



University of
Texas Libraries



e-revist@s



Centro Unversitário Santo Agostinho



revistafsa

www4.fsnet.com.br/revista

Rev. FSA, Teresina, v. 18, n. 02, art. 12, p. 221-240, fev. 2021

ISSN Impresso: 1806-6356 ISSN Eletrônico: 2317-2983

http://dx.doi.org/10.12819/2021.18.02.12

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

WZB
Wissenschaftszentrum Berlin
für Sozialforschung



Projeto Conceitual Aplicado no Desenvolvimento de um Equipamento para Transporte de Material Biológico Em Ambiente Hospitalar

Conceptual Project Applied in the development of Equipment for Transporting Biological Material in Hospital Environment

Verônica Picinin do Nascimento

Graduada em Engenharia Mecânica (URI)

E-mail: veropicinin@hotmail.com

Franco da Silveira

Doutorado em Engenharia de Produção (UFRGS)

Mestre em Engenharia de Produção (UFSM)

E-mail: franco.da.silveira@hotmail.com

Paulo Cesar Chagas Rodrigues

Doutorado em Engenharia Mecânica (UNESP)

Mestre em Engenharia de Produção (UNESP)

E-mail: paulo.rodrigues@ifsp.edu.br

Luis Cláudio Villani Ortiz

Doutorado em Desenvolvimento Regional (UNISC)

Mestre em Economia (UFRGS)

E-mail: ortizluis@bol.com.br

Filipe Molinar Machado

Doutor em Engenharia Agrícola (UFSM)

E-mail: fmacmec@gmail.com

Endereço: Verônica Picinin do Nascimento

Avenida Antônio Manoel, Centro, CEP: 98.801-690,
Santo Ângelo/RS, Brasil.

Endereço: Franco da Silveira

Avenida Osvaldo Aranha, Bairro Bom Fim, CEP:
90035190, Porto Alegre/RS, Brasil.

Endereço: Paulo Cesar Chagas Rodrigues

Av. Pereira Campos, Bairro Jardim Didinha, CEP:
12320-670, Jacarei/SP, Brasil.

Endereço: Luis Cláudio Villani Ortiz

Rua Uruguai, Santo Ângelo/RS, Brasil.

Endereço: Filipe Molinar Machado

Avenida Roraima, Bairro Camobi, CEP: 97105900,
Santa Maria/RS, Brasil.

Editor-Chefe: Dr. Tonny Kerley de Alencar Rodrigues

Artigo recebido em 19/12/2020. Última versão recebida em 12/01/2021. Aprovado em 13/01/2021.

Avaliado pelo sistema Triple Review: a) Desk Review pelo Editor-Chefe; e b) Double Blind Review (avaliação cega por dois avaliadores da área).

Revisão: Gramatical, Normativa e de Formatação

RESUMO

O diagnóstico dos médicos envolve a requisição de exames, onde são coletadas amostras biológicas dos pacientes para realizar análises laboratoriais. Ao ajudar no desenvolvimento dos procedimentos, alguns profissionais da saúde podem estar sujeitos a contaminação ocasionada por exposições a materiais coletados dos pacientes. O artigo tem como objetivo desenvolver um projeto conceitual de um equipamento para o transporte de material biológico, que proporcione conforto e segurança aos profissionais da área da saúde. Foi adaptada uma metodologia sobre o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) para o setor hospitalar. Em complemento, foi realizada uma pesquisa de campo em instituições hospitalares com profissionais que são responsáveis pelos procedimentos de coletas. A concepção do equipamento apresenta benefícios para as condições de trabalho dos profissionais da área da saúde. Com o uso do equipamento, é possível reduzir as possibilidades de contaminação com materiais potencialmente infectantes, distribuir os materiais de forma mais organizada e auxiliar as coletas nos ambientes em que forem requeridas. A pesquisa contribuiu também para o entendimento, ensino e aprendizagem no processo de integração entre o gerenciamento de projeto e desenvolvimento de produto.

Palavras-chave: Hospital. Coleta. Transporte. PDP.

ABSTRACT

The diagnosis of doctors involves the ordering of exams, where biological samples are collected from patients to perform laboratory tests. When assisting in the development of procedures, some health professionals may be subject to contamination caused by exposures to materials collected from patients. The article aims to develop a conceptual design of an equipment for the transport of biological material, which provides comfort and safety to health professionals. A methodology on the Product Development Process (PDP) was adapted for the hospital sector. In addition, a field research was carried out in hospital institutions with professionals who are responsible for the collection procedures. The design of the equipment has benefits for the working conditions of health professionals. With the use of the equipment, it is possible to reduce the chances of contamination with potentially infectious materials, distribute the materials in a more organized way and assist collections in the environments that are required. The research also contributed to the understanding, teaching and learning in the process of integration between project management and product development.

Keywords: Hospital. Collect. Transport. PDP.

1 INTRODUÇÃO

Os profissionais do setor da saúde estão diariamente expostos a diversos riscos ocupacionais. É necessário ter atenção com os fatores químicos, biológicos, ergonômicos e psicossociais (STIMPFEL; BREWER; KOVNER, 2015; OMRANE *et al.*, 2020), que perfazem o ambiente de trabalho deles. Os acidentes de trabalho com materiais biológicos, como por exemplo, perfurações com agulhas contaminadas com sangue, podem ocasionar uma infecção irreversível, levando o profissional da saúde à condição de morbidez (REIS *et al.*, 2019). Além disso, o desempenho físico dos profissionais no trabalho pode ter implicações no cuidado do paciente (CHAPPEL *et al.*, 2017).

