



BAHIANA
ESCOLA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA

ESCOLA BAHIANA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS EM SAÚDE

VALDEMAR CAUMO JUNIOR

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO PARA TREINAMENTO MUSCULAR
RESPIRATÓRIO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Salvador/Bahia

2023

Definição de estilo: Sumário 1

Definição de estilo: Sumário 2

Definição de estilo: Sumário 3: Tabulações: 15,98 cm,
Direita,Preenchimento: ...

VALDEMAR CAUMO JUNIOR

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO PARA TREINAMENTO MUSCULAR
RESPIRATÓRIO**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação Stricto
Sensu em nome do curso da Escola
Bahiana de Medicina e Saúde
Pública como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre
em Tecnologias em Saúde.
Orientador: Prof. Dr. Handerson Jorge
Dourado Leite

Salvador/Bahia

2023

VALDEMAR CAUMO JUNIOR

“DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO PARA TRATAMENTO E TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO”

Dissertação apresentada à Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Tecnologias em Saúde.

Salvador, 9 de novembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Cássio Magalhães da Silva e Silva
Doutor em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas
Universidade Federal da Bahia, UFBA

Prof.^a Dra. Maria Consuelo D'Almeida Nuñez Filha
Doutora em Medicina e Saúde Humana
Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, EBMSP

Prof.^a Dra. Cristiane Maria Carvalho Costa Dias
Doutora em Medicina e Saúde Humana
Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, EBMSP

Este documento foi assinado digitalmente por Atson Carlos De Souza Fernandes. Este documento foi assinado eletronicamente por Cássio Magalhães da Silva e Silva, Maria Consuelo D'Almeida Nuñez Filha e Cristiane Maria Carvalho Costa Dias.
Para verificar as assinaturas vá ao site <https://bahiaeducacao.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código 2DB9-DBE3-C666-0742.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à força divina, que tudo engendra de forma caótica a nossos olhos, mas organizada no fluxo do universo. À minha filha, Clara, cujo nome alcunha o produto final deste trabalho, qual seja, *Claris*. A minha família extensa. À minha amada esposa, pelo constante companheirismo. E a meu orientador Handerson Jorge Dourado Leite, pela caminhada de firme conhecimento.

RESUMO

Referência: CAUMO JUNIOR, Valdemar; LEITE, Handerson Jorge Dourado

Título: Desenvolvimento de Produto Para Treinamento Muscular Respiratório

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um produto, denominado *Clarís*, com a finalidade de atender ao treinamento muscular respiratório, utilizando-se da diferença de pressão para gerar impedância em centímetros de água. O foco além da eficácia terapêutica, adota como princípio criador, a proposta de um equipamento de baixo custo, mais acessível ao mercado de aparelhos de treinamento respiratório. Dentre os métodos em desenvolvimento de produto, foi utilizado como modelo o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos, que divide o processo em etapas, dentre as quais o *Clarís* se encontra entre a fase conceitual e como um projeto preliminar, migrando do produto contexto conceitual para etapa de viabilidade econômica. Resultados: considerando-se os testes até o momento realizados (em bancada) com protótipo artesanal, os dados mostram que o produto oferece cargas de impedância análogas aos já validados cientificamente, configurando-o como dispositivo aceitável e confiável para aplicação de carga de treinamento respiratório.

Descritores: Respiração, Treinamento, Músculos respiratórios, Equipamentos para treinamento muscular, Desenvolvimento de novos produtos

ABSTRACT

Reference: CAUMO JUNIOR, Valdemar; LEITE, Handerson Jorge Dourado

TITLE: Desenvolvimento De Produto Para Treinamento Muscular Respiratório

The objective of this work is the development of a product, called Claris, with the purpose of training the muscular system of the respiratory system, using the pressure difference to generate impedance in centimeters of water. The focus, in addition to therapeutic efficacy, continues on the proposal of a low cost equipment, more accessible to the market. Methods: among the product development methods, the Integrated Product Development Process was used as a model, which divides the process into stages, among which Claris is found between the conceptual and preliminary design phases, migrating from the already conceptual product to the economic viability stage. Results: within the tests already carried out on a bench with a handmade prototype, the data show that the product offers similar impedance loads to those already scientifically validated, configuring it as an acceptable and reliable device for applying training and treatment loads.

Keywords: respiratory treatment, product development

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

EBMSP- Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública

FBDC – Fundação Bahiana para o Desenvolvimento das Ciências

IFBA – Instituto Federal da Bahia

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – O músculo	16
Figura 2 – As pontes cruzadas	17
Figura 3 – Movimentações do diafragma	19
Figura 4 – Movimento de alça de balde	19
Figura 5 – Dias de Internação	21
Figura 6 – Custos dos dias de internação	21
Figura 7 – Estímulos e repercussões fisiológicas	22
Figura 8- Treino de Força e seus parâmetros	23
Figura 9- Fases do desenvolvimento de um projeto	27
Figura 10- Ciclo de PDP	28
Figura 11- Ciclo de Vida do Produto	30
Figura 12- Fases do processo de desenvolvimento de produto	31
Figura 13- Etapas do Planejamento	33
Figura 14- Ciclo de Vida do Produto	33
Figura 15- Escopo das bases de funcionamento do produto.....	34
Figura 16- Estabelecimento das Necessidades e soluções do produto	34
Figura 17- Requisitos do sistema e sua importância	35
Figura 18- Requisitos do Produto	36
Figura 19- Quantificação dos requisitos do produto	41
Figura 20- benchmark competitivo	42
Figura 21- Matriz de correlação	43
Figura 22- Síntese funcional	43
Figura 23- Desdobramentos da Síntese Funcional	45
Figura 24- Base em vista lateral e em 3D	45
Figura 25- Figura Técnica da base do produto	46
Figura 26- Tampa e Válvula do produto, vista lateral e em 3D	46
Figura 27- Vista Técnica tampa do produto	46
Figura 28- Desenho Técnico da lateral do produto	47
Figura 29- Protótipo Funcional – Fotografia Geral.....	48

Figura 30- Protótipo Funcional – Fotografia da Base.....49
Figura 31- Protótipo Funcional – Fotografia da Tampa (Válvula).....50
Figura 32- Protótipo Funcional –Fotografia Geral – Vista Superior.....51

ABREVIATURAS

SNC	Sistema Nervoso Central
OPAS	Organização Pan Americana para Saúde
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
PIMax	Pressão Inspiratória Máxima
PEMax	Pressão Expiratória Máxima
CVP	Ciclo de Vida do Produto
PDP	Processo em Desenvolvimento de Produto
3D	Três Dimensões
PET-g	Polietileno Tereftalato Glicol
NIT	Núcleo de Inovação e Tecnologia
EBMSP	Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
CME	Centro de Material e Esterilização
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	12
2.OBJETIVOS.....	14
3.REVISÃO DA LITERATURA	15
3.1 Fisiologia do Treinamento Muscular	15
3.1.1 Anatomofisiologia do sistema muscular	15
3.1.2 Anatomofisiologia do sistema muscular respiratório	18
3.2 Treinamento do Sistema Muscular	22
3.3 Avaliação dos músculos respiratórios	25
3.4 Desenvolvimento de Produto.....	26
3.4.1 Modelo de desenvolvimento integrado de produto	27
3.4.1.1 Primeira fase- planejamento de projeto	28
3.4.1.2 Segunda fase – projeto de produto.....	28
3.4.1.2.1 Projeto Informacional	28
3.4.1.2.2 Projeto Conceitual.....	29
3.4.1.2.3 Projeto Detalhado	30
4- MATERIAL E MÉTODOS.....	32
4.1 Planejamento do projeto	35
4.2 Desenvolvimento do Projeto.....	36
4.2.1 Projeto Informacional.....	37
4.2.2 Projeto Conceitual	38
4.2.2 Projeto Preliminar	38
4.3 – Busca de anterioridade	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 Projeto informacional.....	40
5.2 Projeto Conceitual	43
5.3 Projeto Preliminar	45
6. CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS	54
ANEXOS.....	57

1. INTRODUÇÃO

O treinamento da musculatura do aparelho respiratório se constitui em um processo pouco aplicado nas situações de prática de exercício físico e nas situações da vida cotidiana. Somente se prefigura mais intendo no contexto de preparação de atletas, tendo em vista a otimização da aplicação de consumo de oxigênio pela musculatura do sistema muscular respiratório, bem como no contexto das doenças. A priori, a tese suspeita se coloca dentro do quadro de otimização da musculatura do aparato respiratório proporcionando possível melhora da competência atlética. Há evidências que apontam tanto para melhora da performance quanto para resultados inexpressivos, quando aplicado em sujeitos hígidos. ^(1,2)

Já dentro do ambiente das condições patológicas (por exemplo: cardiológicas, pneumológicas, neurológicas além da hipomobilidade em leito), a intervenção com treinamento muscular respiratório mostra-se eficaz e se mostra como importante adjuvante no déficit funcional gerado por elas. Isso mostra-se eficiente justamente por diminuir o quadro específico da doença, evoluindo em marcadores importantes da função pulmonar. ^(2,5,10,11)

Uma das dificuldades à adesão dos tratamentos através da terapia respiratória é o custo dos equipamentos. Acrescido a isso, o valor da esterilização coloca em pauta esses valores que podem variar de 400 a 600 reais para compra, gerando impacto direto no orçamento dos brasileiros. Para obter-se uma comparação bastante breve do citado considere-se que um terço da população do país ganha menos de quinhentos (500) reais ao mês.⁽³⁾ Já no ambiente hospitalar, esse valor aumenta bastante e sobrecarrega ainda mais a demanda de materiais de diversos outros setores do hospital, no centro de esterilização da unidade^(1,3).

O produto proposto nesse trabalho visa atender, tanto à redução do custo de aquisição do equipamento utilizado para realizar o treinamento muscular respiratório, quanto a eliminação do valor de esterilização, pois em se descartando após o uso, esse custo fica ainda mais reduzido. Objetiva-se aprimorar um equipamento que apresentará repercussão na redução dos custos totais, facilitando a adesão e aderência dos profissionais e pacientes dentro do contexto hospitalar, ambulatorial, domiciliar e no campo desportivo, na utilização de ferramentais que efetivamente se interponham nas terapêuticas, otimizando o processo como um todo.

O que existe no contexto brasileiro de materiais hospitalares similares em termos de aplicação respiratória são equipamentos que se utilizam de molas e membranas, e empregam valores de resistência baseados em centímetros de água. No *Claris* a carga terapêutica é dada pela coluna

de água dentro do tubo onde o paciente executa a ação de assoprar - no caso do trabalho expiratório – ou, puxar o ar - no caso do trabalho inspiratório.

O tratamento respiratório na área hospitalar responde por números expressivos, seja como terapêutica coadjuvante, seja como principal na prescrição. Conforme dados do DATASUS coletados através do website <https://datasus.saude.gov.br>, acessados no ano de 2022, podemos ver que a necessidade do uso diário associado aos números de internações que demandam esse tipo de intervenção ou terapêutica, ou seja número de internações vezes o número de dias que o paciente ficou internado, passa de cento e cinquenta milhões de unidades por ano. Ao convertermos tal monta em números, excetuando o valor do aparelho em comparação aos concorrentes, constituiria uma economia em torno de um bilhão e meio de reais, somente na diferença entre esterilização e compra do aparelho descartável. No estudo de viabilidade econômica e materiais, cuja fase estamos adentrando, conseguimos mantê-lo com o valor abaixo de setenta por cento do valor de esterilização dos concorrentes.

Pensando ainda em números, o concorrente apresenta valores muito maiores que o projeto do *Clarís*. Vale ainda salientar que existe um programa do governo federal, que protege patentes nacionais, com alteração de taxas de importação, valorizando ainda mais produtos concebidos e produzidos em território nacional.

A concepção deste produto, se dá no ambiente acadêmico de preceptoria em estágio de Fisioterapia em Cardiologia e Pneumologia. Dentro do contexto deste projeto, enquanto preceptor de estágio de fisioterapia em cardiologia e pneumologia, surgiu, dentre as técnicas e protocolos validados cientificamente para estes perfis de pacientes, o uso de selo d'água como uma possibilidade terapêutica no treinamento muscular respiratório. A partir daí, surge o insight que inicia o processo criativo de concepção do produto que culmina neste trabalho.

