/hipertensao-pulmonar/#:~:text=Hipertens%C3%A3o%20pulmonar%20%C3%A9%20a%20denomina%C3%A7%C3%A3o,interna%C3%A7%C3%A3o%20e%20de%20transplante%20pulmonar.> Acesso em 07 nov. 2023.

VILELA, P.R. Preço médio pago por respiradores foi de R\$87 mil, diz CGU. Agência Brasil, 26 mai. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2020-05/preco-medio-pago-por-respiradores-foi-de-r-87-mil-diz-cgu#:~:text=O%20equipamento%20funciona%20como%20ventilador,entre%20um%20valor%20e%20outro.> Acesso em 6 out. 2023.