Existem também os riscos ergonômicos, que provocam desconfortos e afetam a saúde física e mental do trabalhador (ELMBACH; SCHOLL; WALTER, 2019). São exemplos de riscos ergonômicos: ritmo de trabalho excessivo, monotonia, levantamento de peso, postura inadequada, fatores que influenciam na fadiga do trabalhador e levam muitas vezes a acidentes de trabalho ou doença ocupacional (SHEIKHZADEH *et al.*, 2009). Outra questão que influencia nas condições de trabalho dos profissionais da saúde é o estresse ocupacional, conhecido também como estresses psicossociais (ZAGHINI *et al.*, 2020). O estresse ocupacional é definido como um estado emocional desagradável, com tensão, frustração, aflição, e esgotamento emocional oriundos de condições de trabalho consideradas ameaçadoras (BENKE; CARVALHO, 2008).

A saúde ocupacional do trabalhador muitas vezes é desprezada pela falta de planejamento no arranjo físico do hospital e/ou de dimensões da área de trabalho. Assim, os funcionários podem adotar posturas inadequadas para realizar suas funções e utilizar equipamentos impróprios. Além disso, falta uma administração efetiva com programa de prevenção de acidentes para o trabalhador (SALVE; BANKOFF, 2003). Entretanto, há conhecimento sobre a normatização federal que dispõe sobre a segurança do trabalhador no ambiente de trabalho. Contudo, referidas leis nem sempre são observadas e a omissão do empregador coloca o trabalhador em concreta situação de risco. Com o descumprimento das legislações, os hospitais podem sofrer punições legais. Por isso, adotam medidas de proteção e fornecem equipamentos de proteção aos profissionais (DONATELLI *et al.*, 2015).

Porém, há outras variáveis que contribuem para as ocorrências de acidente de trabalho. Como as interfaces dos aspectos estruturais e organizacionais, que também interferem na performance dos profissionais da saúde no ambiente hospitalar. A falta de manutenção de equipamentos e a utilização de mobiliários improvisados e inadequados pode provocar uma

série de problemas, como por exemplo: o deslocamento de camas pesadas com rodas que não funcionam, a adoção de um local improvisado para fazer anotações e coletar amostras de sangue, e a dificuldade de movimentação das manivelas de camas (GELBCKE, 2002).

No ambiente hospitalar, normalmente é usado um equipamento para transporte de materiais para coletas laboratoriais. Porém, nem sempre os produtos melhoram as condições de trabalho dos profissionais da área da saúde e, principalmente, reduzem as possibilidades de contaminação com materiais potencialmente infectantes. Além disso, falta um equipamento para distribuir os materiais de forma mais organizada e auxiliar as coletas nos ambientes em que forem requeridas, facilitando, por conseguinte, a locomoção do material para adentrar em locais diferentes do ambiente hospitalar. Em outras palavras, faltam projetos de equipamentos que proporcionem conforto e segurança aos trabalhadores, tornando a jornada de trabalho menos árdua e com mínimos riscos à saúde.

O objetivo do artigo consiste em desenvolver um projeto conceitual de um equipamento para o transporte de material biológico, que proporcione conforto e segurança aos profissionais da área da saúde. A pesquisa contribui para ampliar as discussões sobre o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) (SILVEIRA; MACHADO; RUPPENTHAL, 2017; SILVEIRA *et al.*, 2018) no setor hospitalar brasileiro, com ênfase para a fase conceitual dos projetos de mecanismos (SILVEIRA *et al.*, 2019). No Brasil, a indústria de produtos para hospitais e laboratórios exporta para mais de 180 países e é responsável por aproximadamente 60 mil empregos (OCAMPO, 2015). Além disso, o estudo ajuda a preservar ou melhorar as condições de trabalho dos profissionais que utilizam um equipamento para realizar os procedimentos nos pacientes. A pesquisa é composta por cinco seções, além desta introdução inicial. A segunda seção caracteriza-se pelo referencial teórico, que busca explanar características do transporte de material biológico. A terceira seção trata da metodologia adotada para realizar o projeto conceitual de um equipamento para o transporte de material biológico. A quarta seção trata da discussão dos resultados, onde é apresentado o conceito do equipamento. Por fim, a quinta seção demonstra as considerações finais obtidas no estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No referencial teórico demonstram-se os conceitos que se relacionam ao objetivo do trabalho. Primeiramente, trata-se de uma visão sucinta referente ao transporte de materiais

biológico no ambiente hospitalar, em seguida, uma breve descrição do descarte de materiais contaminados e perfurocortantes. Por fim, aborda-se a ergonomia do produto.

2.1 Transporte de Material Biológico

Para que os resultados dos laboratórios sejam confiáveis, não basta apenas executar técnicas de forma correta através de profissionais capacitados, é necessário que o transporte das amostras biológicas seja adequado para garantir a integridade e estabilidade do material (ANVISA, 2015). Uma amostra biológica adequada depende de um conjunto de fatores, tais como: quantidade suficiente, recipiente adequado, fácil identificação e transporte seguro que mantenha toda a integridade do material a ser analisado (ANVISA, 2015).

O equipamento utilizado para transporte dos materiais biológicos deve oferecer segurança ao recipiente com as coletas dos pacientes. Assim, os profissionais da saúde também são prevenidos do contato direto com o material coletado, além dos trabalhadores de frotas de veículos automotores e de empresas responsáveis por efetuar o transporte no ambiente hospitalar (EBSERH, 2018).

O correto acondicionamento dos materiais biológicos visa garantir a qualidade pré-analítica, ou seja, garantir a conservação das propriedades das amostras clínicas, reduzindo a possibilidade de contaminação devido ao contato de microrganismos infectantes que pode ser ocasionado pelo vazamento ou quebra de embalagens, e assegurar a segurança dos trabalhadores.

2.2 Descarte de Materiais Contaminados e Perfurocortantes

As exposições ocupacionais com materiais biológicos potencialmente contaminados representam um grave risco aos trabalhadores dos hospitais, seja para os profissionais que operam os materiais, no caso realizando as coletas e exames, como também os profissionais encarregados da limpeza que acabam manipulando o material contaminado descartado.