A primícia básica aqui trata de desenvolver um produto para a saúde, mais especificamente no campo do treinamento muscular respiratório, valendo-se da física aplicada, através da diferença de pressões, para validar seu funcionamento e sua eficácia com relação à entrega de cargas terapêuticas. Além disso, a proposta inclui em constituí-lo num produto com tecnologia barata, o que repercute em uma prática de cunho social e econômica importante. ^(1,3)

2 -OBJETIVOS

Geral:

Desenvolver dispositivo para treinamento respiratório de baixo custo.

Específicos:

- Desenvolver peças e componentes do dispositivo;
- Montar o protótipo;
- Realizar validação do protótipo.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Fisiologia do Treinamento Muscular

3.1.1 Anatomia do Sistema Muscular

A estrutura do músculo, tanto no seu plano micro quanto no macro, é desenhada principalmente para gerar movimento. Essa cinesia serve para mobilizar os sistema músculo esquelético organizado de tal forma que o corpo possa se mexer espacialmente nas três dimensões com fluidez e desempenho⁽¹⁾.

A musculatura possui diversas estruturas que oferecem informações sensoriais (tato, percepção de calor e frio, dor, visão, audição, paladar, propriocepção, etc) importantíssimas ao sistema nervoso central (SNC), tal como um computador e seus equipamentos periféricos, que servem de entrada de dados ou de saída, ou seja, as unidades musculares que servem tanto para gerar informações nervosas ao SNC quanto para executar movimento. ⁽¹⁹⁾

O arranjo muscular possui um aspecto macro composto por uma estrutura maior que é subdividida em unidades menores, o que por sua vez se replica até formar unidades microscópicas. Essa disposição pode ser vista na imagem a seguir onde se observa um músculo subdividido em unidades menores⁽¹⁹⁾.

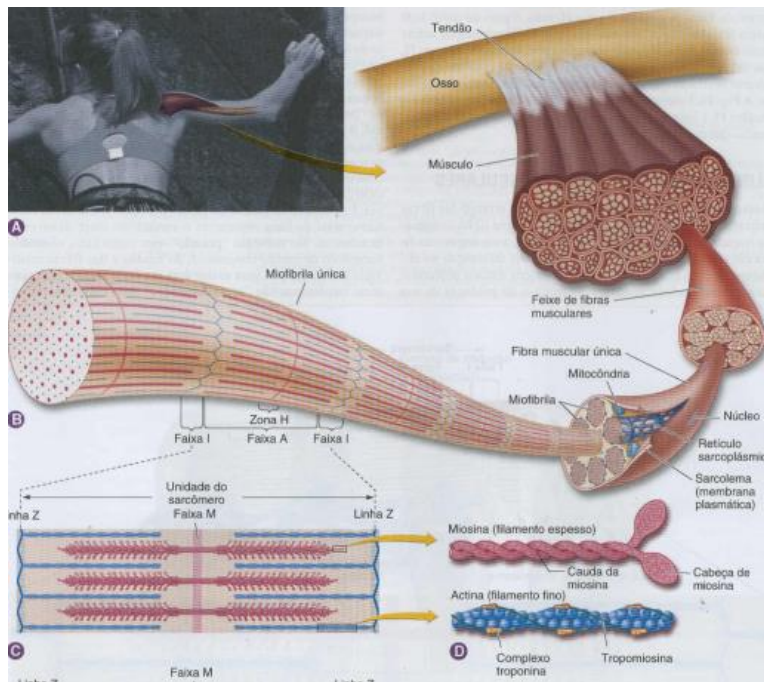


Figura 1 – O músculo⁽¹⁹⁾

A figura 1 mostra a representação do sarcômero, que é a unidade funcional do músculo. Ou seja, a menor unidade estrutural que compõe, junto a outros sarcômeros, a miofibrila, que, por sua vez, juntamente a outras miofibrilas compõe a unidade muscular. O movimento ocorre quando as cabeças de miosina deslizam sobre os feixes de actina (figura 2) através de processos eletroquímicos disparados através do sistema nervoso periférico.⁽⁵⁾

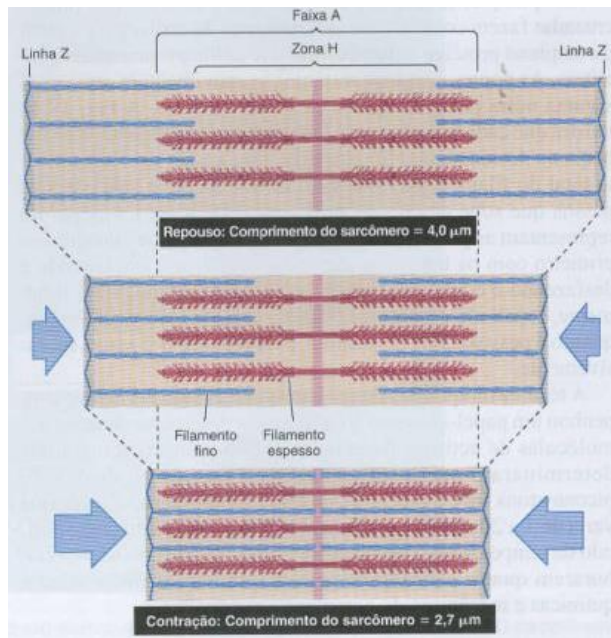


Figura 2. Deslizamento das pontes cruzadas(1)

Há diversos tipos de fibra muscular que variam anatômica e fisiologicamente dependendo de sua função. Existe a fibra do tipo I que possui um calibre mais delgado, aspecto mais avermelhado em função de maior capilaridade, capacidade oxidativa mais expressiva e inervação de fibras nervosas de condução mais lenta⁽¹⁹⁾. As Fibras do tipo II se subdividem em 2 subtipos: IIa e IIb. Aquelas têm menor número de mitocôndrias (diminuição da capacidade oxidativa), fibras nervosas de condução mais rápida, pois elas servem para atender à demandas imediatas, enquanto as do tipo I servem para movimentos mais lentos. Tais características tornam as fibras de contração lenta (tipo I) altamente resistentes à fadiga e perfeitamente apropriadas para o exercício aeróbico prolongado. Em contrapartida, as do tipo II, contribuem para o exercício aeróbico e anaeróbico quase máximo, como na corrida ou na natação de meia distância e no basquete, hóquei de campo ou futebol, que combinam os altos níveis de transferência de energia aeróbica e anaeróbica⁽¹⁹⁾.

O funcionamento fisiológico acontece tanto nos músculos apendiculares (membros superiores e inferiores) como nos músculos do tronco que estabilizam e geram movimento. Algumas ações estabelecem não somente relação com movimento corporal, mas também com os movimentos do sistema respiratório. Dentro do sistema citado temos dois (2) tipos de vetores

de movimento: inspiração e expiração. Os músculos inspiratórios são o diafragma e os intercostais externos, com os acessórios escalenos e externo cleidomastoido. Por outro lado, os conexos ao processo expiratório são: intercostais externos, reto abdominal, oblíquos internos e externos e transversos abdominais⁽²⁾.

3.1.2 Anatomia do sistema muscular respiratório

O conjunto respiratório é composto por osso, músculos, tendões, e é controlado de forma involuntária através do centro respiratório localizado no bulbo.^(11,18,19) Os músculos, efetores do movimento respiratório, que prefiguram executando as funções de inspiração e expiração, tem sua anatomofisiologia exatamente igual às outras estruturas musculares, e portanto, responde aos processos adaptativos da mesma forma, tanto para melhora quanto agravamento na função.^(11,13,19-21) O que diferencia o trabalho de treinamento da musculatura respiratória de um trabalho como o quadríceps (um músculo dos membros inferiores) se constitui na direção na qual as fibras musculares trabalham. No decurso desse movimento fazem com que, para serem estimuladas o suficiente, cada qual tenha sua carga máxima mensurada; o que, no caso do quadríceps, significará na quantidade de quilogramas e, para a musculatura respiratória, em centímetros de água. (2)

A fisiologia e biomecânica do sistema pulmonar, responsável por gerar fluxo de ar, para trocas gasosas do pulmão com o ar externo, são os principais elementos do treinamento muscular respiratório. ^(5,6,17,7,8,11-16) A estrutura do sistema respiratório traz consigo diversos vetores de força, que devem ser analisados individualmente, bem como em seu conjunto sinérgico.^(5-7,11)

Os vetores de força irão gerar o movimento concêntrico e no excêntrico do diafragma e da caixa torácica, aumentando ou diminuindo a pressão interna, fazendo com que o ar saia ou entre nos pulmões. Cada músculo apresenta um vetor de força, reúne-se aos outros que constituem o movimento na caixa torácica como um todo, através do movimento de subir ou descer do diafragma (figura3), da alça de balde e cabo de bomba, no caso da caixa torácica (figura 4).(2)

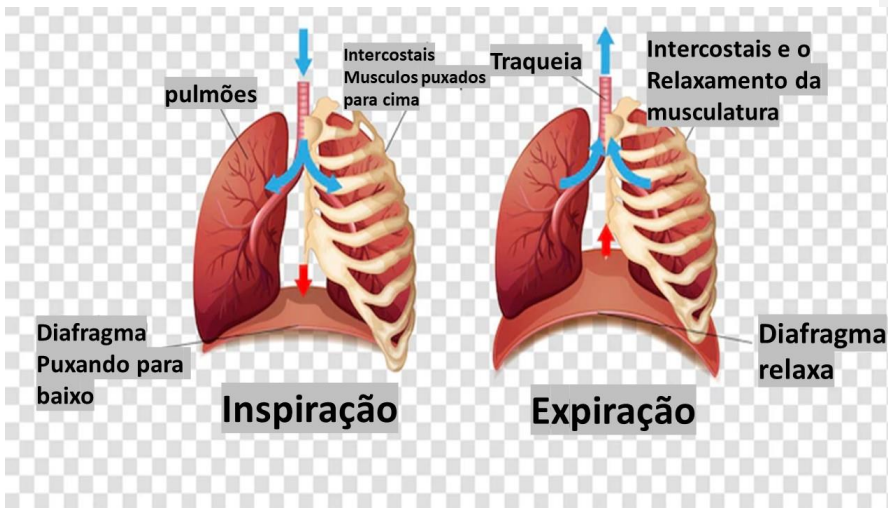


Figura 3: diafragma (Fonte: freepik.com)

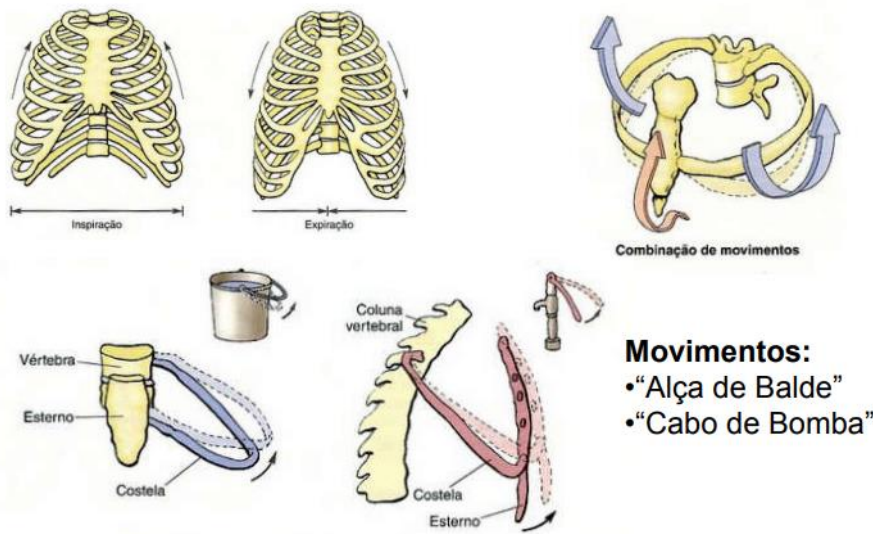


Figura 4: caixa torácica (Fonte: www.ufjf.br)

Na figura 4 percebemos 2 movimentos: 1 da alça de balde e outro cabo de bomba. No primeiro temos movimento dos arcos costais, onde, ao subir, acaba gerando expansão do espaço compreendido entre ambos. Esse aumento de área amplia a pressão interna nos pulmões

perfazendo a entrada de ar. O outro movimento é o de cabo de bomba, que, ao subir, promove distanciamento do osso esterno, promovendo a expansão do pulmão^(11,19).