Agulhas, seringas, tubos quebrados, tubos contendo sangue ou soro devem ser desprezados em recipientes de paredes rígidas com tampa e sinalizadas como “infectante” ou em caixas coletoras próprias para material infectante. Já os papéis, luvas, gaze, algodão e demais materiais similares devem ser recolhidos em lixeiras com tampa, contendo saco para lixo específico para material infectante (LIMA *et al.*, 2019). Conforme a resolução das boas práticas de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde – RDC N°222/2018 (ANVISA,

2018), devem ser segregados no momento de sua geração os resíduos dos serviços de saúde em diferentes grupos, sendo eles:

- *Grupo A*: Nesta classificação, encontram-se os resíduos com possível concentração de agentes biológicos, tais como: sangue, hemoderivados, excreções, secreções, líquidos orgânicos entre outros. Esses agentes, por suas características, podem apresentar risco de infecção.

- *Grupo B*: Resíduos contendo produtos químicos que apresentam periculosidade à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade, mutagenicidade e quantidade.

- *Grupo C*: Qualquer material que contenha radionuclídeo, ou seja, que tenha o rejeito radioativo, proveniente de laboratório de pesquisa e ensino na área da saúde, laboratório de análise clínica, serviço de medicina nuclear e radioterapia.

- *Grupo D*: Resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares, como: máscaras descartáveis, resto alimentar de paciente, material utilizado em antisepsia e hemostasia de venóclises, luvas de procedimentos que não entraram em contato com sangue ou líquidos corpóreos.

- *Grupo E*: Trata dos materiais perfurocortantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; ponteiras de micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

Além das classes supracitadas, a RDC N° 222/2018 especifica que a identificação dos resíduos deve ser afixada nos carros de coleta, nos locais de armazenamento e nos sacos que acondicionam os resíduos. Pois as instituições hospitalares geram diferentes tipos de resíduos com variações nos níveis de risco, abrangendo desde materiais infectantes até os mais gerais que podem ser encontrados em domicílios. A implementação de normatizações a respeito do descarte de resíduos do serviço de saúde visa à orientação da sustentabilidade do meio ambiente, reduzindo os riscos sanitários e a preservação da saúde da população e dos trabalhadores da área da saúde.

2.3 Ergonomia do Produto

A ergonomia pode ser definida como a adaptação do trabalho ao ser humano. O trabalho é um conceito bastante amplo para a ergonomia, pois engloba não somente as funções que são executadas com máquinas e equipamentos, mas também todas as situações em que há uma relação entre o ser humano e uma atividade produtiva, seja de bens ou de serviços (IIDA; BUARQUE, 2016). No desenvolvimento de um projeto de produto, tem-se a aplicação da ergonomia de concepção (IIDA; BUARQUE, 2016).

Na ergonomia de concepção, muitas alternativas poderão ser amplamente exploradas. Porém, é necessário ter um *know-how* para as decisões que são tomadas com base em situações hipotéticas sobre um produto que ainda não existe (IIDA; BUARQUE, 2016). Um produto tem diversas atribuições e pode ser manuseado por diferentes formas, tais como: pegar, puxar, empurrar e por intervenção para ligar e desligar algum objeto (SANTOS, 2015). Além disso, a intervenção do produto pode ser por meio de acionamento pelos pés e mãos (ligar, desligar, acelerar e assim por diante). Ao desenvolver a usabilidade dos produtos, alguns problemas ergonômicos podem ocorrer. Além disso, pela falta de adequações anatômicas e antropométricas nos produtos, muitos não oferecem conforto e segurança no seu uso (FILHO, 2010; IIDA; BUARQUE, 2016).

Portanto, o objetivo da ergonomia é desenvolver e aplicar técnicas de adaptação de elementos do ambiente de trabalho ao ser humano, gerando o bem-estar do trabalhador e, conseqüentemente, aumento da sua produtividade. Desse modo, produtos ergonômicos devem apresentar uma usabilidade adequada, proporcionando conforto e segurança, garantido boa compatibilidade entre o produto e o usuário dentro do espaço de trabalho (ROZENFELD *et al.*, 2006). Para os carrinhos de tração humana, devem ser observados alguns quesitos como: a disposição dos braços do operador, onde será pego o carrinho no qual será realizado o esforço do operador, como será o tipo de movimentação utilizada no equipamento. Todos esses fatores devem prezar o conforto do usuário e a ergonomia do produto.