Algumas patologias geram consequências funcionais específicas, seja no componente neural, muscular, estrutural (articulações, ligamentos, tendões, parênquima) do sistema pulmonar, deteriorando sua função, agravando sinergicamente o quadro geral do paciente, complicando mais o quadro, o que suscita um ciclo vicioso de piora. ^(5-7,9,22)

Com o sistema respiratório comprometido com a sobrecarga maior gerada pela incompetência do sistema dar vazão à demanda, o sistema muscular respiratório, que absorve em torno de trinta por cento da capacidade aeróbica total do corpo, acaba consumindo o dobro, disponibilizando assim, menor oferta para o restante do corpo, comprometendo a funcionalidade geral ^(11,19)

Já nos casos de patologias que envolvem o sistema neurológico, a perda de força está associada a uma degeneração de funcionamento dos componentes neurais. Como esses elementos transportam o comando de execução aos músculos, tal qual o circuito de retorno por feedback, tem-se como efeito a alternância da função dos músculos respiratórios responsáveis pela eficiência na ventilação dos pulmões. ^(21,24)

Torna-se vital então, que, através de um treinamento com cargas terapêuticas ajustadas à condição de cada paciente, seja possível evitar que o efeito deletério progressivo se acelere, e que assim o paciente possa ter maior qualidade de vida, dentro da condição clínica de cada caso. ^(6,11,19) Em tais casos, as diretrizes de dose e resposta do exercício físico atendem às mesmas condições normais. O que modifica nessas situações é o direcionamento dado, associando os objetivos do sujeito, as implicações e as limitações que cada patologia engendra⁽¹¹⁾.

Com tal aumento de carga, aumenta-se ao mesmo tempo o trabalho do sistema muscular respiratório. Dessa forma, torna-se essencial que se fortaleça a musculatura, para arcar com maior responsabilidade funcional. Da mesma feita ocorre no contexto das patologias pneumológicas, aquelas que afetam diretamente as capacidades funcionais pulmonares. ^(5,6,11)

Diante de situações que fujam dos padrões de funcionalidade pulmonar, tais como as patologias, a resposta neurofisiológica da musculara respiratória diante do treinamento não altera⁽¹¹⁾. Entretanto, para cada patologia existe um tipo de intervenção com propriedades específicas, demandando uso de equipamentos ou não. Tudo depende das consequências funcionais da patologia associadas à clínica do paciente⁽¹¹⁾.

Há dois fatores que devemos levar em consideração quando estamos nos referenciando ao treinamento da musculatura do sistema respiratório: a primeira é com relação à disponibilidade e valor de aquisição do produto que será usado para tal fim, e a outra o acesso ao profissional que ficará responsável pelo treinamento.

Quanto ao primeiro, temos algumas poucas soluções disponíveis no mercado, com custo elevado, os quais analisaremos logo mais neste trabalho, dificultando o acesso à população economicamente desfavorecida. Além do próprio custo do equipamento há ainda um outro gasto associado que está ligado ao processo de esterilização do produto, que dentre as quais disponíveis, a mais barata é a química⁽¹⁾.

Com relação ao segundo ponto, o profissional mais adequado para a prescrição e acompanhamento dos exercícios físicos dos músculos respiratórios podem ser dois: profissionais de educação física ou fisioterapeutas especializados. Outra questão onde os custos também acabam interferindo pois para ter esses profissionais disponíveis nos sistema de saúde público precisamos de ambulatório especializados suficientes.

PROCEDIMENTOS HOSPITALARES DO SUS - POR LOCAL DE INTERNAÇÃO - BRASIL

Internações por Ano processamento segundo Região

Procedimento: 0202030717 PESQUISA DE ANTICORPOS E/OU ANTIGENO DO VIRUS SINCICIAL RESPIRATORIO, 0211030040 AVALIAÇÃO DE FUNÇÃO E MECÂNICA RESPIRATÓRIA, 0211030098 AVALIAÇÃO DE FUNÇÃO E MECÂNICA RESPIRATÓRIA COM TRANSDUTORES MICROPROCESSADOS, 0302040013 ATENDIMENTO FISIOTERAPÊUTICO EM PACIENTE COM TRANSTORNO RESPIRATORIO COM COMPLICAÇÕES SISTÊMICAS, 0302040021 ATENDIMENTO FISIOTERAPÊUTICO EM PACIENTE COM TRANSTORNO RESPIRATORIO SEM COMPLICAÇÕES SISTÊMICAS, 0303140089 TRATAMENTO DE DOENÇAS RESPIRATORIAS QUE AFETAM PRINCIPALMENTE O INTERSTÍCIO, 0303140097 TRATAMENTO DE HEMORRAGIAS DAS VIAS RESPIRATORIAS, 0303140135 TRATAMENTO DE OUTRAS DOENÇAS DO APARELHO RESPIRATORIO, 0303160093 TRATAMENTO DE TRANSTORNOS RESPIRATORIOS E CARDIOVASCULARES ESPECÍFICOS DO PERÍODO NEONATAL, 0303180096 TRATAMENTO DE AFECÇÕES DO SISTEMA RESPIRATORIO EM HIV/AIDS, 0308190027 TRATAMENTO DE EFEITOS DE AERÚA / OUTROS RISCOS A RESPIRAÇÃO, 0802010296 DIÁRIA DE UTI II ADULTO - SÍNDROME RESPIRATÓRIA AGUDA GRAVE (SRAG) - COVID19, 0802010300 DIÁRIA UTI II PEDIÁTRICA - SÍNDROME RESPIRATÓRIA AGUDA GRAVE (SRAG) - COVID19

Período: 2021

Região	2021	Total
TOTAL	141.830	141.830
1 Região Norte	10.518	10.518
2 Região Nordeste	41.896	41.896
3 Região Sudeste	55.604	55.604
4 Região Sul	23.739	23.739
5 Região Centro-Oeste	10.073	10.073

Fonte: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS)

Figura 5 – dias de internação em 2021

PROCEDIMENTOS HOSPITALARES DO SUS - POR LOCAL DE INTERNAÇÃO - BRASIL

Valor total por Ano processamento segundo Região

Procedimento: 0202030717 PESQUISA DE ANTICORPOS E/OU ANTIGENO DO VIRUS SINCICIAL RESPIRATORIO, 0211030040 AVALIAÇÃO DE FUNÇÃO E MECÂNICA RESPIRATÓRIA, 0211030098 AVALIAÇÃO DE FUNÇÃO E MECÂNICA RESPIRATÓRIA COM TRANSDUTORES MICROPROCESSADOS, 0302040013 ATENDIMENTO FISIOTERAPÊUTICO EM PACIENTE COM TRANSTORNO RESPIRATORIO COM COMPLICAÇÕES SISTÊMICAS, 0302040021 ATENDIMENTO FISIOTERAPÊUTICO EM PACIENTE COM TRANSTORNO RESPIRATORIO SEM COMPLICAÇÕES SISTÊMICAS, 0303140089 TRATAMENTO DE DOENÇAS RESPIRATORIAS QUE AFETAM PRINCIPALMENTE O INTERSTÍCIO, 0303140097 TRATAMENTO DE HEMORRAGIAS DAS VIAS RESPIRATORIAS, 0303140135 TRATAMENTO DE OUTRAS DOENÇAS DO APARELHO RESPIRATORIO, 0303160093 TRATAMENTO DE TRANSTORNOS RESPIRATORIOS E CARDIOVASCULARES ESPECÍFICOS DO PERÍODO NEONATAL, 0303180096 TRATAMENTO DE AFECÇÕES DO SISTEMA RESPIRATORIO EM HIV/AIDS, 0308190027 TRATAMENTO DE EFEITOS DE AERÚA / OUTROS RISCOS A RESPIRAÇÃO, 0802010296 DIÁRIA DE UTI II ADULTO - SÍNDROME RESPIRATÓRIA AGUDA GRAVE (SRAG) - COVID19, 0802010300 DIÁRIA UTI II PEDIÁTRICA - SÍNDROME RESPIRATÓRIA AGUDA GRAVE (SRAG) - COVID19

Período: 2021

Região	2021	Total
TOTAL	563.518.196,79	563.518.196,79
1 Região Norte	29.842.467,01	29.842.467,01
2 Região Nordeste	135.515.015,17	135.515.015,17
3 Região Sudeste	258.176.085,30	258.176.085,30
4 Região Sul	105.348.563,86	105.348.563,86
5 Região Centro-Oeste	34.636.065,45	34.636.065,45

Fonte: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS)

Figura 6 – gasto dos dias de internação em 2021

3.2 Treinamento do sistema muscular

A princípio, a fisiologia envolvida nos processos de adaptação muscular está presente tanto no crescimento chamado “anabolismo” quanto em seu oposto, intitulado “catabolismo”, aspecto documentado vastamente na literatura científica.^(1,6) Para promover o crescimento muscular, são necessários estímulos apropriados tais como: volume de repetições, carga usada, cadência dos movimentos, tempo de repouso entre séries e entre exercícios, além de quantidade de exercícios por grupo muscular.⁽¹⁹⁾

No movimento oposto, temos a imobilidade, que provocará pelo desuso da massa muscular tanto respiratória quanto de outros sistemas no corpo, perda de conteúdo muscular, impactando, assim, na capacidade de suas funções. Existem diversas formas para essa ocorrência: sedentarismo (forma mais lenta), imobilidade - gerada quando o paciente está em leito hospitalar ou acamado em domicílio-; além de doenças neuromusculares e condições específicas, como sepse.⁽⁷⁾

O estímulo muscular pode ser débil, ou seja, sem nenhuma adaptação, adequação e, ainda, superestimado, fato que acarretará compensações musculares e lesões futuras. O estímulo débil implica num tipo de estímulo que não traz nenhum elemento estressor que gere necessidade de adaptações musculares. Uma analogia possível se perfaz ao considerarmos o atrito constante sobre um local da pele humana, que, sem dúvida, gera um calo. Um atrito muito leve não gera adaptações. Por outro lado, o excesso de fricção, trazemos a lesão de diversos tipos de tecidos, tais como: o tendão, o ligamento ou o próprio tecido muscular.⁽¹⁹⁾

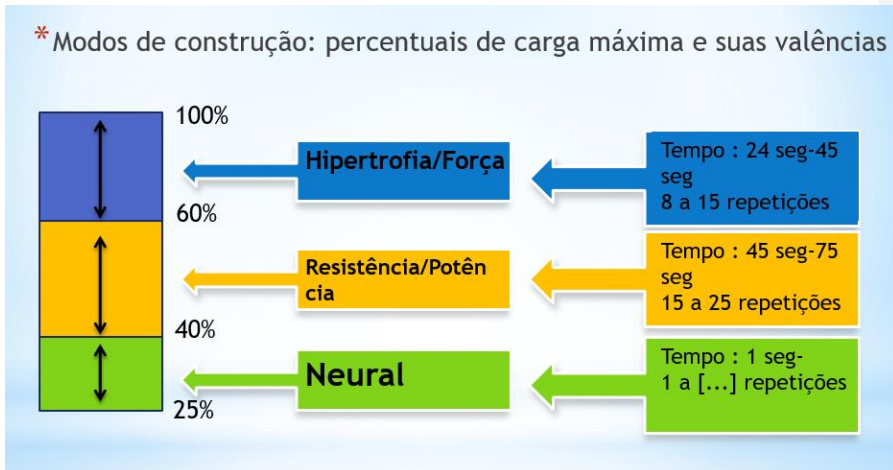


Figura 7-estímulos e repercussões fisiológicas³

As valências a serem trabalhadas dependem do objetivo do sujeito e de seu treinador. Dentre as valências mais trabalhadas temos: hipertrofia, força pura, resistência, potência e adaptação neural conforme podemos visualizar na figura 7. Cada uma tem suas características fisiológicas e energéticas, e por isso cada trabalho para o desenvolvimento da dada valência encerra um treino específico. Então, para chegar-se à valência de hipertrofia apoia-se em trabalho muscular direcionado a um tempo de tensão específico, com uma cadência própria e intervalo de descanso ajustado para esse tipo de valência⁽¹⁹⁾. Ademais, Na imagem da figura 8 podemos visualizar os tipos de trabalho muscular e suas características⁽¹⁹⁾:

	Intensidade	Número de séries (por exercício)	Intervalo/séries (minutos)	Velocidade do movimento	Frequência semanal (dias/semana)
Força máxima	8 a 12 SFC (60 a 70% FM)	1 a 3	1 a 2	Lenta para moderada	2 a 3 x p/ todo o corpo
Força hipertrofica	8 a 12RM (70 a 85% FM)	1 a 3	1 a 2	Moderada	2 a 3 x p/ todo o corpo
Força explosiva	3 a 6 SFC 30 a 60% FM (MMSS) 0 a 60% FM (MMII)	1 a 3	2 a 3 (IA) 1 a 2 (IL)	Moderada para rápida	2 a 3 x p/ todo o corpo
Resistência de força	10 a 15RM	1 a 3	< 1	Lenta	2 a 3 x p/ todo o corpo

SFC = sem falha concêntrica; RM = repetições máximas; FM = força máxima; IA = intensidade alta; IL = intensidade leve/moderada; MMSS = membros superiores; MMII = membros inferiores.

Figura 8-treino de força e seus parâmetros⁽³⁾

Para se tratar a resistência muscular, utiliza-se dos parâmetros adequados para o desenvolvimento dessa valência. Adequam-se séries, repetições, cargas e intervalos de descanso. Nesse casos, utilizam-se séries com número de repetições mais altas (de 15 pra mais), com número de séries moderadas (1 a 3), com intervalos de descanso menor que 1 minuto, de 2 a 3 vezes na semana, com carga entre quarenta e sessenta por cento da carga máxima mensurada. No caso do trabalho da musculatura respiratória, modifica-se a carga, que será em centímetros de água (coluna d'água)⁽¹¹⁾.

A mecânica da musculatura respiratória obedece aos mesmos princípios de funcionamento dos outros músculos do corpo. Isso também ocorre com as adaptações para melhora ou piora da função muscular. Viu-se que a estrutura funcional do músculo é o sarcômero e este é dividido em pontes cruzadas de actina e miosina. Dentre as adaptações possíveis, pode-se destacar: atividade neuromuscular, atividade hormonal, fator idade, estímulo e condução neural, carga ou ausência da mesma e o próprio exercício. Todos esses estímulos ajudam a modificar a atividade contrátil do músculo, desencadeando uma série de adaptações que envolvem: o número de mitocôndrias, atividade enzimática, o tipo de miofibrilas, o número de capilares, tipo e quantidade de nervos periféricos e de núcleos. As alterações ocorrem a partir da reorganização de eventos celulares, relacionados a fatores metabólicos e contráteis, envolvendo respostas da fibra e de estruturas associadas⁽¹¹⁻¹⁹⁾.

O momento de intervenção, pode ser tanto pré, peri ou pós internação, colaborando com as outras terapias ou instituída como monoterapia, convergindo assim num importante fator colaborativo dentro do quadro geral de tratamento, influenciando também, nos custos hospitalares e ambulatoriais. (2,5,10,11)

Desta feita, a partir da realização de atividade física se insere em diversos quadros patológicos e programas de prevenção, pelo meio das mais diversas áreas de atuação: fisioterapia, educação física, terapia ocupacional, dança, psicologia, medicina, etc. Define-se a resposta tendo em vista o direcionamento acertado e as variáveis intrínsecas, que irão determinar se seus efeitos serão débeis, onde a resposta significativamente será nula em virtude de o estímulo não ter geração de resposta adaptativa suficiente; ou tóxicas, quando o estresse provocado pela atividade foi maior que aquele corpo é capaz de suportar (19,27).

Do mesmo modo as adaptações do sistema musculo esquelético dos animais, diante do movimento, necessita de parâmetros quantitativos, dose e resposta, que demandem adequações coerentes com a condição de cada organismo, no intuito de otimizar os ganhos e que tais atividades tornem-se de fato, positivas e convergentes. Isso se aplica tanto às condições de funcionamento normal de cada corpo, quanto nas demandas instauradas por patologias. (19)

Esse treinamento realiza-se tal qual nas demais atividades físicas, sejam direcionadas às patologias ou não. A dose terapêutica do exercício é dada diante do máximo que cada paciente pode realizar através de testes específicos (pressão inspiratória e expiratória máxima) e o percentual de sobrecarga, dada em centímetros. Quanto à água, estará diretamente relacionada à valência que se busca trabalhar: hipertrofia, resistência, potência, força máxima muscular ou apenas estimulação neural. A partir daí o paciente evolui quantitativamente e qualitativamente (11,19), sendo que, diante da clínica, as valências e sobrecargas também vão sendo ajustadas.

3.3 Avaliação dos músculos respiratórios

O movimento de ação muscular segue um padrão de encurtamento e alongamento, que por sua vez gera o movimento das estruturas às quais se ligam, a saber, os tendões, que, por sua vez, se inserem nos ossos. Sendo assim o movimento muscular gera movimento dos ossos, pois se articulam; o que acaba determinando o movimento do segmento corporal. A avaliação dessa função visa verificar a condição na qual esse segmento se encontra, se num movimento muito débil, regular ou excessivamente forte. Evidentemente um movimento débil implica numa ação comprometida e uma função também abalada. Portanto, a avaliação da função dos músculos respiratórios se realiza como condição importante para o sujeito, seja ele hígido ou portador de alguma patologia.⁽²⁾

Boa parte dos testes de força muscular respiratória é volitivo, ou seja, voluntário-dependente. Isso quer dizer que o paciente participa ativamente na avaliação, recrutando a musculatura do sistema respiratório conscientemente. Dentre os mais usados exames avaliatórios são: PIM_{áx} (pressão inspiratória máxima, onde o sujeito executa uma inspiração forçada com equipamento conectado à sua boca); PEM_{áx} (pressão expiratória máxima, onde a pessoa faz o movimento oposto, ou seja, expira com o máximo de força com o equipamento conectado à boca).⁽⁸⁾

As vantagens da PIM_{áx} está, primeiro, no custo de equipamento que é relativamente baixo, simples de realizar, rápida execução, não invasivo e tem valores de referência bem situados entre diversos tipos de populações. Dentre as desvantagens, podemos citar a necessária colaboração do sujeito, o que pode vir a dar um viés de referencial, além de ter um alto coeficiente de variação intra e inter-individual (10 a 13%).⁽⁸⁾

Seguindo com método volitivo de pressão expiratória máxima, trata-se de uma manobra oposta a PIM_{áx}, e apresenta vantagens semelhantes às do teste de pressão inspiratória. Das desvantagens, pode-se adicionar, ainda, a baixa acurácia para capacidade de tosse, e o alto índice de falso positivo para fraqueza muscular expiratória; o que pode conduzir a superestimar a quantidade de pacientes com fraqueza expiratória. ⁽⁸⁾

Avaliações das necessidades do treinamento são fundamentais para que seja desenvolvido um treinamento eficaz. É importante identificar as habilidades e conhecimentos que os participantes já possuem, bem como quais são as lacunas a serem preenchidas através do treinamento. Uma vez identificadas as competências esperadas dos participantes, é preciso

definir o planejamento de periodização⁽¹⁹⁾. Para isso, é necessário estabelecer objetivos, traçar planejamento do treinamento, reavaliações e ferramentas práticas utilizáveis no processo⁽¹⁹⁻³⁷⁾.

3.4 Desenvolvimento de Produto

O homem tem usado do seu conhecimento, inteligência e domínio de construir objetos, ferramentas, casas etc ao longo de sua história. Porém isso só se estrutura com um método a partir da década de 70, com a primeira sistematização no processo de criação e construção de um produto. ⁽²⁸⁾ A base conceitual que estrutura as etapas desde a elaboração intelectual até o produto fisicamente pronto inicia-se com Pahl e Beitz⁽²⁹⁾ na Alemanha.

Na maioria dos projetos, a empresas elaboram produtos com vistas a atender demandas do mercado. Ou seja, a indústria analisa aquilo que o mercado precisa. A partir de então elabora uma sequência de eventos que englobam o desenvolvimento do produto, de forma a fazer com que os custos sejam minimizados, para, posteriormente, validar o produto no atendimento de determinado nicho de mercado. ^(30,31)

Atualmente, a velocidade com a qual as mudanças e atualizações ocorrem no mercado consumidor tem ocasionado à indústria uma constante atualização nos processos e diretrizes de confecção de produtos. ⁽²⁹⁾ Sob certas circunstâncias, essa celeridade pode dar lugar a atropelamentos nas etapas do processo, criando margem ao risco que podem provocar prejuízos nas etapas finais ou pior, danos ao consumidor. ⁽²⁹⁻³¹⁾ Em devidas circunstâncias, deve-se sair do escopo da programação planejada para o empirismo. ⁽³⁰⁾

As metodologias que surgiram até as atuais, passaram por diversas mudanças estruturais, por estar se adequando, de tempos em tempos do processo criativo até a produção de fato. Um dos exemplos de variável que passou a tomar maior importância ocorre na qualidade do produto que chega ao consumidor e o grau de responsabilidade da indústria com isso.⁽²⁹⁾

Nos diversos métodos mais modernos, além da atualização dos mais antigos, a sequência de eventos interligados tem sido o modelo mais coerente e convergente com ritmo de produtividade e atualização dos produtos nos diversos segmentos de mercado. ⁽²⁹⁾ Tais etapas são individuais e tem suas diretrizes e serão atendidas constatada a etapa em que se encaixam dentro do contexto geral. Contudo, há necessidade de que, através de um processo de gestão de processos de produção, se possa torná-los integrados. Desta forma nasce a proposta de modelo de desenvolvimento integrado de um produto.^(28,29,31)

3.4.1 Modelo de desenvolvimento integrado de produto

Esse modelo, mais sistemático e planejado, nasceu com Romano⁽⁹⁾, recebe o nome de *modelo de referência*. A ideia é a organização logística das etapas, com objetivo de otimizar o processo como um todo, evitando perdas.⁽³²⁾ A figura 9 abaixo indica as etapas e estruturação segundo o modelo integrado de Rozenfeld.⁽³¹⁾

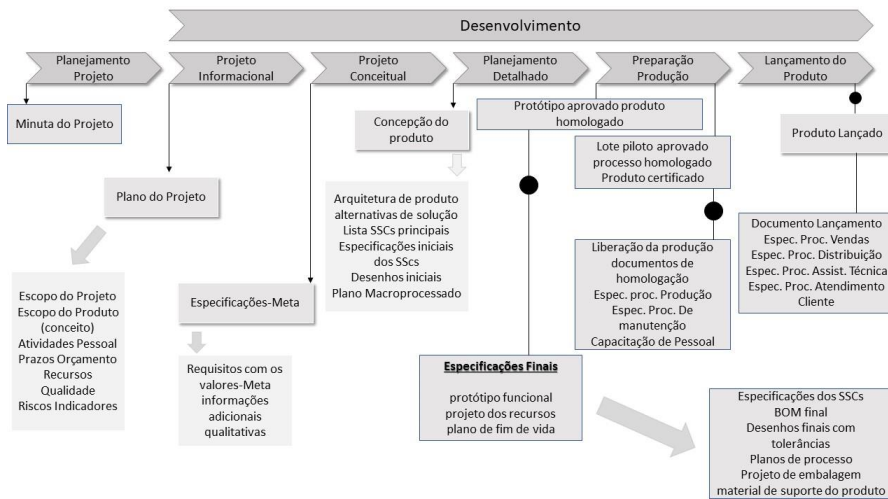


Figura 9- Fases desenvolvimento de um projeto.⁽³¹⁾

Tal sistematização permite também que a qualquer momento onde, dentro de algum dos processos, se encontre algum problema, seja possível retornar a outro ponto anterior a fim de se identificar a origem do problema e ajustá-lo no processo de elaboração do produto. A imagem abaixo, mostra um exemplo de processo de projeto de desenvolvimento de produto, de forma geral, baseado na análise de variáveis e tomada de decisões com ponderação de resultados.⁽³⁰⁾

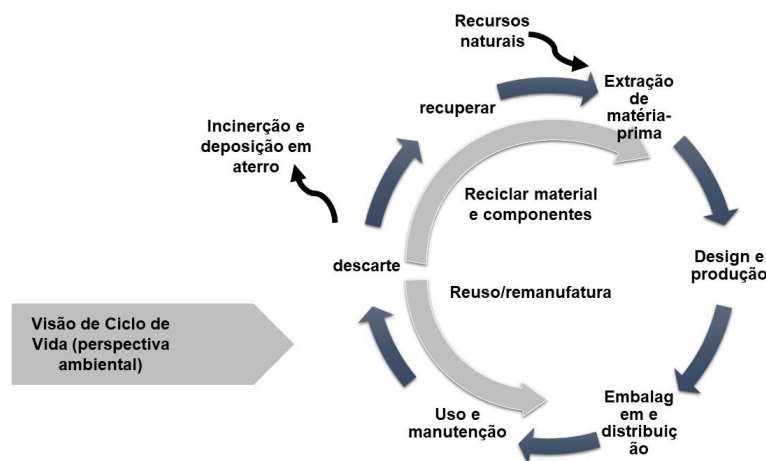


Figura 10 - Ciclo de PDP⁽²²⁾

3.4.1.1 - Primeira fase – Planejamento do projeto

Nesse momento tem-se um desenho geral do produto, uma minuta do projeto, onde são definidas as restrições, justificativa do produto, definição do produto final, expectativa em cada fase do processo, metas e objetivos a serem definidos pelo grupo. Além disso, se organiza o grupo de profissionais que atuará no projeto, bem como todas as formas de comunicação, calendário de cada etapa e os custos iniciais do projeto como um todo.