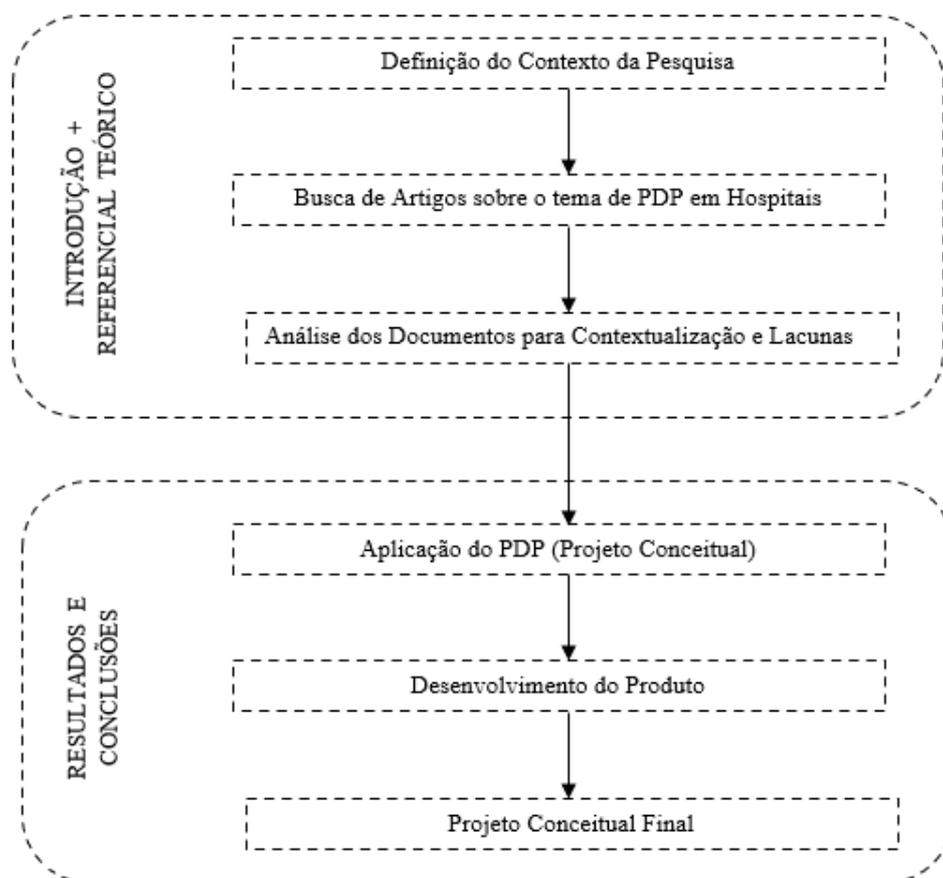
3 METODOLOGIA

Foi necessário realizar uma pesquisa de campo em dois hospitais, para levantar algumas necessidades dos profissionais da saúde que utilizam em sua rotina um produto para o transporte de materiais biológicos. As características dos hospitais não foram levantadas, pois o foco da pesquisa é a aplicação da metodologia de projeto conceitual para um equipamento

de transporte. As informações sobre os produtos dos hospitais foram necessárias para identificar a maneira como é realizado o transporte para propor um produto que atenda às reais necessidades. O produto utilizado por ambos os hospitais é uma maleta convencional de mão fabricada em polímero, que apresentou variações apenas nas dimensões. Os hospitais possuem uma rotina específica para a realização dos exames, variando apenas algumas necessidades entre os estabelecimentos. Por isso, o equipamento proposto nesta pesquisa vai se delimitar a atender as necessidades básicas entre os hospitais, em especial, para auxílio das rotinas comuns, de urgência e emergência, visando o seguro transporte de materiais para coletas de sangue, fluidos biológicos como líquidos cavitários, urina, secreções e outros, bem como o posterior transporte das amostras biológicas.

A pesquisa adaptou uma metodologia de desenvolvimento de produto para o setor hospitalar. Foi utilizada a fase do modelo de PDP do projeto conceitual (ROZENFELD *et al.*, 2006). O projeto conceitual tem a finalidade de buscar, criar, representar e selecionar as soluções para o problema de projeto. A etapa de busca é feita através da observação de produtos de concorrentes. O processo de criação de soluções é direcionado pelas necessidades, requisitos e especificações de projeto do produto, sendo livre de restrições. A representação das soluções pode ser feita por meio de desenhos manuais ou computacionais, sendo muitas realizadas junto com a etapa de criação. A etapa de seleção de soluções deve utilizar métodos apropriados que são baseados nas necessidades e requisitos do projeto (ROZENFELD *et al.*, 2006). A Figura 1 facilita o entendimento dos passos adotados na pesquisa.

Figura 1 – Fluxo metodológico da Pesquisa.



Fonte: Autores.

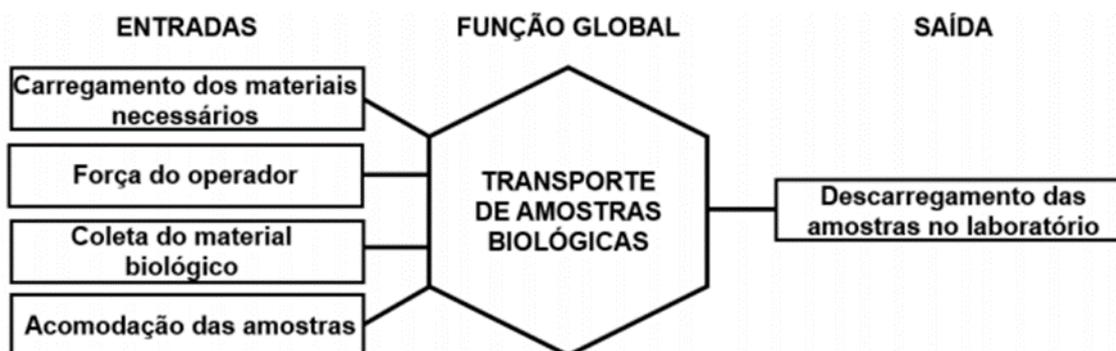
Na fase de projeto conceitual, o produto deve ser modelado funcionalmente, ou seja, por meio de suas funções externas com interação no ambiente quanto às funções internas com interação com suas partes (ROZENFELD *et al.*, 2006). As funções do equipamento devem descrever as capacidades desejadas ou necessárias que tornarão o produto capaz de desempenhar seus objetivos e especificações, atendendo os requisitos dos profissionais da área da saúde. O resultado inicial dessa primeira etapa é conduzir a uma melhor solução do problema, proporcionando um entendimento mais claro da tarefa do projeto, e a identificação das funções do produto (ROZENFELD *et al.*, 2006). Para tanto, a abordagem selecionada foi a coleta de informações em fontes variadas, em complemento à pesquisa de campo, como livros e meios digitais que em conjunto possibilitam um suporte conceitual detalhado de uma síntese de especificações técnicas para o projeto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Modelamento Funcional

O modelamento funcional representa o produto por meio de suas funcionalidades, desempenhando seus objetivos e especificações, atendendo os requisitos dos profissionais da área da saúde. Neste caso, a entrada é composta pelo carregamento dos materiais necessários para a realização dos exames, após isso, o operador irá exercer uma força para movimentar o carrinho se deslocando até o local onde foi requerido o exame, ao coletar a amostra de material biológico do paciente o usuário irá acomodar o material coletado no equipamento desempenhando a função global do produto, que se trata do transporte das amostras. Por fim, a saída será o descarregamento das amostras no setor de análises do laboratório. A Figura 2 apresenta o modelo funcional da pesquisa.