3.4.1.2 - Segunda Fase – Projeto de produto

3.4.1.2.1 – Projeto informacional

Nessa etapa definem-se todos os parâmetros no processo de fabricação até o processo de venda, e todas as variáveis intrínsecas ao processo. Nessa análise detalhada determinam-se quem são os clientes do produto proposto, assim como suas necessidades e como o produto atenderá os referidos quesitos. Definem-se ainda quais materiais serão utilizados, relação com os intermediários no processo (fornecedores, logística, etc), e a partir de então constrói-se o ciclo de vida do produto (CVP).⁽³¹⁾

Nessa fase dever-se-á ter um panorama, o mais completo possível, sobre todas as demandas do produto, assim como as exigências dos clientes, as etapas da produção, até mesmo o seu descarte. Para isso, faz-se necessário o uso de entrevistas e pesquisa de mercado para

avaliar os artigos concorrentes, e as dificuldades relatadas pelos clientes com relação aos mesmos, para alinhar devidamente e com maior segurança o desenho do produto⁽³¹⁾.

As demandas dadas pelos clientes são então convertidas em requisitos e são incorporados ao projeto, dentro da cada etapa, organizados de acordo com as necessidades de cada etapa e cada parâmetro. Nessa fase são fechadas as especificações do projeto.

3.4.1.2.2 - Projeto Conceitual

Nessa fase, projeta-se as diversas soluções para os parâmetros requisitados, e escolhe-se a solução com melhor custo-benefício para ser executada. Ou seja, para cada requisito do projeto, há diversas soluções. Na construção do projeto, define-se qual é a melhor, ou o conjunto mais apropriado de soluções coerentes com o processo. É propriamente a fase inicial do processo de produção de um produto. ⁽³¹⁾

Diferente da fase de um projeto informacional que aborda, basicamente, a aquisição e a transformação das informações, nessa fase, a equipe se atém à busca de soluções já existentes, tais como produtos que já existem concorrentes ou similares, descritos em livros, artigos, catálogos e bases de dados. A seleção dessas soluções baseia-se em métodos apropriados que se ancoram nos requisitos já definidos na fase anterior. ^{(31)(30,32)}

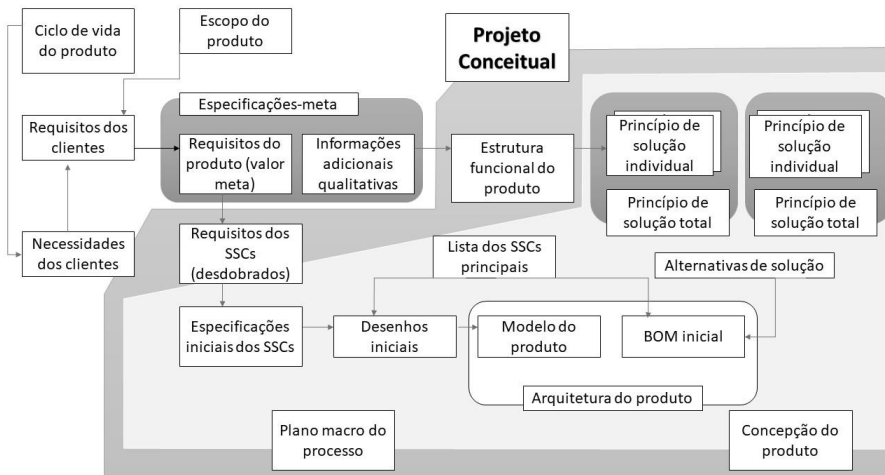


Figura 11- Ciclo de Vida de produto(10)

A figura acima mostra os principais elementos nessa fase do projeto. As especificações-meta estabelecem objetivos ou metas que o produto deve atender. A estrutura funcional do produto representa uma hierarquia estruturada à lista de funções que o produto deve possuir. Nos princípios de soluções individuais têm-se as propostas construtivas e formais de soluções que desempenham as funções do produto. Nos princípios de soluções totais, há o conjunto coerente e integrado dos princípios de soluções individuais. (31)

3.4.1.2.3 - Projeto detalhado

Nesse momento aprova-se o protótipo experimental, com seus respectivos requisitos previamente desenhados e ajustados, e sua solicitação de investimento. Este último que vai propiciar o andamento do projeto a partir dessa etapa. Conforme abaixo, este é um ponto de transição importante na virada do projeto teórico para o campo material. (31,32)

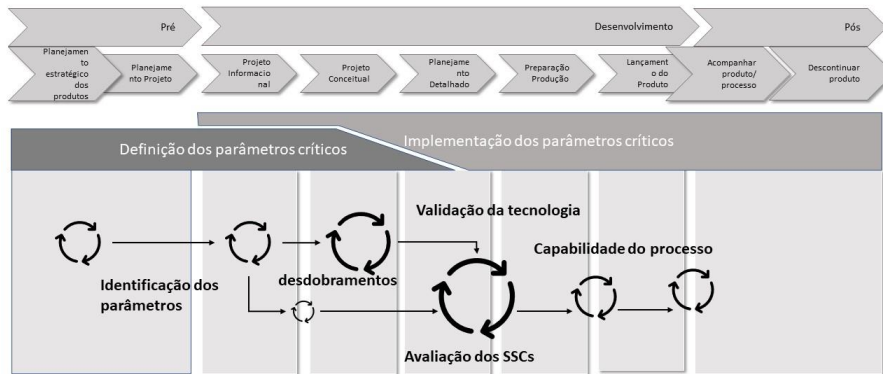


Figura 12- Fases do processo de desenvolvimento de produto(8)

4- MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, o método escolhido foi o projeto de desenvolvimento de produto, desenhado em janeiro de 2015, como base para projetos de ensaios clínicos posteriores. O modelo de projeto integrado de produto foi usado como norte para o desenvolvimento, ajustando todas as fases de planejamento (pré-desenvolvimento), e as fases de desenvolvimento sequenciais até a etapa de projeto detalhado com protótipo funcional.

Todas as informações necessárias para o projeto, tanto do método quanto as variáveis técnicas do produto foram exaustivamente coletadas no decorso de todo projeto, através de revisão de literatura e, posteriormente, com teste de bancada para averiguação da eficácia do produto. Dentro da busca pela base científica, buscou-se ainda anterioridade de patentes, para evitar possíveis conflitos futuros com patentes de projetos já existentes.

Para a construção de produtos, atendendo às demandas dos usuários, usa-se com frequência a matriz QFD (Quality Function Deployment) ^(31,35). A QFD é uma ferramenta que organiza e associa as carências dos clientes com os requisitos necessários para atendê-los. O primeiro passo é levantar os pontos importantes para o cliente e estabelecer graus de importância de cada subitem.

Em seguida decorre a etapa de levantamento de requisitos, que podem visualizar-se na figura 13. Agregam valor ao produto através da correlação dos pontos importantes levantados pelos clientes em correlação aos requisitos do sistema, através da atribuição quantitativa de notas 9(forte), 3(moderado) e 1 (fraco). ⁽³⁵⁾

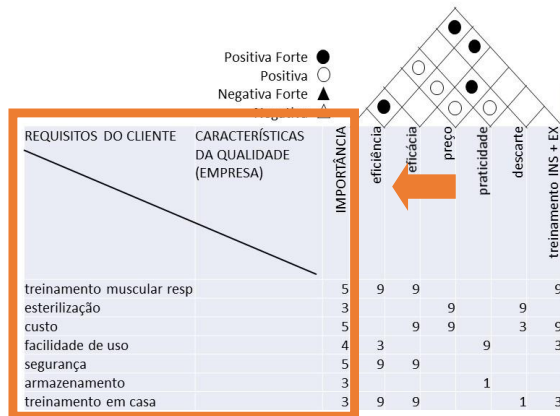


Figura 13- Requisitos do Sistema e sua Importância

Na sequência, situa-se a intensidade de relações entre os requisitos do sistema instituindo conceitos entre “fortemente positivo”, “positivo”, “fortemente negativo”, “negativo”. Em seguida, deriva o *benchmarking* externo, que avalia a relação dos elementos com os da concorrência, sobressaltando os pontos fortes e fracos entre eles.

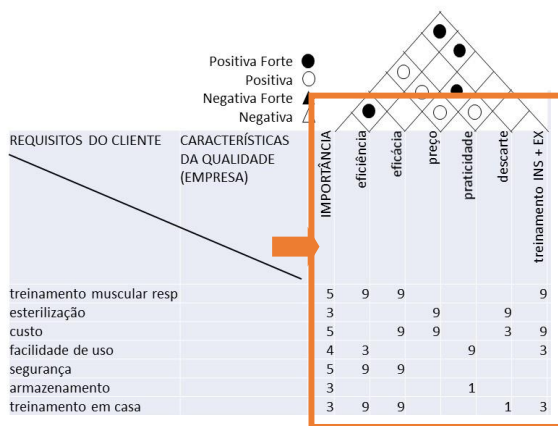


Figura 14- Requisitos do produto

No benchmarking interno, avalia-se o desempenho dos concorrentes na perspectiva dos técnicos no desenvolvimento do produto. Com essa estrutura quantificada, pode-se estabelecer metas de melhoria e investimento junto ao projeto e posterior produção do produto.

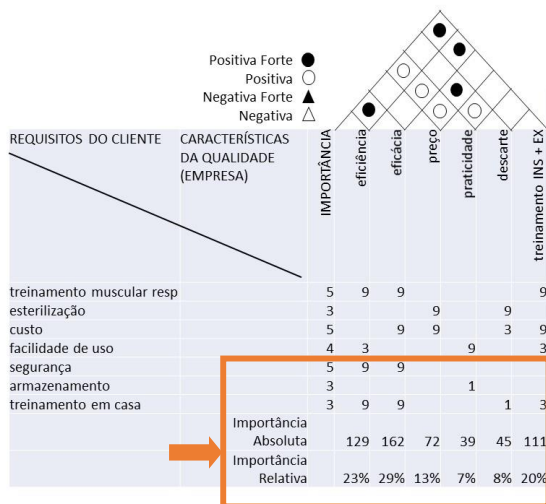


Figura 15- Quantificação dos requisitos do produto

Já no benchmarking externo, que avalia os pontos na perspectiva dos concorrentes de mercado, constitui-se uma pontuação de um a cinco. Em seguida, estabelece-se uma razão para que se obtenha valores relativos e visualização de melhorias que o produto tem que fazer para ajustar-se em uma posição cada vez mais vantajosa no mercado frente aos concorrentes.

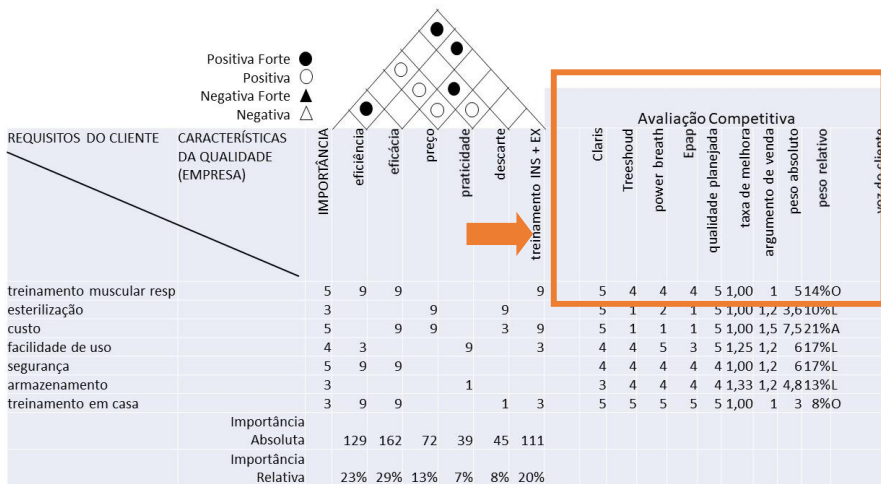


Figura 16-Benchmark Competitivo

Por fim, o elemento final, que avalia a interação dos requisitos do produto e que forma um triângulo na parte superior da tabela, que confere a imagem de uma “casa” e por isso se apelidou-se de “casa de qualidade”. A correlação entre os elementos discrimina-se em itens: positiva forte, positiva, negativa forte e negativa.

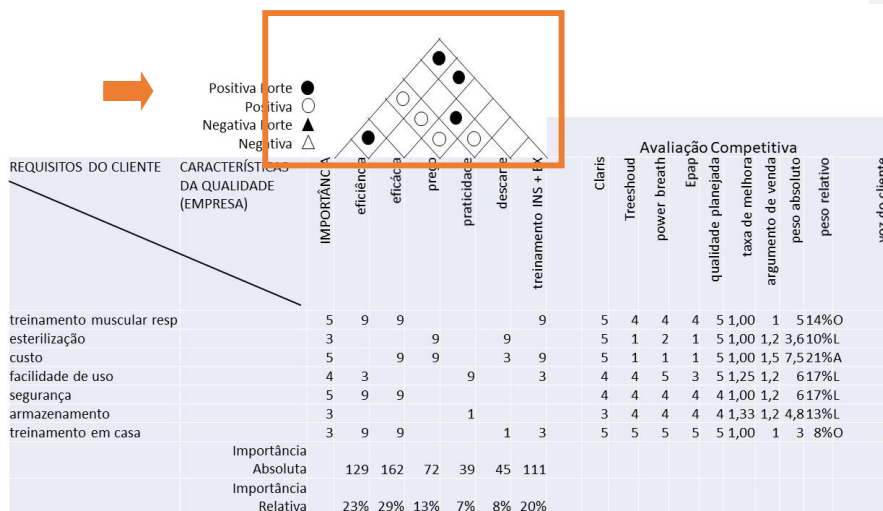


Figura 17- Matriz de Correlação

4.1 Planejamento do projeto

Nessa fase definiu-se a estrutura na linha do tempo de desenvolvimento com todas as características inerentes do produto tais como justificativa, potencialidades e limitações do equipamento, o que se espera como produto final, seus concorrentes, bem como detalhes do que deveria ser ‘entregue’ em cada fase do projeto integrado do produto.

O processo inicial encerrou-se num “insight” na ministração de uma aula prática de fisioterapia respiratória, em ambulatório do curso de fisioterapia da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Posteriormente, foi encaminhado ao departamento de pesquisa e inovação da instituição, ocasião na qual investigou-se, através bancos de pesquisa específicos, sobre a existência prévia de patentes similares.

O período de pré-incubação encerrou-se em 2016, mas o produto ainda não estava formatado para entrar na fase de incubação. Sendo assim, o projeto foi sendo lapidado,

adicionando pesquisas de referenciais teóricos, enriquecendo-se com dados que subsidiaram o alinhamento do produto com seus objetivos e seu desígnio na área específica da saúde.

Em 2018 iniciou-se o projeto de mestrado na Escola Bahiana. Nessa profícua parceria, o projeto foi erigido adiante para a produção de protótipo funcional, por meio do Instituto Federal da Bahia. Como o financiamento do projeto foi particular, direcionamos a parceiros para a produção do conteúdo de material impresso em 3D, assim como a compra dos insumos para confecção do protótipo.

A princípio o projeto contou apenas com o autor deste trabalho. No momento subsequente, já feito o processo de pré-incubação, com o apoio de engenheiro mecânico na produção do modelo virtual 3D e protótipo virtual, além da impressão e viabilização das peças com a 3D Pine, empresa especializada no segmento.

4.2 Desenvolvimento do Projeto

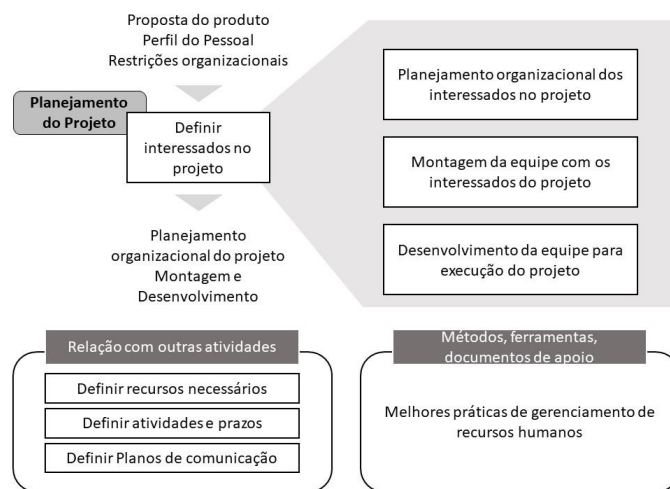


Figura 18- Estapas do planejamento⁽³¹⁾

Acertada a ideia da investigação em direção à solução para o problema de treinamento muscular inspiratório através de circuito com água e mangueiras; estabeleceu-se deste modo a

problemática em termos de desenvolvimento, ou seja, situar os problemas a serem questionados e solucioná-los com melhor eficiência e com custo reduzido para que o produto não esquive de seu escopo original, o de ser algo acessível financeiramente à maior parte da população.

A equipe designada a desenvolver a ferramenta foi constituída de um programador em software de desenho de peças em 3 dimensões e uma empresa para impressão das peças. Logo de impressas as peças e compradas as restantes (tubo de acrílico e mangueiras de silicone), foi montado o protótipo.

A escolha dos materiais se abonou pela possibilidade de esterilização química a frio com óxido de etileno, tendo em vista a mais comum (e barata) do mercado, que, além disso, permitiria ensaios clínicos posteriores. Fechada a fase preliminar de levantamento de variáveis tangíveis ao projeto, quais sejam: o tipo de material a ser usado, as formas de esterilização e de descarte, dentro do escopo de produção do produto; evoluiu-se à próxima fase, de desenvolvimento do projeto informacional.

4.2.1 Projeto Informacional

Esse projeto teve uma característica inicial distinta. Ao invés de se constituir como uma demanda originada da indústria, ou seja, alguma necessidade ou ideia que adveio dentro dela, nasce como demanda operacional na prática clínica fisioterapêutica. Nesse contexto, começou-se a alinhar a estratégia de desenvolvimento do produto a partir das demandas dos usuários, profissionais de saúde e pacientes submetidos aos tratamentos.

No primeiro instante a ideia foi desenhada num protótipo rústico utilizando-se garrafa pet de água mineral com canudos e fita adesiva. Mesmo com uma montagem tão grosseira o produto já mostrou funcionalidade, estabelecendo a impedância necessária ao atendimento fisioterapêutico. Essa impedância teria correlação com a carga terapêutica utilizada que varia com o objetivo do treinamento, conforme relatado no capítulo 3.

As dificuldades na prática dos atendimentos, principalmente de equipamentos disponíveis no sistema de saúde brasileiro, foram elementos essenciais no traçado das variáveis (custo, facilidade de uso, descarte, esterilização) que norteariam os objetivos e fatores necessários para se obter o constituinte final. Tais adversidades, assim como elementos da construção do

produto, tornaram-se, assim, requisitos relevantes para compor as etapas do planejamento de desenvolvimento do produto.

Além disso, num primeiro momento, testou-se em bancada com um manovacuômetro fazendo a correlação de centímetros de água e o valor apresentado, igualmente nessa escala, pelo aparelho. Prontamente no teste preliminar o produto teve sua correlação direta com a carga terapêutica necessária para os atendimentos, que no presente caso se expõe como centímetros de água.

4.2.2 – Projeto Conceitual

Para organizar as variáveis que irão trazer soluções aos problemas levantados nas etapas anteriores, utilizou-se o modelo de síntese funcional⁽³³⁾. Segundo Back , o método da síntese funcional divide-se em cinco passos:

- Decomposição da função global em uma estrutura com subfunções, identificadas nas especificações de projeto ou nas interfaces;
- Caso a função parcial do segundo nível não propuser um resultado que gere o entendimento da solução do problema, deve-se dar continuidade à decomposição a níveis de complexidade cada vez menores até o nível das funções elementares;
- As entradas e saídas de cada bloco devem ser identificadas, na medida do possível, quanto ao tipo (energia, material e sinal);
- É adequado iniciar o trabalho com a atenção ao fluxo principal que, em geral, determina a função do sistema e é mais facilmente identificado a partir das especificações de projeto;
- Nas declarações de funções parciais e até o nível de funções elementares deve-se lançar mão do mínimo possível de diferentes pares de verbo-substantivo para declaração das funções.

4.2.3 – Projeto Preliminar

Depois da viabilidade técnica e financeira, o conceito foi definido, assim o desenho das partes do produto esteve com a programação de impressão 3D. O escopo das peças foi

produzido com aplicativo *Solidworks* que se constituía como o de domínio do programador e sua plataforma permite extensões de arquivos a serem usados na maioria das impressoras 3D.

O material escolhido para as peças impressas foi o PET-g (Polyethylene terephthalate glycol), tendo em vista como sendo o disponível para a impressão no momento e por aceitar o óxido de etileno como elemento esterilizador. Nesta ocasião abre-se um parêntese, pois o material impresso é feito camada a camada, e como consequência, há possibilidade de vazamento da água que está no espaço interno do tubo. Para solução deste problema usou-se vedação com fita veda-rosca marca 3M e plástico no encaixe das peças. Já para o tubo, o material selecionado foi acrílico porquanto a transparência permite medir a coluna d'água e pode-se atestar a higienização do material. Por outro lado, para as mangueiras, o material eleito foi o silicone, em virtude de sua flexibilidade e possibilidade de esterilização a frio com óxido de etileno.

4.3 – Busca de anterioridade

Foi executada pesquisa de anterioridade no Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da Escola Baiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), e o produto ora apresentado foi demarcado como passível de registro de patente. Do mesmo modo foi realizada busca de anterioridade junto ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Ambas se encontram em anexo.

5.Resultados e Discussão

A seguir serão expostas e discutidas as três etapas para a execução do projeto: projeto conceitual, informacional e preliminar.

5.1 Projeto informacional

No que tange ao projeto informacional, criou-se uma solução usando o sistema de diferença de pressão para gerar impedância, de tal modo, que o efeito terapêutico foi correlato à musculatura respiratória. A ideia base de uso se vincula ao uso do exercício respiratório expiratório com uso de garrafa pet e um canudo, assoprando-o. Daí adveio o conceito de inversão do processo para alcançar o trabalho inspiratório. Além disso, a disponibilidade de equipamentos importados e onerosos a todo o sistema- hospitais e pacientes- torna-se um elemento deveras importante. Desta feita, esse se constitui em um dos conceitos a serem erigidos como hierarquicamente superior diante de todos os requisitos que o produto se predispõe a solucionar.

O princípio de base portanto, se delibera mantendo a sobrecarga na musculatura do sistema respiratório inspiratório. Para isso, na fisioterapia respiratória, usa-se convencionalmente o parâmetro de centímetros de água como carga quantificável para promover a adaptação muscular necessária com foco na melhoria da eficiência do sistema muscular respiratório (5,6,11,13). A partir desse ponto a questão resumiu-se inicialmente em desenvolver um produto que atendesse à demanda em centímetros de água, associado ao esforço inspiratório, elaborado dentro de um custo reduzido.

Outra variável a ser contemplada no projeto se estabelece no anseio de originar um produto final mais barato que o custo de esterilização e que fosse um produto descartável e reciclável. Com isso, além de baratear os custos de compra, iria, conjuntamente, implicar positivamente nos gastos com esterilização e menor demanda do CME (Centro de Material e Esterilização).