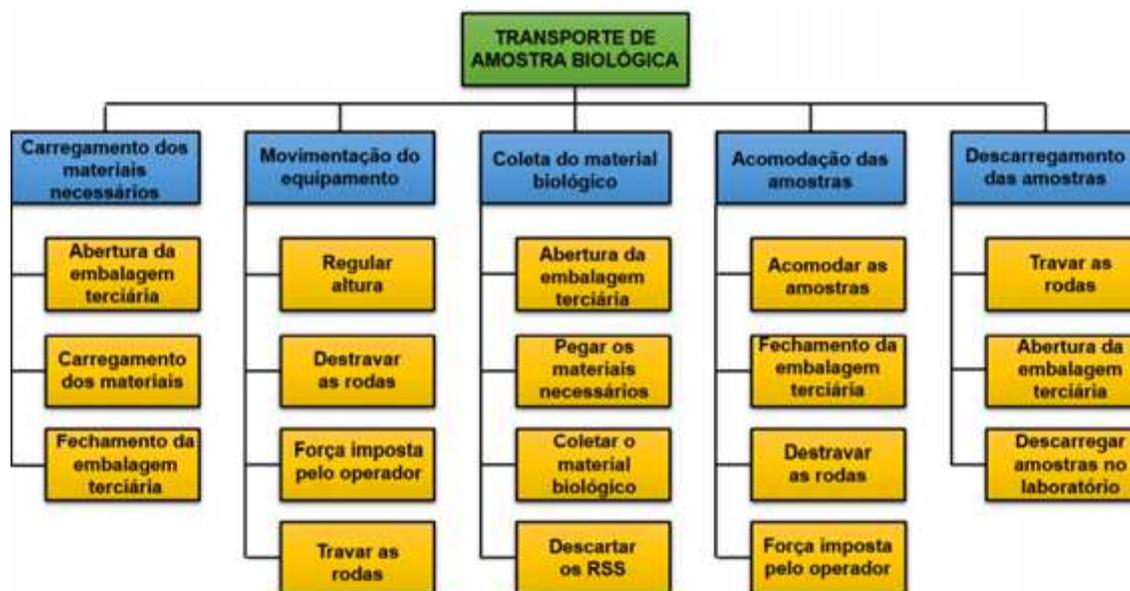
Figura 1 - Modelamento funcional.



Fonte: Autores.

Após definição da função global de forma generalizada do produto, é feito um refinamento das atividades desempenhadas por cada etapa a fim de entender melhor o funcionamento do equipamento. A Figura 3 demonstra o refinamento da modelagem funcional em um fluxograma.

Figura 3 - Refinamento da modelagem funcional.



Fonte: Autores.

4.2 Princípios de Soluções

Os princípios de soluções visam encontrar a melhor maneira de resolução da função global encontrada nas etapas anteriores. O Quadro 1 apresenta uma sucinta descrição das funções requeridas para a correta utilização e funcionamento do equipamento que deve ser projetado.

Quadro 1 - Descrição das funções do equipamento.

Função	Descrição
Carregamento dos materiais necessários	Possibilitar o carregamento e uma boa organização dos materiais necessários para realização das coletas dentro do equipamento através de um sistema de embalagem abre/fecha de fácil manuseio.
Movimento do equipamento	Oferecer boa manobrabilidade, operação fácil, ergonômica e que não necessite de muito esforço físico.
Coleta do material biológico	Proporcionar uma fácil abertura do sistema de embalagem, uma boa acomodação das amostras e um descarte correto do resíduos em lugares apropriados.
Acomodação das amostras	Acomodar as amostras verticalmente de forma segura, garantindo a integridade do material coletado, evitando colisões com outros materiais.
Descarregamento das amostras	Proporcionar um fácil descarregamento do material biológico no setor de análise.

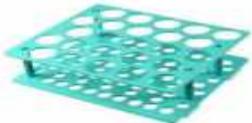
Fonte: Autores.

4.3 Desenvolvimento das Alternativas de Soluções para o Produto

Foi realizada uma combinação de possíveis alternativas de soluções individuais para cada função elementar, com a finalidade de formar os princípios de soluções totais do produto. As possibilidades de soluções foram dispostas em uma matriz morfológica com 3 concepções diferentes numeradas de 1 a 3, como exposto no Quadro 2.

Quadro 2 - Alternativas de solução para o produto.

Funções elementares	Alternativas de solução		
	Opção 1	Opção 2	Opção 3
Movimentação	Poliuretano termoplástico 	Termoplástico com PVC 	Polipropileno 
Sistema de travas	Trava na roda 	Inclinação 	Deslizante 

Regulagem de altura	Pneumática 	Giratório 	Pinos 
Acomodação das amostras	Modelo 1 	Modelo 2 	Modelo 3 
Abertura e fechamento da embalagem	Fecho magnético 	Pulsador Tip on 	Pressão 
Descarte RSS	Pressionar 	Basculante 	Convencional 

Fonte: Autores.

Após realizar uma análise de todas as soluções para as funções elementares que buscam satisfazer as especificações meta do produto, a concepção definida que melhor atende as necessidades do projeto é a coluna de número 1.

4.4 Definição da Arquitetura do Produto

A arquitetura do produto é o esquema pelo qual os elementos funcionais do produto são arranjados em partes físicas e, assim, podem interagir por meio das interfaces (ROZENFELD *et.al.*, 2006). No Quadro 3 estão os elementos selecionados para constituir o produto.

Quadro 3 - Opções selecionadas para o desenvolvimento do produto.

Funções elementares	Descrição	Opções escolhidas
Movimentação	Gel	
Sistema de travas das rodas	Trava na roda	
Regulagem de altura	Pneumática	
Acomodação das amostras	Modelo 1	
Abertura e fechamento da embalagem	Fecho magnético	
Descarte RSS	Pressionar	

Fonte: Autores.

4.5 Análise dos Sistemas, Subsistemas e Componentes

Após a escolha na fase anterior dos elementos que serão utilizados no produto, é necessário realizar uma descrição de cada uma de suas respectivas partes, para facilitar o entendimento do funcionamento para o público em geral. A união de todos os pontos descritos nesta etapa formará o produto final. A força no equipamento, proporcionando boa movimentação. As bandas de rodagem são fabricadas em poliuretano termoplástico e também são denominados de rodízios de gel, esse material possui baixa emissão de ruídos e uma faixa de dureza 90 *Shore*, que facilita sua rodagem. O conceito desenvolvido utiliza tração humana como forma de movimentação, que após receber a força do usuário, rotaciona os quatro rodízios de 4” (polegadas) em gel do equipamento, proporcionando assim o movimento do equipamento para transporte de materiais biológicos.

Sistema de Trava: O sistema de trava está localizado nas rodas e é o que restringe o movimento do carrinho, o conceito dispõe de dois rodízios com travas e seu funcionamento é extremamente simples, para ser acionado ou desacionado é necessário apenas um movimento do operador com o seu pé abaixando a trava até encostar na roda, impossibilitando sua rotação, ou levantar para liberar o movimento.

Regulagem de Altura: A regulagem de altura proporciona ao usuário o mínimo de desconforto para a utilização do equipamento, minimizando os esforços para executar suas atividades. Como o produto será utilizado por diversas pessoas é importante uma regulagem de altura que se adapte a diversos tipos de estaturas, reduzindo a fadiga do usuário e, a longo prazo, lesões que podem ser ocasionadas por uma curvatura inadequada da coluna, gerando riscos ergonômicos. A altura do carrinho varia entre 0,8m mínima e máxima de 1,20 m, considerando a média brasileira que é 1,60 m para mulheres, já que elas são o grupo que predomina nesses cargos. A região de trabalho se localiza logo acima da cintura do usuário, uma região confortável para o trabalho a ser exercido. O funcionamento do sistema é pneumático e necessita que o usuário acione uma manopla e impulse uma força sobre o carrinho para baixar a haste, e para erguer necessita apenas que a manopla seja acionada e solta na altura desejada.

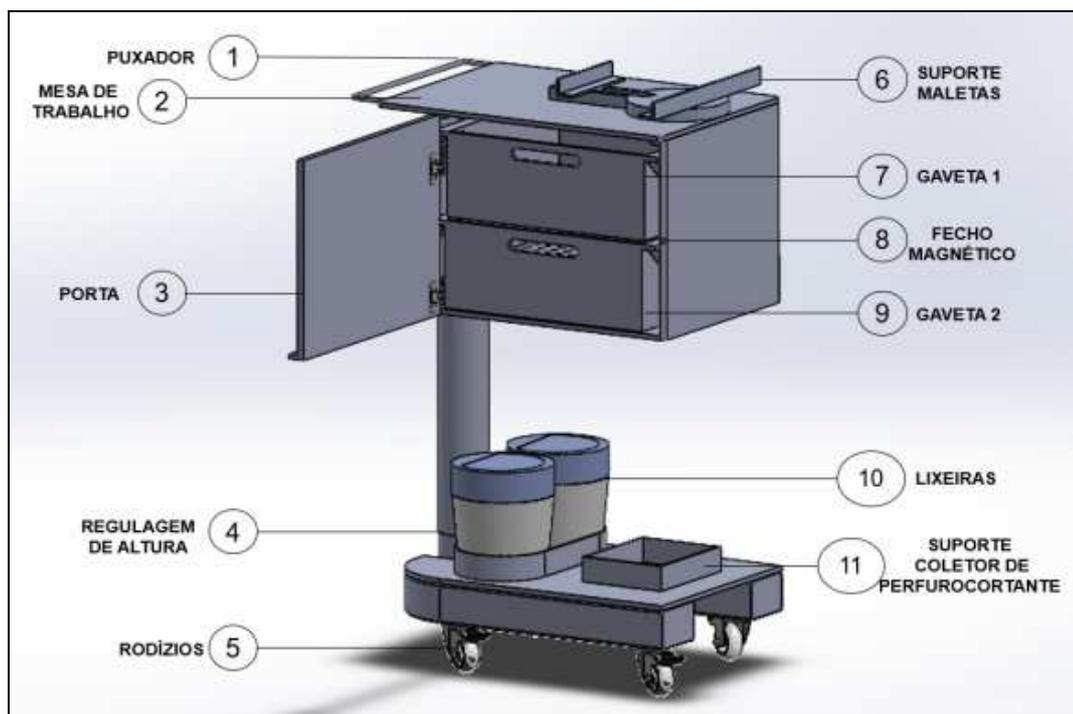
Sistema de Embalagens: O conceito irá dispor de dois compartimentos em forma de gavetas. A gaveta correspondente ao número 1 é destinada aos materiais necessários para realização dos procedimentos de coletas, como: algodão, garrote, luvas, curativos, seringa, agulha, entre outros. A gaveta de número 2 é designada exclusivamente para acomodação das

amostras de materiais biológicos. O conceito ainda dispõe de um local para encaixe das convencionais maletas de mão utilizadas nas instituições hospitalares, possuindo capacidade de ajuste para diversas dimensões de modelos diferentes. Ainda nessa mesma chapa onde se encontra localizado o suporte, o conceito dispõe de uma área útil à esquerda, que pode servir como uma mesa de trabalho quando necessário. O fechamento de todo esse sistema de embalagens que acomoda as gavetas 1 e 2 é realizado com a união de uma porta e um fecho magnético.

Acomodação das Amostras: Como citado anteriormente o local destinado às amostras biológicas é a segunda gaveta do compartimento de embalagens, essa gaveta possui um rack para acomodar os tubos de coletas verticalmente, evitando colisões entre eles, garantindo a segurança e integridade das amostras. Os fornecedores de tubos de coletas possuem variações de dimensões de altura e diâmetro, então após a realização de uma pesquisa de diversos fornecedores chegou-se às dimensões mais adequadas para construção do rack destinados aos tubos de coleta. Neste compartimento então está disposto um rack para 42 tubos de 13mm de diâmetro, 49 tubos de 16mm de diâmetro e altura máxima de 100mm.

Descarte de Resíduos: O conceito desfruta de dois recipientes para descarte de resíduos com capacidade de 7 litros. Um recipiente é para os materiais que entram em contato com material biológico, ou seja, lixo infectante, e outro para produtos livres de contaminação. As lixeiras possuem um sistema que o usuário precisa pressioná-la para abrir a tampa e descartar o lixo, sendo mais seguras, pois assegura que os resíduos permaneçam dentro da lixeira. Além disso, o equipamento possui um sistema para acomodar um coletor rígido retangular de descarte de perfurocortantes com a mesma capacidade do anterior.

Descrição Final do Conceito: O conceito virtual foi desenvolvido no software de CAD *SolidWorks*, com a modelagem completa em escala real do protótipo a ser construído, onde todos os sistemas foram desenvolvidos separadamente e unidos para compor o produto final. Finalizando a etapa do projeto conceitual, temos o sistema completo com todos os seus subsistemas e componentes na Figura 4.

Figura 4 – Projeto Conceitual do Equipamento para Transporte de Material Biológico.

Fonte: Autores.

Para simplificar a função dos elementos que compõem o equipamento destinado a coletas laboratoriais, apresenta-se uma descrição genérica: 1. *Puxador*: Parte onde o operador impulsiona a força no carrinho e o direciona como desejar; 2. *Mesa de trabalho*: Serve para apoiar materiais sobre ela, auxiliando em ambientes onde não se tem espaço para fazer manipulação; 3. *Porta*: Permite o fechamento, abertura e acesso às gavetas; 4. *Regulagem de altura*: Proporciona uma regulagem de altura suave para diferentes estaturas; 5. *Rodízios*: Possibilitam a movimentação e a trava do equipamento; 6. *Suporte maletas*: Destinado a acomodar as maletas de mão; 7. *Gaveta 1*: Designada a guardar os materiais necessários para realização do procedimento de coletas; 8. *Fecho magnético*: Tem a função de manter a porta de acesso às gavetas fechadas; 9. *Gaveta 2*: Acondiciona as amostras biológicas dos pacientes; 10. *Lixeiras*: Local determinado para o descarte de resíduos provenientes dos procedimentos; 11. *Coletor de perfurocortante*: Destinado a acomodar coletor rígido de perfurocortantes. O produto tem o intuito de proporcionar aos profissionais da área da saúde uma maneira mais produtiva e confortável de executar suas atividades cotidianas, garantindo uma boa mobilidade nas coletas de materiais biológicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo apresentou um projeto conceitual aplicado no desenvolvimento de um equipamento para o transporte de material biológico. O produto proposto pode facilitar as coletas laboratoriais e amostras dos pacientes. Além disso, o protótipo conceitual atende as normativas referentes ao descarte de resíduos provenientes das operações realizadas no ambiente hospitalar. Isso é de suma importância, pois o descarte inadequado de resíduos tem impacto ambiental, financeiro e coloca em risco os profissionais da saúde.

Os resultados mostram que a metodologia de desenvolvimento de produto foi fundamental para alcançar o projeto conceitual do equipamento destinado ao transporte de coletas laboratoriais. Além disso, a metodologia para o desenvolvimento do projeto se mostrou eficiente e foi um dos principais motivos responsáveis pelo sucesso do conceito desenvolvido. Após especificar a estrutura e os detalhamentos necessários do equipamento, foram analisadas e especificadas as funcionalidades gerais da arquitetura e seus desdobramentos. Nesse sentido, ambos os pontos foram atingidos, possibilitando uma base sólida para a criação do conceito final. Apesar dos cuidados metodológicos e esforços empreendidos para assegurar a qualidade e validade dos resultados, a presente pesquisa esteve sujeita a algumas limitações, que precisam ser mencionadas. Uma das limitações reside no método de coletas de dados aplicado, realizado por pesquisas de campo, conversas com profissionais da área da saúde, estando sujeito à subjetividade do respondente e à percepção do pesquisador, o que pode ter ocasionado interferências, falhas de compreensão e erros de interpretação. Porém, o reconhecimento dessas limitações não deprecia o projeto realizado nem desvaloriza os resultados, mas possibilita a utilização futura e mais correta e consciente de dados, resultados e análises deste estudo. Outra limitação relevante a ser salientada, foi a atual situação que está sendo vivenciada, causada pela pandemia do Covid-19, que dificultou a comunicação com os profissionais da área da saúde nas fases finais do projeto proposto.

Considerando os resultados e as conclusões da presente pesquisa acadêmica, acredita-se que o projeto realizado contribuiu para o entendimento, ensino e aprendizagem no processo de integração entre o gerenciamento de projeto e desenvolvimento de produto. Também resultou em grande satisfação por se tratar do desenvolvimento de um produto voltado aos profissionais da área da saúde, os quais possuem uma rotina de trabalho extremamente exaustiva física e mentalmente, ajudando-os a realizarem seu trabalho confortavelmente para que possam se concentrar no que é mais importante, que é oferecer o melhor atendimento possível ao paciente. Como sugestão de pesquisa futura, aconselha-se realizar uma análise da

prática de integração de projetos de desenvolvimento de novos equipamentos com base na visão dos empresários do setor hospitalar e profissionais da saúde, para comparar suas perspectivas com normas regulamentadoras.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de vigilância sanitária sobre o transporte de material biológico humano para fins de diagnóstico clínico**. Brasília, DF. 2015. Disponível

em: https://www.pncq.org.br/uploads/2015/not%C3%ADcias/Manual%20de%20Transporte%20de%20Material%20Biolo_gico.pdf. Acesso em: 15 dez. 2020.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC Nº 222/2018 COMENTADA**. Gerencia de Regulamentação e Controle Sanitário em Serviços de Saúde - GRECS/Gerencia Geral de Tecnologia em Serviços de Saúde - GGTES/ANVIS. Brasília, DF. 2018. Disponível em: file:///C:/Users/franc/Downloads/RDC_222_COMENTADA_ATUALIZADA.pdf. Acesso em: 15 dez. 2020.

BENKE, M.; CARVALHO, É. **Estresse x qualidade de vida nas organizações**: um estudo teórico. FESURV, 2008.

EBSERH. Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares. **POP: Coleta de materiais biológicos**. Subunidade de Patologia Clínica da Unidade de Laboratório de Análises Clínicas e Anatomia Patológica do HC-UFTM, 2018, 49 p. Disponível em: <http://www2.ebserh.gov.br/documents/147715/0/Coleta+de+materiais+biologicos+12.pdf/6b8aafcb-9808-47dc-be0a-20370664a70c>. Acesso em: 15 dez. 2020.

CHAPPEL, S. E. *et al.* Nurses' occupational physical activity levels: A systematic review. **International Journal of Nursing Studies**, v. 73, p. 52-62, 2017.

DONATELLI, S. *et al.* Acidente com material biológico: uma abordagem a partir da análise das atividades de trabalho. **Saúde e Sociedade**, v. 24, n. 4, p.1257-1272, 2015.

ELMBACH, A. F. V.; SCHOLL, A.; WALTER, R. Minimizing the maximal ergonomic burden in intra-hospital patient transportation. **European Journal of Operational Research**, v. 276, n. 3, p. 840-854, 2019.

FILHO, J. G. **Ergonomia do Objeto**: Sistema Técnico de Leitura Ergonômica. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2010.

GELBCKE, F. M. **Interfaces dos aspectos estruturais, organizacionais e relacionais do trabalho de enfermagem e o desgaste do trabalhador**. 2002. 270 f. Tese (Doutorado em Enfermagem), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2002.

IIDA, I; BUARQUE, L. **Ergonomia Projeto e Produção**. 3ª ed. São Paulo: Edgard Blucher Editora, 2016; p. 856.

OCAMPO, J. U. **Processo de desenvolvimento de produtos em PMEs industriais do setor de móveis hospitalares**. 2015. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Escola politécnica da Universidade de São Paulo, 2015.

OMRANE, A. *et al.* Occupational risk of drug allergy in a nurse: a case report. **World Allergy Organization Journal**, n. 8, v. 13, 2020.

REIS, L. A. *et al.* Occupational Exposure to Potentially Infectious Biological Material Among Physicians, Dentists, and Nurses at a University. **Safety and Health at Work**, v. 10, n. 4, p. 445-451, 2019.

ROZENFELD, H; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C. de; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SACLICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria de processos**. São Paulo: Editora Saraiva, 1ª ed. 2006.

SALVE, M. G. C.; BANKOFF, A. D. P. Postura corporal - um problema que aflige os trabalhadores. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 28, p. 105-106, São Paulo, 2003.

SANTOS, A. **Estudo ergonômico do veículo BAJA do centro universitário UNIVATES**. 2015. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção), Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015.

SILVEIRA, F.; MACHADO, F. M.; RUPPENTHAL, J. E. **Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas: estudo de caso aplicado em empresas agrícolas da região noroeste do Rio Grande do Sul**. 1. ed. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, v. 1. 77p. 2017.

SILVEIRA, F. *et al.* Systematic analysis of reference models in product development: case studies in the agricultural machinery and implementation sector. **Independent Journal of Management & Production (IJM&P)**, v. 9, n. 2, April – June, 2018.

SILVEIRA, F.; MACHADO, F. M.; STEINHAUS, J.C.A.; AMARAL, F.G.; ROMANO, L.N. Projeto Conceitual Aplicado no Desenvolvimento de um Carrinho de Mão Ergonômico. **Ação Ergonômica**, v. 13, p. 108-117, 2019.

SHEIKHZADEH, A. *et al.* Perioperating nurses and technicians' perceptions of ergonomic risk factors in the surgical environment. **Applied Ergonomics**, v. 40, n. 5, p. 833-839, 2009.

STIMPFEL, A. W.; BREWER, C. S.; KOVNER, C. T. Scheduling and shift work characteristics associated with risk for occupational injury in newly licensed registered nurses: An observational study. **International Journal of Nursing Studies**, v. 52, n. 11, p. 1686-1693, 2015.

ZAGHINI, F. *et al.* The role of occupational stress in the association between emotional labor and burnout in nurses: A cross-sectional study. **Applied Nursing Research**, v. 54, 2020.

Como Referenciar este Artigo, conforme ABNT:

NASCIMENTO, V. P; SILVEIRA, F; RODRIGUES, P. C. C; ORTIZ, L. C. V; MACHADO, F. M. Projeto Conceitual Aplicado no Desenvolvimento de um Equipamento para Transporte de Material Biológico Em Ambiente Hospitalar. **Rev. FSA**, Teresina, v.18, n. 02, art. 12, p. 221-240, fev. 2021.

Contribuição dos Autores	V. P. Nascimento	F. Silveira	P. C. C. Rodrigues	L. C. V. Ortiz	F. M. Machado
1) concepção e planejamento.	X	X			X
2) análise e interpretação dos dados.	X	X	X	X	X
3) elaboração do rascunho ou na revisão crítica do conteúdo.	X	X	X	X	X
4) participação na aprovação da versão final do manuscrito.	X	X	X	X	X