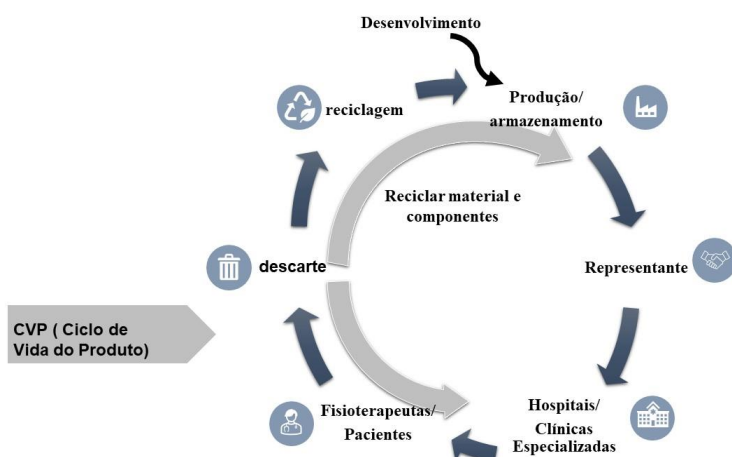


Figura 19 -Ciclo de Vida do Produto

Através da construção do CVP (Ciclo de Vida do Produto) do Claris na figura acima, pode-se identificar todas as etapas desde sua concepção até o processo de reciclagem. Para construção do processo foram feitas entrevistas durante a fase de pré-incubação no SENAI, onde foi avaliado interesse e necessidades por parte dos profissionais entrevistados. Dentro desse contexto, criou-se uma lista de requisitos para os quais o produto deveria atender, desde preço de aquisição, comprovada eficácia e por fim, seu descarte.

O produto surge para atender diretamente aos profissionais de saúde que atuam com exercícios respiratórios, tanto em ambiente hospitalar, clínicas, bem como em domicílio. Além disso, os próprios usuários (pacientes) podem adquirir o equipamento para treinamento muscular respiratório, com programas de treinamento prescritos pelo profissional responsável, em seu próprio ambiente domiciliar com programas individuais de tratamento. Dessa forma pode-se otimizar o processo terapêutico com o treinamento diário e o terapeuta focalizar outras alternativas validadas pelas evidências como coadjuvantes na terapia respiratória^(6,11).

Fazer com que o custo de aquisição ser socialmente possível para a parcela da população economicamente desfavorecida e que carece do equipamento já é um fator que merece atenção da comunidade acadêmica e da indústria. Porém há ainda, um outro valor agregado que é ser mais barato que o processo de esterilização, ou seja, é mais barato descartar e comprar outro do que esterilizar. Nesse caso em específico estaríamos falando dos ambiente ambulatoriais e

hospitalares. No caso de ambiente domiciliares haveria a necessidade de se desenvolver um produto que pudesse esterilizar nesse ambiente ^(1,14)

Para sua viabilidade e confecção, realizou-se vasta revisão de literatura a fim de estabelecer as variáveis que são tangíveis à função do produto e sua viabilidade terapêutica. Sendo assim, o principal elemento dentro desse processo é a carga imposta ao sistema respiratório dada em centímetros de água dentro do tubo imerso. Isso serve tanto para esforço expiratório quanto inspiratório, sendo que para inspirar deve-se usar a mangueira que não está imersa na água e para expirar a mangueira que se encontra dentro da água no aparelho^(6,8,11,16,34).

Para determinar a carga em centímetros de água, mede-se quantos centímetros há do nível superior de água até o final do tubo, que vem a se constituir justamente na coluna de água, conforme pode ser visto na figura ⁽⁷⁾.

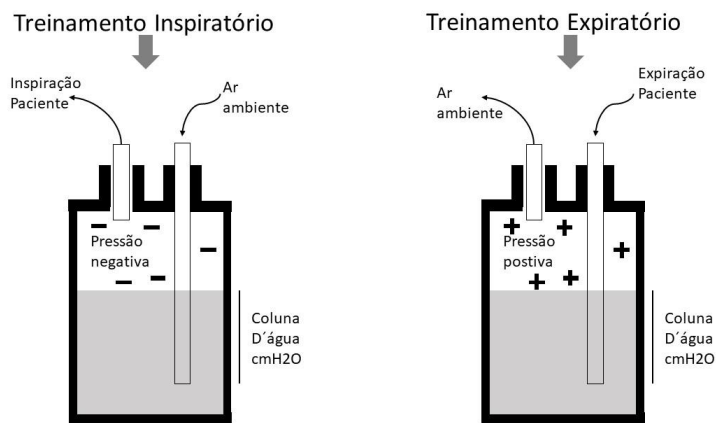


Figura 20-Escopo das bases de funcionamento do produto

Durante processo de pré-incubação no SENAI, foram entrevistados profissionais e usuários para saber de suas necessidades, e assim concatenar com o projeto do produto. De tal modo, a partir das necessidades relatadas foram estabelecidos os requisitos do produto, de forma a atender tais necessidades. ⁽³¹⁾

Necessidades	Requisitos
eficiência (paciente)	coluna d'água em cmH2O
esterilização	descartável
facilidade de uso	ajuste de nível da água
preço de baixo custo	material em PETG e látex(mangueiras)
visualização do conteúdo interno	atubo em acrílico transparente
não aspirar água	tubo de inspiração sem contato com água
armazenamento	local de temperatura ambiente
segurança de uso	cada mangueira com uma função
treinamento em domicílio	orientação do profissional

Figura 21- Estabelecimento das necessidades e soluções do produto

Para solução no desenvolvimento do protótipo inicial, foi confeccionado a base e a tampa (válvula) em PETG (polietileno Tereftalato de etil glicol), com densidade entre 25 a 35%, o que não consegue vedar líquidos. Para compensar isso, para a vedação foi usada fita veda-rosca. As mangueiras são em silicone, com 15mm de diâmetro, tentando manter o calibre equivalente ou mais próximo da traqueia. Para o tubo foi usado acrílico de dois milímetros de parede, suficiente para evitar que a mesma ceda e se perca a pressão interna. O tubo transparente também permite visualização do conteúdo interno e a medição da coluna de água.

5.2- Projeto Conceitual

O método utilizado para concepção do projeto, foi de síntese funcional. Através desse parâmetro pode-se estabelecer todas as funções do produto, desde o primeiro contato até o seu descarte. A função global fica estabelecida e alinhada com o objetivo a que o produto se propõe, sendo assim, o treinamento muscular respiratório se faz através de carga imposta pela coluna d'água.



Figura 22- Síntese Funcional

Aqui no caso do Claris, listamos a sequência de elementos que vão se constituindo desde a abertura da caixa do equipamento, seu uso, e descarte. Sendo assim, cada etapa vai gerando outras partes do processo aumentando a cascata de eventos até que seja realizada a função ao que o aparelho se propõe. Aqui então, conecta parte por parte, nesse caso, a base, depois encaixa-se a parte superior, vai colocando água até o nível necessário de carga representado pela quantidade de centímetros de água que a mangueira estará imersa. Coloca-se a mangueira responsável pela parte inspiratória de forma que não tenha contato com a água, para que o sujeito não a aspire. Depois coloca-se a mangueira que ficará dentro da água até o nível equivalente aos centímetros de água que se quer treinar. Depois de feito o treinamento por completo (séries, repetições, descanso, carga), desmonta-se o equipamento e o leva ao descarte. A sequência na figura 23 representa esse processo.



Figura 23-Desdobramento da Síntese Funcional

O manejo do produto é bem simples e direto. O profissional ou o paciente abre a embalagem e encaixa as peças de modo que fique tudo bem encaixado e vedado. Coloca água até o nível terapêutico indicado, e inicia o exercício usando a mangueira mergulhada para assoprar ou a outra para puxar o ar. Quando o paciente assopra na mangueira mergulhada na água, a movimentação na coluna d'água constitui a carga terapêutica fazendo uma resistência ao sistema muscular respiratório expiratório.

O conceito do produto foi estruturado a partir das necessidades dos usuários. O design tem um conceito de baixo custo como chave para a tecnologia mais barata e escalável e mais

acessível, principalmente às populações mais carentes. O usuário coloca água no recipiente até o nível terapêutico adequado, sob orientação do profissional, e executa a ação de inspirar, no tubo que não entra em contato com a água, ou de expirar, no tubo que mergulha na água do recipiente. Inicialmente, o objetivo era desenvolver uma ferramenta para trabalho inspiratório, porém no decorrer do processo, percebeu-se a potencialidade para o exercício expiratório também.

Em relação à proposta de carga terapêutica, o produto apresentou sua eficácia através de teste de bancada com uma pera de esfigmomanômetro para gerar pressão em centímetros de água, e na mangueira oposta o manômetro de pressão para conferir os valores de pressão administradas. Para cada milímetro de mercúrio imposta, equivale a 1,3595 centímetros de água. Para a conversão, usamos a fórmula em que, quando queremos transformar 1,0 cmH₂O em mmHg, é só multiplicá-lo por 0,74, porque o mercúrio é aproximadamente 13,6 vezes mais denso que a água. Então, para transformar centímetro de água em milímetro de mercúrio basta multiplicar por 0,735.

Dada a carga terapêutica medida em centímetros de água, o paciente faz o exercício inspirando ou expirando, recrutando musculatura respiratória com essa resistência, favorecendo assim à adaptação muscular e neural diante do exercício convergindo na melhora da função. (5,6,11,19).

5.3 - Projeto Preliminar

Estabelecido o conceito do produto, depois de diferentes propostas de design, estabeleceu-se o projeto que atenderia a 2 principais fatores: eficácia e custo reduzido. Dados estes critérios, o desenho em três dimensões foi executado para impressão das peças que seriam impressas também em três dimensões.

Seguem nas próximas figuras os desenhos em três dimensões e suas características técnicas.

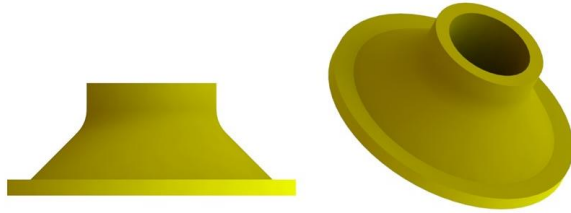


Figura 24- Base em vista lateral e em 3D

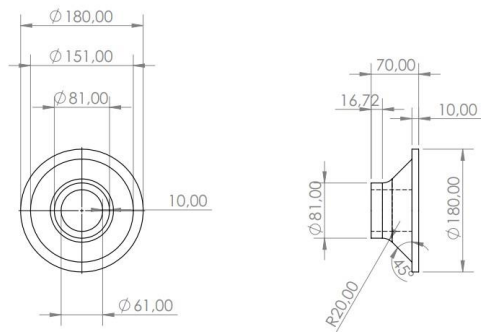


Figura 25-figura técnica da base do produto

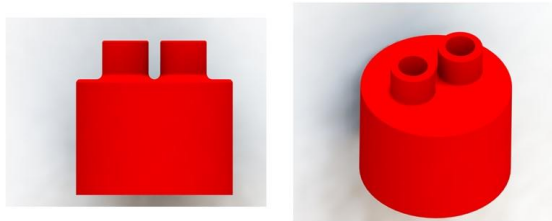


Figura 26- Tampa e válvula do produto. Vista Lateral e em 3D

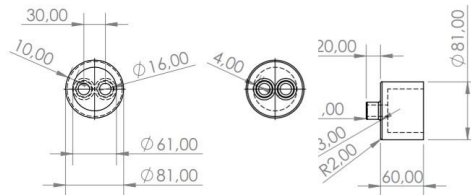


Figura 27- Vista técnica da tampa do produto

Como recipiente da água, foi utilizado um tubo de acrílico de 2 mm de parede, com 40 centímetros de comprimento e 10 centímetros de diâmetro. Assim permitira que a pressão no ambiente interno ficasse negativa sem deformar as paredes. Esse é um ponto crítico do projeto, pois a parede deve ser mínima para redução de custos, e suficientemente resistente para não colapsar internamente e perder a pressão interna que vai garantir o caminho inverso no tubo que estará com a coluna d'água.



Figura 28-desenho técnico lateral do produto

A proposta do projeto desse produto, por convergir na ideia de se propor valor mais barato que o custo de esterilização ^(14,36), além de oferecer menor custo na correlação dos concorrentes no mercado atual, traz inerentemente, potencial de aproveitamento pelo mercado. Abaixo segue sequência de fotos do protótipo funcional finalizado.



Figura 29 - protótipo funcional - visão geral



Figura 30- protótipo funcional - fotografia da Base



Figura 31 - Protótipo funcional - Fotografia da Tampa(Válvula)



Figura 32 - Protótipo Funcional - Fotografia geral superior

6- CONCLUSÃO

No âmbito da terapêutica do sistema respiratório no território brasileiro, há enfrentamento de dificuldades multifatoriais, dentre as quais se destacam: a importação dos equipamentos disponíveis, fator que incide no encarecimento dos produtos e, por conseguinte, os torna menos atraentes. Além disso, a indisponibilidade de tais equipamentos, que se deve, em grande medida, à origem externa dos mesmos em processos de importação que levam diversos meses.

Com efeito, há uma gama diversificada de ferramentas empregadas no treinamento e na reabilitação da musculatura respiratória, cada uma com sua finalidade terapêutica específica. Nesse contexto, as que se destinam ao treinamento muscular respiratório - seja para pacientes internados ou em atendimento ambulatorial e domiciliar, bem como para atletas dos mais diversos níveis competitivos- tendem a apresentar um custo elevado. Ademais, é importante salientar que a esterilização desses equipamentos frequentemente implica em despesas adicionais, o que, em alguns casos, pode danificar membranas sensíveis.

Diante dessas demandas identificadas, concebeu-se um projeto com vistas a produzir um produto capaz de suprir as necessidades previamente apresentadas, ofertando terapêutica adequada a um preço reduzido e atrativo, quando comparado ao que se encontra no mercado atual. O protótipo em questão foi fabricado a partir da conexão de peças impressas em três dimensões, mediante o uso de impressoras específicas, um tubo de acrílico transparente que possibilita a visualização do líquido interno, fundamental na visualização em centímetros de água e assim, a carga de impedância necessária e suficiente para cada indivíduo. As mangueiras, que entram em contato com o sujeito, para a manipulação do produto pelo paciente encontram-se conectadas à tampa que representa a válvula principal para o sucesso do treinamento.

Cumprido ressaltar que o processo de construção do projeto contou com a utilização de ferramentas como QFD e o método de síntese funcional, os quais orientaram diversos aspectos do produto, tais como seu uso, estudo de mercado e interação com os concorrentes do mercado. Além disso, é importante destacar que o produto desenvolvido apresenta diversas possibilidades terapêuticas tanto para o benefício direto dos pacientes quanto para a pesquisa científica. Vale mencionar, ainda, que o fato de ser um produto descartável confere uma posição politicamente correta, uma vez que se alinha com os aspectos ecológicos e às posturas mais modernas de sustentabilidade em todos os âmbitos da ciência e do mercado de produtos e serviços. Tal característica se revela, ainda, como extremamente benéfica em termos de demanda de trabalho

adjacente aos centros de esterilização de cada unidade, visto que requerem menor tempo e esforço para sua disposição.

REFERÊNCIAS

1. Caetano G. Resenha Bibliográfica - Repensando a Saúde. Estratégias para Melhorar a Qualidade e Reduzir os Custos. *Rev Organ em Context*. 2015;3(6):236–8.
2. DataSUS. <http://www.datasus.gov.br>. 2022.
3. Bittar OJN V. hospital : qualidade & produtividade. 2016.
4. SILVA A.P.P., K M, CRUZ MR. Efeitos da fisioterapia motora em pacientes críticos: revisão de literatura. *Rev Bras Ter intensiva*. 2010;22(1).
5. J. W. Fisiologia Respiratória: princípios básicos. 8a ed. São Paulo: Artmed; 2010.
6. M. M. Bases da fisioterapia respiratória: terapia intensiva e reabilitação. 1a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
7. Robert L. Wilkens; James K. Stoller; Robert M. Kacmarek. EGAN Fundamentos da Terapia. MOSBY; 2009.
8. West CR, Taylor BJ, Campbell IG, Romer LM. Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in Paralympic athletes with cervical spinal cord injury. *Scand J Med Sci Sport*. 2014;24(5):764–72.
9. Bittencourt HS, Reis HFC dos, Lima MS, Gomes Neto M. Non-Invasive Ventilation in Patients with Heart Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arq Bras Cardiol* [Internet]. 2017; Available from: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/abc.20170001>
10. R B, T B, V. P. Recursos manuais e Instrumentais em Fisioterapia respiratória. 2a. São Paulo: Manole; 2014.
11. Z. D. Exercício Físico Aplicado à Reabilitação Pulmonar: princípios fisiológicos, prescrição e avaliação dos resultados. 1a ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2011.
12. Tomé F, Ferreira CB, Cornelli RJB, Carvalho AR de. Lombalgia crônica: comparação entre duas intervenções na força inspiratória e capacidade funcional. *Fisioter em Mov*. 2012;25(2):263–72.
13. Crowe J, Reid WD, Geddes EL, O'Brien K, Brooks D. Inspiratory muscle training compared with other rehabilitation interventions in adults with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic literature review and meta-analysis. *COPD J Chronic Obstr Pulm Dis*. 2005;2(3):319–29.
14. de Carvalho Jericó M, Castilho V. Gerenciamento de custos: aplicação do método de Custeio Baseado em Atividades em Centro de Material Esterilizado Gerenciamento de custos: aplicação do método de Custeio Baseado em Atividades em Centro de Material Esterilizado * COST MANAGEMENT: THE IMPEM. *Rev Esc Enferm USP* [Internet]. 2010;44(3):745–52. Available from: www.ee.usp.br/reeusp/
15. Yasar F, Tasci C, Savci S, Tozkoparan E, Deniz O, Balkan A, et al. Pulmonary rehabilitation using modified threshold inspiratory muscle trainer (IMT) in patients with tetraplegia. *Case Rep Med*. 2012;2012(Imv):10–3.
16. P. L, R.S. R, L. T. Efeito do Treinamento Muscular Respiratório em Pacientes Hospitalizados: Revisão de Literatura. Repositório Inst Esc Bahiana Med e Saúde Pública [Internet]. 2016; Available from: <http://www7.bahiana.edu.br/jspui/handle/bahiana/359>
17. Welch JF, Archiza B, Guenette JA, West CR, Sheel AW. Sex differences in diaphragmatic fatigue: the cardiovascular response to inspiratory resistance. *J Physiol* [Internet]. 2018;

Available from: <http://doi.wiley.com/10.1113/JP275794>

18. Paiva DN, Assmann LB, Bordin DF, Gass R, Jost RT, Bernardo-Filho M, et al. Inspiratory muscle training with threshold or incentive spirometry: Which is the most effective? *Rev Port Pneumol*. 2015;21(2):76–81.
19. Mcardle W, Katch W, Katch. *Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 7ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2015.
20. Agreli TF, De Carvalho Ramos M, Guglielminetti R, Silva AA, Crema E. Preoperative ambulatory inspiratory muscle training in patients undergoing esophagectomy. A pilot study. *Int Surg*. 2012;97(3):198–202.
21. Aboussouan LS. Mechanisms of exercise limitation and pulmonary rehabilitation for patients with neuromuscular disease. *Chron Respir Dis*. 2009;6(4):231–49.
22. Darling-White M, Huber JE. The impact of expiratory muscle strength training on speech breathing in individuals with parkinson's disease: A preliminary study. *Am J Speech-Language Pathol*. 2017;26(4):1159–66.
23. Rabelo D, Gil C, Araújo S De. Reabilitação cardíaca com ênfase no exercício : uma revisão sistemática. 2006;12:279–85.
24. Kuo YC, Chan J, Wu YP, Bernard JR, Liao YH. Effect of expiratory muscle strength training intervention on the maximum expiratory pressure and quality of life of patients with Parkinson disease. *NeuroRehabilitation*. 2017;41(1):219–26.
25. Hill JD, Main FB, Osborn JJ, Gerbode F. Correct Use of Respirator on Cardiac Patient After Operation. *Arch Surg*. 1965;91(5):775–8.
26. OPAS. No Title. *Doenças cardiovasculares*. 2017. p. https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_cont.
27. Selye H. *Stress, a tensão da vida*. São Paulo: Ibrasa - Instituição Brasileira de Difusão Cultural.; 2021.
28. Pablo Tarceu Nunes de Melo. *Desenvolvimento de Dispositivo para Fechamento Progressivo da Fascia Abdominal em Laparostomias*. Respositório da Esc Bahiana Med e Saúde Pública. 2017;(6):67–72.
29. Borges FM, Rodrigues CLP. Pontos passíveis de melhoria no método de projeto de produto de Pahl e Beitz. *Gestão & Produção [Internet]*. 2010;17(2):271–81. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2010000200005&lng=pt&tlng=pt
30. Amigo CR. *Modelos de referência para o processo de desenvolvimento de produtos: novas possibilidades de representação [Internet]*. [São Carlos]: Universidade de São Paulo; 2013. Available from: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-04072013-093955/>
31. Rozenfeld H, Forcellini FA, Amaral DC, Toledo JC de, Silva SL da, Alliprandini DH, et al. *Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo*. Editorial: D, Farinha H, Editorial: G, Bravin FHDA, Editor:, Coelho M, et al., editors. São Paulo: Editora Saraiva; 2006.
32. Romano LN. *Modelo de referência para o proceso de desenvolvimento de máquinas agrícolas*. 2003;321.
33. Back et al. *PRojeto Integrado de Produto*. 2008.
34. Pascotini F dos S, Fedosso E, Ramos M de C, Ribeiro VV, Trevisan ME. Força muscular respiratória, função pulmonar e expansibilidade toracoabdominal em idosos e sua relação com

- o estado nutricional. *Fisioter e Pesqui.* 2017;23(4):416–22.
35. Regina Moro S, William Kaspchak Machado M. Modelo Para Aplicação Do Qfd No Desenvolvimento De Produtos Multifuncionais. 2015; Available from: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_210_247_27542.pdf
 36. Souza WR, Spiri WC, Lima SAM, Bernardes A, Luppi CHB. Utilização do custeio baseado em atividades em centro de material e esterilização como ferramenta gerencial. 2015;05(2):290–301.
 37. Prestes J. Prescrição e Periodização do Treinamento de Força nas Academias. Ed Manole, 2ª. Edição, 2016
 38. Goncalves TR, Soares PPDS. Positive Pressure Ventilation Improves Exercise Performance and Attenuates the Fall of Postexercise Inspiratory Muscular Strength in Rower Athletes *Journal of strength and conditioning research*, 2021

PARECER DA ANÁLISE DE VIABILIDADE DE REGISTRO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL

Título da notificação de invenção:

Dispositivo de Treinamento Respiratório

Nome dos Inventores:

Valdemar Caumo Júnior

A – INVENÇÃO:

De acordo com a notificação de invenção, o objetivo da invenção é fornecer um equipamento com finalidade de intervenção terapêutica respiratória, para uso em âmbito hospitalar e residencial, com eficácia equivalente aos equipamentos que existem no mercado, porém, com custo reduzido de comercialização, permitindo o acesso a população mais carentes, contribuindo para ações de saúde pública.

B – ESTADO DA TÉCNICA:

A busca de anterioridade realizada, com objetivo de verificar o atendimento aos requisitos de proteção intelectual resultou na identificação das invenções a seguir.

I.1 Equipamento comercializado – Threshold, cujo mecanismo de funcionamento se dá por molas e membranas, diferentemente da invenção proposta (que se dá por coluna d'água), trabalha apenas a resistência inspiratória e tem custo elevado.

I.2 Equipamento comercializado - POWERBreathe4, que se trata de versão da invenção supracitada customizada para sujeitos hígidos e atletas, mantém o mesmo mecanismo de funcionamento, ou seja, por molas e membranas, só trabalha a resistência inspiratória e também tem custo elevado em relação à invenção proposta.

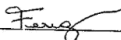
I.3 Equipamento comercializado - Expand-a-Lung mecanismo de funcionamento também se dá por molas/orifícios e tem custo elevado em relação à invenção proposta.

I.4 BR 202013000457-5 U2, PI090140-0 A2, MU9101545-6 U2, US2004/0146842 A1 e US2015/0107595 A1 documentos de patente nacionais e internacionais que se referem a um dispositivo de mecanismo semelhante aos supracitados (molas/membranas) entretanto, não permitem o treinamento expiratório e inspiração e/ou também possuem custo elevado.

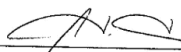
C – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa forma, conclui-se, com base nos resultados encontrados, que a proteção intelectual da tecnologia supracitada pode ser pleiteada junto aos órgãos responsáveis, salientando que a presente busca não é absoluta, tendo em vista que há tecnologias que se encontram em período de sigilo.

Salvador, 22 de agosto de 2016



Fernanda Ferraz de Castro
Analista de Inovação
Núcleo de Inovação Tecnológica
Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública



Prof. Atson Carlos de Souza Fernandes
Coordenador do Núcleo de Inovação Tecnológica
Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação
Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública