

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
( ) PRÉ-PROJETO	( X ) PROJETO	ANO/SEMESTRE:2021.1

## MONITORAMENTO DA REABILITAÇÃO RESPIRATÓRIA COM O PEAK FLOW: AQUISIÇÃO DE DADOS USANDO ARDUINO

Marcelo Luiz Jung

Prof. Aurélio Faustino Hoppe – Orientador

### 1 INTRODUÇÃO

Segundo Omron (2020), todos os dias, nossas vias aéreas são submetidas à poluição, ácaros, poeira, bactérias e vírus. Com isso, surgem e se desenvolvem as doenças respiratórias nos seres humanos. Além do ar que é respirado, deve ser levado em consideração o grupo de risco: idosos e crianças são mais suscetíveis às doenças respiratórias.

De acordo com Omron (2020) e Sanarmed (2021), essas doenças respiratórias, por sua vez, podem estar acompanhadas de irritações, inflamações, também podem provocar obstrução respiratória e impedir a passagem de ar. As doenças do sistema respiratório são as principais causadoras de mortes no mundo. Dentre as doenças mais conhecidas, estão a COVID-19 (Coronavírus) e a asma. A asma é uma doença que causa a inflamação dos brônquios e reduz a capacidade respiratória, apresentando sintomas de falta de ar, tosse e aperto no peito. A COVID-19 é uma doença inflamatória que causa pneumonia, insuficiência respiratória grave e a disfunção de diversos órgãos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

A asma e a COVID-19 (Coronavírus) são doenças que precisam de acompanhamento médico, para que ao menor indício de piora na função pulmonar do paciente, ela seja detectada e tratada, evitando uma crise severa ou até mesmo, a morte. O controle pode ser feito por meio do exame da função pulmonar, através do Pico de Fluxo Expiratório (PFE), no qual, a partir do pico de fluxo alcançado pelo paciente é possível identificar a presença e o grau de obstrução respiratória (GARNIS; YULIANTO; HAMZAH, 2019).

Segundo Dorja (2016), normalmente utiliza-se o Peak flow como ferramenta para mensurar o pico de fluxo expiratório. Ele auxilia no diagnóstico de problemas respiratórios, mas também oferece respostas quanto ao tratamento. O Peak flow é acompanhado de uma escala que aponta a força expiratória em L/min, e a faixa de valores está entre 60-880 L/min para os medidores de adulto, e valores entre 60 a 400 L/min para os medidores pediátricos. Seu funcionamento é simples, o ar que é expirado movimenta uma mola calibrada que por sua vez move uma agulha indicadora. Ele é indicado para ambientes hospitalares, ambulatoriais e domiciliar. De custo baixo, pequeno e confiável traz muitas contribuições para diagnósticos de doenças respiratórias (FRADE, 2006).

Diante deste contexto, este trabalho propõe a disponibilização de um protótipo de *hardware* para monitoramento do PFE utilizando o Medidor de Pico de Fluxo Expiratório (do fabricante Dorja). Será disponibilizado o histórico das medições realizadas, representando-as de forma gráfica. Os resultados das medições também serão disponibilizados para o profissional da saúde, com o objetivo de verificar a resposta do tratamento, ajustar a medicação e consequentemente evitar uma crise respiratória, gerando mais conforto e qualidade de vida para o paciente. Este trabalho também propõe facilitar o acompanhamento médico e do paciente.

#### 1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é disponibilizar um protótipo de *hardware* que facilite o monitoramento do pico de fluxo expiratório, sendo de baixo custo e de fácil manuseio.

Os objetivos específicos são:

- adaptar o Peak flow para coletar as informações do pico de fluxo expiratório de forma informatizada;
- disponibilizar uma aplicação web para alertar, estimular e conscientizar o usuário sobre sua saúde respiratória;
- verificar a aceitação do protótipo pelo público-alvo e profissionais da saúde.

### 2 TRABALHOS CORRELATOS

Este capítulo contempla estudos sobre o tema de estudo proposto. A seção 2.1 relata o desenvolvimento de um equipamento que utiliza o sensor de pressão MPX5100GP e um Arduino nano, para medir o pico de fluxo expiratório (GARNIS; YULIANTO; HAMZAH, 2019). Na seção 2.2 é descrito o processo de treinamento muscular respiratório usando o Threshold PEP, utilizando o monovacúmetro e o Peak flow para a obtenção do pico de fluxo expiratório (FERNANDES, 2007). Por fim, a seção 2.3 apresenta o estudo de um modelo que realiza a classificação e diagnóstico de doenças pulmonares de baixo custo (ANAND, 2018).

**Comentado [GJ1]:** A ordem dos autores difere da Bibliografia.

**Comentado [GJ2]:** Evitar utilizar "estudo" na mesma frase mais de uma vez.

## 2.1 PEAK FLOW METER EQUIPPED WITH INSPECTION RESULTS INDICATOR

Para montar uma ferramenta capaz de medir o PFE, Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) utilizaram o sensor de pressão MPX5100GP, o circuito integrado LM358 e o Arduino nano. Os autores também utilizaram um cabo serial para enviar os dados do Arduino para o PC. Após a conclusão do teste PFE, os dados são armazenados em um arquivo de texto.

Segundo Garnis, Yulianto e Hamzah (2019), após a energização do equipamento, insere-se os dados dos pacientes tais como idade, sexo e altura. Em seguida, o paciente expira o ar de dentro dos pulmões o mais forte possível. Quando há um fluxo de ar, o sensor de pressão irá capturar e converter em tensão. A tensão é processada por amplificadores. O Arduino converte a tensão processada em dados digitais para que possam ser processados pelo microcontrolador para obter o pico de fluxo expiratório.

Para o cálculo e exibição das medições de forma gráfica, Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) desenvolveram um algoritmo em Delphi que é responsável por desenhar o gráfico a partir dos valores de PFE, armazenar dados em arquivo de texto, reajustar o cálculo considerando a idade, sexo, altura e a determinação dos resultados e dos indicadores de doenças. A Figura 1 representa o equipamento desenvolvido pelos autores.

Figura 1 – Medidor do pico de fluxo expiratório



Fonte: Garnis, Yulianto e Hamzah, (2019).

Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) relatam que os testes com a ferramenta foram realizados com 5 pessoas do sexo masculino e 5 pessoas do sexo feminino. Os valores obtidos foram comparados com as medições obtidas pelo medidor de fluxo de pico Rossmax. Segundo Garnis, Yulianto e Hamzah (2019), o valor máximo de erro obtido foi de 2,8%, esse valor de erro pode oscilar conforme a condição física do paciente. Por fim, os autores sugeriram como uma melhoria do projeto, a transmissão de dados via wireless para tornar o seu uso mais efetivo.

## 2.2 EFEITO DO TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO POR MEIO DO MANOVACUÔMETRO E DO THRESHOLD PEP EM PACIENTES HEMIPARÉTICOS HOSPITALIZADOS

Fernandes (2007) teve como objetivo avaliar e treinar a força muscular respiratória em pessoas que sofreram de Acidente Vascular Encefálico (AVE). No estudo foram utilizados os seguintes equipamentos: o manovacuômetro, Peak flow e o Threshold PEP. O manovacuômetro é um dispositivo que mede pico de fluxo positivo e negativo em cmH<sub>2</sub>O. Ele possui um ponteiro preto que aponta a medição instantânea e o ponteiro vermelho que serve como marcador da medição anterior e é acompanhado de um conector traqueia de 1 mm de diâmetro. O Peak flow é um dispositivo que mede o PFE e de acordo com o fluxo de ar expirado, uma agulha indica o resultado da leitura. O Threshold PEP é utilizado na limpeza das vias aéreas. O ar que é expirado no equipamento passa por uma válvula que é responsável por ajustar a pressão dentro do equipamento, criando uma pressão positiva forçando a limpeza das vias aéreas. Na ~~A~~ Figura 2 exibe o manovacuômetro, Threshold PEP e o Peak flow.

**Comentado [GJ3]:** Esta definição já consta na introdução do artigo.

Figura 2 – Equipamentos usados no estudo



Fonte: adaptado de Fernandes (2007).

Fernandes (2007) relata que foram selecionados 36 pacientes com AVE, sendo divididos em dois grupos: avaliação e treinamento (grupo AVE treinado) e realizado avaliação (grupo AVE controle). Segundo Fernandes (2007), a idade média dos pacientes que participaram dos testes do grupo AVE treinado é de 53 anos, sendo oito do sexo feminino e dez do sexo masculino. Já o grupo AVE controle foi composto por 5 pessoas do sexo feminino e 13 do sexo masculino com uma idade média de 54 anos. As avaliações das pressões respiratórias foram realizadas antes do treinamento muscular respiratório com o manovacuômetro MV 120 Fernandes (2007).

De acordo com Fernandes (2007), para realizar a medição da força expiratória, o paciente precisa encher os pulmões com ar e soltar com toda a sua força por aproximadamente 1 segundo, e para verificar a força inspiratória o paciente esvazia os pulmões e inspira com o máximo de força por aproximadamente 1 segundo. Segundo o autor, foram feitas 5 medições em um intervalo de 2 min, as duas primeiras medições foram desconsideradas, entre as três medições que restaram, considerou-se a que obteve o maior valor da força expiratória. Ainda segundo Fernandes (2007), a medição do pico de fluxo expiratório PFE foi feita utilizando o Peak flow asmaPlan. A partir dele, o paciente faz a inspiração máxima, em seguida, uma expiração máxima de curta duração, sendo o tempo de esforço de 1 a 2 segundos. No total, foram realizadas 3 medições com um intervalo de 1 minuto entre cada medição. Já o treinamento muscular expiratório foi realizado com o Threshold PEP. Foram realizadas 5 séries de dez respirações com um intervalo de 1 minuto entre cada série durante todo o período de internação do paciente, sendo anotada numa ficha de avaliação padronizada.

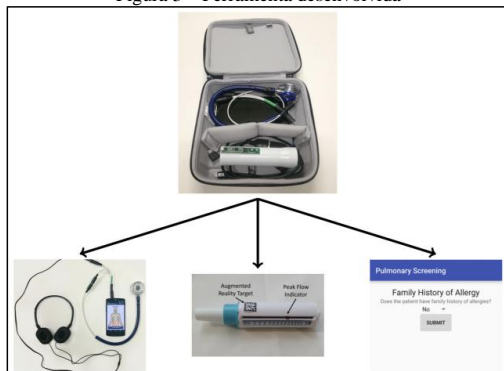
Fernandes (2007) relatou que 36 pessoas participaram, por 5 dias, do treinamento muscular (grupo AVE treinado) e da avaliação (grupo AVE controle). Os resultados indicam que os pacientes com AVE, que foram submetidos ao treinamento muscular respiratório, apresentaram um aumento significativo do pico de inspiração máximo, pico de expiração máximo e o pico de fluxo expiratório em comparação ao grupo controle. O autor também ressalta que é possível utilizar qualquer das duas maneiras para avaliar as forças respiratórias. O Threshold PEP, mostrou-se eficiência no treinamento muscular expiratório e oferece uma contribuição para a diminuição das complicações respiratórias em pacientes com AVE.

Segundo Fernandes (2007), para interpretar e realizar uma análise estatística dos dados obtidos, utilizou-se o software MINITAB e o método de Análise de Variância ANOVA, que possui amplo emprego na análise de dados clínicos. Por fim, Fernandes (2007) sugere a necessidade do aumento dos dias de avaliação e treinamento para obter resultados mais consistentes. Além disso, aponta que não há qualquer tipo de aquisição digital dos dados por parte dos equipamentos utilizados, tornando a gestão dos dados difícil.

### 2.3 BAYESIAN MODELS FOR SCREENING AND DIAGNOSIS OF PULMONARY DISEASE

Anand (2018) desenvolveu uma ferramenta para detectar doenças pulmonares composta por um estetoscópio eletrônico, um medidor de pico de fluxo de realidade aumentada, câmera de imagem térmica e um questionário eletrônico. A Figura 3 apresenta a estrutura da ferramenta desenvolvida.

Figura 3 – Ferramenta desenvolvida



Fonte: Anand (2018).

Anand (2018) utilizou uma rede bayesiana para modelar e diagnosticar doenças pulmonares. Anand (2018) também destaca que o modelo de rede bayesiana foi usado para prever a probabilidade da ocorrência de um fator, sendo composta por três camadas que consistem em doenças, fatores de risco e sintomas.

Segundo Anand (2018), a primeira camada da rede bayesiana consiste em fatores de risco. Esta camada representa os hábitos ou características que podem colocar um paciente em risco de doença pulmonar. A segunda camada representa as doenças pulmonares como asma e rinite alérgica. ~~todas~~ ~~Todas~~ essas doenças são representadas com variáveis binárias, 0 representando a ausência e 1 a presença da doença. A terceira camada inclui sintomas retirados do questionário do paciente, bem como PF e presença ou ausência de sons pulmonares. O valor PFE previsto é baseado no sexo, idade e altura. Por fim, a terceira camada aponta, de forma percentual, a condição de uma doença.

Anand (2018) utilizou dados de 325 pacientes da Chest Research Foundation em Pune, Índia. Segundo o autor, alguns registros foram removidos da base devido à baixa qualidade dos dados ou por possuir diagnósticos irrelevantes, restando 309 registros. Anand (2018) destaca que a base é composta por sons pulmonares gravados de cada paciente, considerando três leituras do PFE em onze locais de diferentes.

De acordo com Anand (2018), além de utilizarem equipamentos, os pacientes foram submetidos a um questionário e a um teste de função pulmonar completa, no qual, os seus respectivos diagnósticos médicos foram utilizados para treinar o modelo. Anand (2018) descreve que o modelo de rede bayesiana alcançou um alto desempenho, com precisão de 90% em quase todos os grupos de doenças. Além disso, o autor também ressalta que as características consideradas pelo modelo se mostraram em conformidade com a opinião médica, permitindo concluir que a falta de ar grave, baixa taxa de pico expiratório e tabagismo foram influentes no diagnóstico de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) e a falta de ar moderada, pico de fluxo médio e alergias foram relevantes para a asma. Já o diagnóstico de rinite alérgica foi fortemente associado à febre, sintomas nasais e falta de ar moderada.

Anand (2018) afirma que o seu trabalho trouxe três contribuições: (i) uma rede bayesiana para diagnóstico de doenças pulmonares, construída a partir de dados; (ii) uma rede bayesiana para diagnóstico, construída a partir da opinião de especialistas e (iii) melhorias no aplicativo móvel, que pode ser usado para auxiliar na triagem e no diagnóstico de doenças pulmonares. No entanto, o autor também destaca que o modelo só trabalha com dados binários. Isso facilita a implementação da rede e ao mesmo tempo apresenta uma probabilidade maior de erro. Por fim, Anand (2018) sugere a incorporação de registros de sons pulmonares e tosse, pois poderiam ajudar a melhorar a precisão do modelo.

### 3 PROPOSTA

Este capítulo apresenta a justificativa para o desenvolvimento desse trabalho, seus principais requisitos e a metodologia de desenvolvimento. Também serão abordados os assuntos e as fontes bibliográficas que irão sustentar o estudo proposto.

Comentado [GJ4]: que fator?

Comentado [GJ5]: rever

### 3.1 JUSTIFICATIVA

No Quadro 1 é apresentado um comparativo dos trabalhos correlatos. As linhas representam as características e as colunas os trabalhos.

Quadro 1 - Comparativo dos trabalhos correlatos

Trabalhos correlatos	Garnis, Yulianto e Hamzah (2019)	Fernandes (2007)	Anand (2018)
Tipo de patologia respiratória	Asma	AVE	DPOC
Faz medição do fluxo respiratório	PFE	PeMax, PiMax, PFI	PFE
Hardware utilizado	Arduino Nano	Não utiliza	Não utiliza
Utiliza medidor de PFE	PF120A	Asma Plan	Modelo não informado
Ambiente da interface gráfica com o usuário	Desktop	Desktop	Mobile
Técnicas e softwares de análise	Utiliza algoritmo para conversão dos dados medidos	Utiliza o software MINITAB para processamento dos dados	Utiliza rede neural bayesiana para fazer a predição de doenças pulmonares
Armazena o histórico / dados do teste	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme pode-se observar no Quadro 1, a medição do fluxo expiratório é feita em todos os correlatos. Dentre as patologias respiratórias, Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) optaram pela asma para o desenvolvimento de sua ferramenta. Fernandes (2007) preferiu trabalhar com o Acidente Vascular encefálico (AVE) e Anand (2018) visou as doenças respiratórias e a capacidade de detectar o tipo de patologia do paciente.

Os trabalhos de Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) e Anand (2018) utilizam o medidor de pico de fluxo expiratório (PFE). Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) apresentam a construção de um medidor de PFE e sua importância. Também se observa que todos os trabalhos exibem os dados obtidos através de uma interface gráfica com o usuário e, que nenhum deles armazena o histórico dos testes realizados.

**Garnis, Yulianto e Hamzah (2019)** - Conforme pode-se observar no Quadro 1, Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) utilizam Arduino para a aquisição de dados e um algoritmo para a conversão dos dados de medição. Anand (2018) utiliza realidade aumentada para a aquisição de dados e uma rede neural bayesiana para prever as patologias. Fernandes (2007) não utiliza tecnologia para a aquisição, mas faz o uso do software MINITAB para processamento dos dados. Nota-se também que nenhum dos trabalhos apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta para monitorar o PFE ou a tecnologia laser para realizar a coleta de dados.

Com base nas características abordadas acima, pode-se afirmar que os demais trabalhos não oferecem a aquisição de dados a partir de um dispositivo utilizado pelos profissionais da saúde. Desta forma, este trabalho torna-se relevante pois adaptará o dispositivo Peak Flow para realizar a coleta das informações do pico de fluxo expiratório, incluindo sensores de captura e microcontroladores para envio das informações que serão armazenadas na *cloud*. Ressalta-se que atualmente este procedimento é feito de maneira manual, quando existe, com registros em papel. Este projeto visa automatizar isto, evitando extravios ou perdas, ao mesmo tempo tornando o processo como um todo algo simples e prático e com resgate do histórico do fluxo respiratório do paciente. Contudo, este trabalho tem potencial para facilitar o acompanhamento e medição do PFE, que tem colaborado cada vez mais com a validação científica da fisioterapia respiratória. Com a medição informatizada do PFE, o profissional da saúde será capaz de mensurar as alterações das capacidades pulmonares e alterações da força muscular do pulmão. Além disso, tendo acesso ao histórico dos valores de medição, ele também poderá realizar diagnósticos mais precisos. Sobre tudo, ao visualizar aos valores de pico de fluxo expiratório em tempo real será possível tomar decisões mais ágeis e até mesmo evitar uma crise respiratória no paciente.

### 3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

O protótipo a ser desenvolvido será subdividido em dois módulos: *hardware* e aplicação web de monitoramento. Visto isso, o *hardware* terá os seguintes Requisitos Funcionais (RF) e Requisitos Não Funcionais (RNF):

- utilizar o medidor de pico expiratório fabricado pela Dorja (RNF);
- detectar o PFE utilizando o sensor laser V15310X (RNF);
- para a aquisição e processamento de dados deverá ser usado o Arduino Uno (RNF);

- d) enviar e armazenadas as medições em um banco de dados *cloud* (RNF);
- e) utilizar comunicação Wi-Fi entre protótipo de *hardware* e a plataforma *cloud* (RNF);
- f) utilizar a linguagem de programação C (RNF).

Já a aplicação web deverá:

- a) permitir o cadastro do paciente (RF);
- b) aplicar filtros para a normalização dos dados recebidos do Arduino (RF);
- c) apresentar de forma gráfica o desempenho do paciente (RF);
- d) alertar o médico e o paciente em casos de resultados de medições abaixo dos valores de referência para pico de fluxo expiratório para adultos e crianças (RF);
- e) ser disponibilizada por meio de plataforma *cloud* (RNF).

### 3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- a) submissão ao conselho de ética: escrita e cadastro do trabalho na plataforma Brasil e submissão para o conselho de ética da FURB. Ressaltando que em cada experimento será solicitado aos pacientes a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);
- b) levantamento bibliográfico: selecionar trabalhos correlatos e estudar os assuntos relacionados à reabilitação respiratória, medição do PEF e trabalhos correlatos;
- c) levantamento de requisitos: baseando-se na etapa anterior, reavaliar os requisitos propostos para a aplicação, e caso necessário, realizar alterações;
- d) pesquisa e definição do *hardware*: definir os sensores e microcontroladores que serão utilizados na captura, processamento e envio do fluxo respiratório. Inicialmente será utilizado o Arduino UNO e o sensor laser VLS310X;
- e) montagem do *hardware*: a partir do item (d), acoplar os *hardwares* ao Peak Flow. Tendo a necessidade, será construído um case via impressora 3D. Nas implementações necessárias será utilizada a linguagem C;
- f) testes do *hardware*: avaliar os dados obtidos pelos sensores, observando a necessidade de conversão ou a aplicação de filtros para realizar a normalização. Também será ~~verificado-verificada~~ a coerência dos dados do fluxo respiratório juntamente com o fisioterapeuta;
- g) especificação da aplicação web: utilizar a ferramenta de diagramação Draw.io para elaborar os diagramas de atividades e de sequência de acordo com a Unified Modeling Language (UML);
- h) implementação: desenvolver o sistema web capaz de apresentar os dados fornecidos pelo Arduino, disponibilizando-os de forma visual ao paciente;
- i) testes da aplicação web: validar a usabilidade e a eficiência do protótipo juntamente com os especialistas para verificar se os resultados estão condizentes com o esperado. Além disso, analisar os resultados dos testes buscando identificar melhorias a serem feitas no protótipo.

Comentado [GJ6]: rever

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 – Cronograma de atividades a serem realizadas

etapas / quinzenas	2021									
	jul.		ago.		set.		out.		nov.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
submissão ao conselho de ética										
levantamento bibliográfico										
pesquisa e definição do <i>hardware</i>										
montagem										
testes do <i>hardware</i>										
especificação da aplicação web										
implementação										
testes da aplicação web										

Fonte: elaborado pelo autor.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo está dividido em três seções. A seção 4.1 discorre sobre reabilitação respiratória. Por fim, a seção 4.2 aborda sobre o medidor de pico de fluxo expiratório.

#### 4.1 REABILITAÇÃO RESPIRATÓRIA

A reabilitação respiratória ou reabilitação pulmonar é definida como uma intervenção multidisciplinar para pacientes com doenças no sistema respiratório e apresentam redução da capacidade respiratória. A reabilitação pulmonar tem o objetivo de reduzir os sintomas da doença, otimizar o estado funcional, aumentar a adesão ao tratamento e reduzir os custos com a saúde por estabilizar ou reduzir as manifestações da doença (FERNANDES, 2009).

A fisioterapia é o principal componente na reabilitação respiratória, destinada à liberação das vias aéreas e a melhora da dispneia<sup>1</sup>. A readaptação ao esforço físico é realizada através de exercícios. ~~Existem~~ ~~Existem~~ três principais modalidades de exercícios que são usados na reabilitação respiratória. ~~a~~ ~~A~~ primeira modalidade é o treino de resistência, que inclui exercícios como caminhar ou pedalar. A segunda modalidade inclui exercícios de esforço físico com intervalos entre as repetições. A terceira modalidade é o treino de força, que envolve exercícios de resistência como levantamento de pesos, que permite aumentar a massa muscular e a força (MACHAQUEIRO, 2012). Na Figura 4 é apresentado um exercício de fluxo inspiratório, usado na fisioterapia respiratória.

Figura 4 – Exercício de fluxo inspiratório



Fonte: Pereira (2020).

De acordo com Levine e Stankiewicz (2020) é importante que o profissional da saúde identifique fatores que possam limitar a efetividade do tratamento, especialmente com respeito ao uso de medicamentos inalatórios, por isso é necessário que o paciente faça avaliações respiratórias periódicas, para garantir que o tratamento está sendo efetivo. Dezube (2019) relata que os testes de função pulmonar são os melhores para a detecção de alguma variação da capacidade respiratória. ~~e~~ ~~entre~~ os testes de função pulmonar está a medição do pico de fluxo expiratório, que serve para medir a rapidez com que o ar pode ser expirado. Na Figura 5 é ~~apresentado~~ ~~apresentada~~ a medição do pico de fluxo expiratório.

Figura 5 – Medição do pico de fluxo expiratório



Fonte: Levine e Stankiewicz (2020).

<sup>1</sup> Dispneia: termo utilizado para descrever a experiência subjetiva de desconforto respiratório, como a falta de ar e sufocamento (BRANDÃO NETO, 2017).

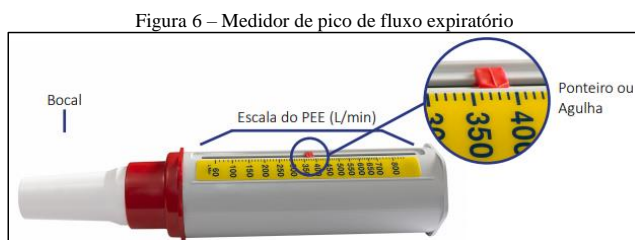
Segundo Roceto *et al.* (2007), pacientes com doenças respiratórias apresentam redução da tolerância ao exercício e perda de força dos músculos respiratórios, condições que podem ser otimizadas por programas de reabilitação pulmonar. Os autores também relatam que pacientes portadores de doenças respiratórias e que passaram pela reabilitação respiratória, apresentam melhora significativa na qualidade de vida. ~~No qual, u~~Um programa de treinamento respiratório bem orientado, simples e que possa ser complementado com exercícios domiciliares, pode trazer benefícios na qualidade de vida do paciente (ROCETO *et al.*, 2007).

O treinamento respiratório para pacientes com doenças respiratórias, tem como objetivo aumentar a força da musculatura pulmonar, expansão da capacidade pulmonar e ampliação da resistência à fadiga (GANDRA, 2020). A autora afirma que o treinamento respiratório é composto por exercícios físicos que devem ser adaptados às necessidades e limitações individuais de cada paciente. ~~entre~~ Dentre as limitações ~~deverão serforam~~ consideradas a dispneia e a fadiga. Um dos exercícios indicados pelos profissionais da saúde no treinamento respiratório, na inspiração o paciente levanta os braços e na expiração recolhe os braços, exercícios nos membros superiores auxiliam na entrada de ar dos pulmões (GANDRA, 2020).

Comentado [GJ7]: Está faltando algo aqui. Talvez "consiste em"

#### 4.2 MEDIDOR DE PICO DE FLUXO EXPIRATÓRIO

O medidor de pico de fluxo expiratório é um equipamento pequeno e portátil, que vem ganhando espaço na área da saúde, seus resultados são confiáveis, o uso é simples e de baixo custo. O dispositivo é utilizado para medir a velocidade máxima alcançada pelo ar na expiração forçada. O equipamento possui uma escala mecânica, ~~com os valores dessa escala são~~ expressos em L/min. A escala do medidor de adulto possui valores de 60 L/min até 880 L/min. Já os medidores pediátricos têm valores entre 60 L/min até 400 L/min (FRADE, 2006). Na Figura 6 é apresentado o medidor de pico de fluxo expiratório.



Fonte: Serra *et al.* (2020).

O funcionamento do medidor é simples, o paciente deve estar sentado e com o tronco reto olhando para frente e inspirar profundamente até que não seja mais possível encher os pulmões de ar, colocar o medidor na boca entre os dentes com a língua abaixo do bocal e fechar os lábios firmemente de forma que não escape o ar pelas laterais, e então o paciente deve assoprar rápido e forte até que não tenha mais ar nos pulmões. Depois disso, a leitura poderá ser feita. O paciente é submetido a três medições, das três medições é considerado o maior valor para análise (FRADE, 2006).

O valor do pico de fluxo expiratório pode ser comparado com a tabela de valores referência, ~~de~~ De acordo com a idade, sexo e a altura, o profissional da saúde consegue verificar os valores referência de pico de fluxo expiratório do paciente. Para cálculo do percentual de fluxo expiratório atingido, é necessário realizar uma razão entre o PFE atingido pelo paciente e o valor de referência previsto. O resultado dessa razão deve ser multiplicado por 100 (SERRA *et al.*, 2020). Na Quadro 3 ~~é são~~ apresentados os valores referência para medição do pico de fluxo expiratório.



Quadro 3 – Valores referência para medição de pico de fluxo expiratório para adultos

Valores referência para medição do pico de fluxo expiratório (L/min)												
Idade	Altura Homens (cm)						Altura Mulheres (cm)					
	155	160	165	170	175	180	145	150	155	160	165	170
20	564	583	601	620	639	657	404	418	431	445	459	473
25	553	571	589	608	626	644	399	412	426	440	453	467
30	541	559	577	594	612	630	394	407	421	434	447	461
35	530	547	565	582	599	617	389	402	415	428	442	455
40	518	535	552	569	586	603	383	396	409	422	435	448
45	507	523	540	557	573	590	378	391	404	417	430	442
50	494	511	527	543	560	576	373	386	398	411	423	436
55	483	499	515	531	547	563	368	380	393	405	418	430
60	471	486	502	518	533	549	363	375	387	399	411	424
65	460	475	490	505	520	536	358	370	382	394	406	418
70	448	462	477	492	507	521	352	364	376	388	399	411

Fonte: adaptado de Serra *et al.* (2020).

Segundo Fernandes (2020), o mesmo aparelho deve ser usado em todas as medições do paciente. A sua substituição deve ser feita somente quando o aparelho for danificado ou indicar mal funcionamento. Para eliminar a necessidade de registros e armazenagem manual, foram desenvolvidos diversos aparelhos para auxiliar a monitorização ambulatorial, porém o custo é elevado e a transmissão dos dados é feita através de uma ligação telefônica entre os profissionais da saúde (FERNANDES, 2020). Além disso, a monitorização regular do pico de fluxo expiratório age como um aviso prévio, reduzindo o risco de atraso na procura por atendimento. A autora também relata que o uso da monitorização do pico de fluxo expiratório reduziu os atendimentos médicos em pacientes asmáticos em crise admitidos no setor de emergência, outros pacientes mostraram uma resposta rápida ao tratamento e necessitaram menos atendimento médico.

## REFERÊNCIAS

- ANAND, Aneesh. **Bayesian models for screening and diagnosis of pulmonary disease**. 2018. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e Ciência da Computação) - Department of Electrical Engineering and Computer Science, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- BRANDÃO NETO, Rodrigo Antonio. **Dispneia**. [S.l.] [2017]. Disponível em: <<https://www.medicinanet.com.br/conteudos/revisoes/7124/dispneia.htm>> Acesso em: 06 jun. 2021
- DEZUBE, Rebecca. **Testes de função pulmonar (TFP)**. [S.l.] [2019]. Disponível em: <<https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/dist%C3%B3rbios-pulmonares-e-das-vias-respirat%C3%B3rias/diagn%C3%B3stico-de-dist%C3%B3rbios-pulmonares/testes-de-fun%C3%A7%C3%A3o-pulmonar-tfp>> Acesso em: 27 mai. 2021.
- DORJA. **Peak Flow Medidor de Fluxo Expiratório**. [S.l.] [2016?]. Disponível em: <<https://dorja.com.br/wp-content/uploads/2016/04/peak-flow-Medicate.pdf>> Acesso em: 14 abr. 2021
- FERNANDES, Fernanda E. **Efeito do treinamento muscular respiratório por meio do manovacuômetro e do threshold pep em pacientes hemiparéticos hospitalizados**. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica), Universidade De Mogi Das Cruzes, Mogi das Cruzes.
- FERNANDES, Alba Barros Souza. Reabilitação respiratória em DPOC – a importância da abordagem fisioterapêutica. **Reabilitação respiratória em DPOC**, Teresópolis, v. 1, n. 1, 71-78, 2009.
- FERNANDES, Patrícia Vieira. **Considerações sobre o manejo do peak flow na asma**. [S.l.] [2020]. Disponível em: <<https://interfisio.com.br/consideracoes-sobre-o-manejo-do-peak-flow-na-asma>> Acesso em: 27 mai. 2021.
- FRADE, Josélia Cintya Quintão Pena. **Desenvolvimento e avaliação de um programa educativo relativo à asma dedicado a farmacêuticos de uma rede de farmácias de Minas Gerais**. 2006. 208 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde)-Centro de Pesquisa René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte, 2006.
- GANDRA, Alana. **Dispneia**. [S.l.] [2020]. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-04/exercicios-fortalecem-musculatura-respiratoria-diz-especialista>> Acesso em: 06 jun. 2021.

GARNIS, Nadiya; HAMZAH, Torib; YULIANTO, Endro. **Peak Flow Meter Equipped with Inspection Results Indicator**. *Journal of Electronics, Electromedical, and Medical Informatics*, Indonesia, v. 2, n. 1, p. 7-12, jan. 2019.

LEVINE, Andrea; STANKIEWICZ, Jason. **Considerações gerais sobre o programa de reabilitação pulmonar**. [S.l] [2020]. Disponível em: <<https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/dist%C3%B3rbios-pulmonares-e-das-vias-respirat%C3%B3rias/reabilita%C3%A7%C3%A3o-para-dist%C3%B3rbios-pulmonares-e-das-vias-respirat%C3%B3rias/considera%C3%A7%C3%B5es-gerais-sobre-o-programa-de-reabilita%C3%A7%C3%A3o-pulmonar#:~:text=Reabilita%C3%A7%C3%A3o%20pulmonar%20C3%A9%20o%20uso,melhorar%20sua%20qualidade%20de%20vida.>>> Acesso em: 27 mai. 2021.

MACHAQUEIRO, Sílvia Lourenço Ferreira. **A reabilitação respiratória para doentes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica**. 2012. 151 f. Dissertação (Mestrado em Gestão da Saúde) - Curso de Mestrado em Gestão da Saúde, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sobre a doença (COVID-19)**. [S.l] [2020?]. Disponível em: <<https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca>> Acesso em: 16 abr. 2021.

OMRON. **Entenda tudo sobre as principais doenças respiratórias e como se livrar das crises**. [S.l] [2020?]. Disponível em: <<https://conteudo.omronbrasil.com/doencas-respiratorias>> Acesso em: 14 abr. 2021.

ROCE TO, Ligia dos Santos. *et.al*. Eficácia da reabilitação pulmonar uma vez na semana em portadores de doença pulmonar obstrutiva. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 6, p. 475-480, nov./dez. 2007.

SANARMED. **Peak flow meter em tempos de covid-19**. [S.l] [2021]. Disponível em: <<https://www.sanarmed.com/peak-flow-meter-em-tempos-de-covid-19-colunistas>> Acesso em: 14 abr. 2021.

SERRA, Carla *et al*. **Pico de Fluxo Expiratório**. Brasília: Conselho Federal de Farmácia, 2020.

PEREIRA, Ivo. **Governo oferece fisioterapia pulmonar para reabilitação de servidores afetados pela Covid-19**. [S.l] [2020]. Disponível em: <<http://coronavirus.amazonas.am.gov.br/governo-oferece-fisioterapia-pulmonar-para-reabilitacao-de-servidores-afetados-pela-covid-19/>> Acesso em: 27 mai. 2021.

#### ASSINATURAS

(Atenção: todas as folhas devem estar rubricadas)

Assinatura do(a) Aluno(a): \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) Orientador(a): \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) Coorientador(a) (se houver): \_\_\_\_\_

Observações do orientador em relação a itens não atendidos do pré-projeto (se houver):

## FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR TCC I

Acadêmico: Marcelo Luiz Jung

Avaliador(a): \_\_\_\_\_

ASPECTOS AVALIADOS <sup>1</sup>		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			
	3. JUSTIFICATIVA São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?			
	4. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados?			
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	6. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?			
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
	7. ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TEXTO A organização e apresentação dos capítulos, seções, subseções e parágrafos estão de acordo com o modelo estabelecido?			
	8. ILUSTRAÇÕES (figuras, quadros, tabelas) As ilustrações são legíveis e obedecem às normas da ABNT?			
	9. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES As referências obedecem às normas da ABNT?			
	As citações obedecem às normas da ABNT?			
	Todos os documentos citados foram referenciados e vice-versa, isto é, as citações e referências são consistentes?			

### PARECER – PROFESSOR DE TCC I OU COORDENADOR DE TCC (PREENCHER APENAS NO PROJETO):

O projeto de TCC será reprovado se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos 4 (**quatro**) itens dos **ASPECTOS TÉCNICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou
- pelo menos 4 (**quatro**) itens dos **ASPECTOS METODOLÓGICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

**PARECER:** (    ) APROVADO (    ) REPROVADO

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.

## FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR AVALIADOR

Acadêmico: Marcelo Luiz Jung

Avaliador(a): Gilvan Justino

ASPECTOS AVALIADOS <sup>1</sup>		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?	x		
	O problema está claramente formulado?	x		
	1. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?	x		
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?	x		
	2. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?	x		
	3. JUSTIFICATIVA Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada?	x		
	São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?	x		
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?	x		
	4. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?	x		
	5. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?	x		
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?	x		
	6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?	x		
	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?	x		
ASPECTOS METODOLÓGICOS	7. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?	x		
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?	x		

### PARECER – PROFESSOR AVALIADOR: (PREENCHER APENAS NO PROJETO)

O projeto de TCC ser deverá ser revisado, isto é, necessita de complementação, se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos 5 (cinco) tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

**PARECER:** ( x ) APROVADO ( ) REPROVADO

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
( ) PRÉ-PROJETO	( X ) PROJETO	ANO/SEMESTRE:2021.1

## MONITORAMENTO DA REABILITAÇÃO RESPIRATÓRIA COM O PEAK FLOW: AQUISIÇÃO DE DADOS USANDO ARDUINO

Marcelo Luiz Jung

Prof. Aurélio Faustino Hoppe – Orientador

### 1 INTRODUÇÃO

Segundo Omron (2020), todos os dias, nossas vias aéreas são submetidas à poluição, ácaros, poeira, bactérias e vírus. Com isso, surgem e se desenvolvem as doenças respiratórias nos seres humanos. Além do ar que é respirado, deve ser levado em consideração o grupo de risco: idosos e crianças são mais suscetíveis às doenças respiratórias.

De acordo com Omron (2020) e Sanarmed (2021), essas doenças respiratórias, por sua vez, podem estar acompanhadas de irritações, inflamações, também podem provocar obstrução respiratória e impedir a passagem de ar. As doenças do sistema respiratório são as principais causadoras de mortes no mundo. Dentre as doenças mais conhecidas, estão a COVID-19 (Coronavírus) e a asma. A asma é uma doença que causa a inflamação dos brônquios e reduz a capacidade respiratória, apresentando sintomas de falta de ar, tosse e aperto no peito. A COVID-19 é uma doença inflamatória que causa pneumonia, insuficiência respiratória grave e a disfunção de diversos órgãos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

A asma e a COVID-19 (Coronavírus) são doenças que precisam de acompanhamento médico, para que ao menor indício de piora na função pulmonar do paciente, ela seja detectada e tratada, evitando uma crise severa ou até mesmo, a morte. O controle pode ser feito por meio do exame da função pulmonar, através do Pico de Fluxo Expiratório (PFE), no qual, a partir do pico de fluxo alcançado pelo paciente é possível identificar a presença e o grau de obstrução respiratória (GARNIS; YULIANTO; HAMZAH, 2019).

Segundo Dorja (2016), normalmente utiliza-se o Peak flow como ferramenta para mensurar o pico de fluxo expiratório. Ele auxilia no diagnóstico de problemas respiratórios, mas também oferece respostas quanto ao tratamento. O Peak flow é acompanhado de uma escala que aponta a força expiratória em L/min, a faixa de valores está entre 60-880 L/min para os medidores de adulto, e valores entre 60 a 400 L/min para os medidores pediátricos. Seu funcionamento é simples, o ar que é expirado movimentando uma mola calibrada que, por sua vez, move uma agulha indicadora. Ele é indicado para ambientes hospitalares, ambulatoriais e domiciliares. De custo baixo, pequeno e confiável, traz muitas contribuições para diagnósticos de doenças respiratórias (FRADE, 2006).

Diante deste contexto, este trabalho propõe a disponibilização de um protótipo de *hardware* para monitoramento do PFE utilizando o Medidor de Pico de Fluxo Expiratório (do fabricante Dorja). Será disponibilizado o histórico das medições realizadas, representando-as de forma gráfica. Os resultados das medições também serão disponibilizados para o profissional da saúde, com o objetivo de verificar a resposta do tratamento, ajustar a medicação e consequentemente evitar uma crise respiratória, gerando mais conforto e qualidade de vida para o paciente. Este trabalho também propõe facilitar o acompanhamento médico e do paciente.

#### 1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é disponibilizar um protótipo de *hardware* que facilite o monitoramento do pico de fluxo expiratório, sendo de baixo custo e de fácil manuseio.

Os objetivos específicos são:

- adaptar o Peak flow para coletar as informações do pico de fluxo expiratório de forma informatizada;
- disponibilizar uma aplicação web para alertar, estimular e conscientizar o usuário sobre sua saúde respiratória;
- verificar a aceitação do protótipo pelo público-alvo e profissionais da saúde.

### 2 TRABALHOS CORRELATOS

Este capítulo contempla estudos sobre o tema de estudo proposto. A seção 2.1 relata o desenvolvimento de um equipamento que utiliza o sensor de pressão MPX5100GP e um Arduino nano, para medir o pico de fluxo expiratório (GARNIS; YULIANTO; HAMZAH, 2019). Na seção 2.2 é descrito o processo de treinamento muscular respiratório usando o Threshold PEP, utilizando o monovacúmetro e o Peak flow para a obtenção do pico de fluxo expiratório (FERNANDES, 2007). Por fim, a seção 2.3 apresenta o estudo de um modelo que realiza a classificação e diagnóstico de doenças pulmonares de baixo custo (ANAND, 2018).

## 2.1 PEAK FLOW METER EQUIPPED WITH INSPECTION RESULTS INDICATOR

Para montar uma ferramenta capaz de medir o PFE, Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) utilizaram o sensor de pressão MPX5100GP, o circuito integrado LM358 e o Arduino nano. Os autores também utilizaram um cabo serial para enviar os dados do Arduino para o PC. Após a conclusão do teste PFE, os dados são armazenados em um arquivo de texto.

Segundo Garnis, Yulianto e Hamzah (2019), após a energização do equipamento, ~~insere-se~~ os dados dos pacientes ~~são inseridos~~, tais como idade, sexo e altura. Em seguida, o paciente expira o ar de dentro dos pulmões o mais forte possível. Quando há um fluxo de ar, o sensor de pressão irá capturar e converter em tensão. A tensão é processada por amplificadores. O Arduino converte a tensão processada em dados digitais para que possam ser processados pelo microcontrolador para obter o pico de fluxo expiratório.

Para o cálculo e exibição das medições de forma gráfica, Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) desenvolveram um algoritmo em Delphi que é responsável por desenhar o gráfico a partir dos valores de PFE, armazenar dados em arquivo de texto, reajustar o cálculo considerando a idade, sexo, altura e a determinação dos resultados e dos indicadores de doenças. A Figura 1 representa o equipamento desenvolvido pelos autores.

Figura 1 – Medidor do pico de fluxo expiratório



Fonte: Garnis, Yulianto e Hamzah, (2019).

Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) relatam que os testes com a ferramenta foram realizados com 5 pessoas do sexo masculino e 5 pessoas do sexo feminino. Os valores obtidos foram comparados com as medições obtidas pelo medidor de fluxo de pico Rossmax. Segundo Garnis, Yulianto e Hamzah (2019), o valor máximo de erro obtido foi de 2,8%, esse valor de erro pode oscilar conforme a condição física do paciente. Por fim, os autores sugeriram como uma melhoria do projeto, a transmissão de dados via wireless para tornar o seu uso mais efetivo.

## 2.2 EFEITO DO TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO POR MEIO DO MANOVACUÔMETRO E DO THRESHOLD PEP EM PACIENTES HEMIPARÉTICOS HOSPITALIZADOS

Fernandes (2007) teve como objetivo avaliar e treinar a força muscular respiratória em pessoas que sofreram de Acidente Vascular Encefálico (AVE). No estudo foram utilizados os seguintes equipamentos: o manovacuômetro, Peak flow e o Threshold PEP. O manovacuômetro é um dispositivo que mede pico de fluxo positivo e negativo em cmH<sub>2</sub>O. Ele possui um ponteiro preto que aponta a medição instantânea e o ponteiro vermelho que serve como marcador da medição anterior e é acompanhado de um conector traqueia de 1 mm de diâmetro. O Peak flow é um dispositivo que mede o PFE e, de acordo com o fluxo de ar expirado, uma agulha indica o resultado da leitura. O Threshold PEP é utilizado na limpeza das vias aéreas. O ar que é expirado no equipamento passa por uma válvula que é responsável por ajustar a pressão dentro do equipamento, criando uma pressão positiva forçando a limpeza das vias aéreas. Na Figura 2 exibe o manovacuômetro, Threshold PEP e o Peak flow.

Figura 2 – Equipamentos usados no estudo



Fonte: adaptado de Fernandes (2007).

Fernandes (2007) relata que foram selecionados 36 pacientes com AVE, sendo divididos em dois grupos: avaliação e treinamento (grupo AVE treinado) e realizado avaliação (grupo AVE controle). Segundo Fernandes (2007), a idade média dos pacientes que participaram dos testes do grupo AVE treinado é de 53 anos, sendo oito do sexo feminino e dez do sexo masculino. Já o grupo AVE controle foi composto por 5 pessoas do sexo feminino e 13 do sexo masculino com uma idade média de 54 anos. As avaliações das pressões respiratórias foram realizadas antes do treinamento muscular respiratório com o manovacuômetro MV 120 Fernandes (2007).

De acordo com Fernandes (2007), para realizar a medição da força expiratória, o paciente precisa encher os pulmões com ar e soltar com toda a sua força por aproximadamente 1 segundo. Para verificar a força inspiratória, o paciente esvazia os pulmões e inspira com o máximo de força por aproximadamente 1 segundo. Segundo o autor, foram feitas 5 medições em um intervalo de 2 min, as duas primeiras medições foram desconsideradas, entre as três medições que restaram, considerou-se a que obteve o maior valor da força expiratória. Ainda segundo Fernandes (2007), a medição do pico de fluxo expiratório PFE foi feita utilizando o Peak flow asmaPlan. A partir dele, o paciente faz a inspiração máxima, em seguida, uma expiração máxima de curta duração, sendo o tempo de esforço de 1 a 2 segundos. No total, foram realizadas 3 medições com um intervalo de 1 minuto entre cada medição. Já o treinamento muscular expiratório foi realizado com o Threshold PEP. Foram realizadas 5 séries de dez respirações com um intervalo de 1 minuto entre cada série durante todo o período de internação do paciente, sendo anotada numa ficha de avaliação padronizada.

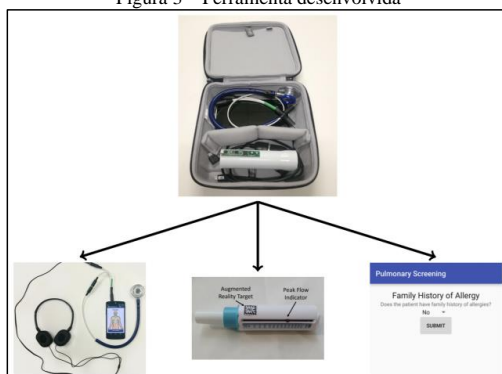
Fernandes (2007) relatou que 36 pessoas participaram, por 5 dias, do treinamento muscular (grupo AVE treinado) e da avaliação (grupo AVE controle). Os resultados indicam que os pacientes com AVE, que foram submetidos ao treinamento muscular respiratório, apresentaram um aumento significativo do pico de inspiração máximo, pico de expiração máximo e o pico de fluxo expiratório em comparação ao grupo controle. O autor também ressalta que é possível utilizar qualquer das duas maneiras para avaliar as forças respiratórias. O Threshold PEP, mostrou-se eficiência no treinamento muscular expiratório e oferece uma contribuição para a diminuição das complicações respiratórias em pacientes com AVE.

Segundo Fernandes (2007), para interpretar e realizar uma análise estatística dos dados obtidos, utilizou-se o software MINITAB e o método de Análise de Variância ANOVA, que possui amplo emprego na análise de dados clínicos. Por fim, Fernandes (2007) sugere a necessidade do aumento dos dias de avaliação e treinamento para obter resultados mais consistentes. Além disso, aponta que não há qualquer tipo de aquisição digital dos dados por parte dos equipamentos utilizados, tornando a gestão dos dados difícil.

### 2.3 BAYESIAN MODELS FOR SCREENING AND DIAGNOSIS OF PULMONARY DISEASE

Anand (2018) desenvolveu uma ferramenta para detectar doenças pulmonares composta por um estetoscópio eletrônico, um medidor de pico de fluxo de realidade aumentada, câmera de imagem térmica e um questionário eletrônico. A Figura 3 apresenta a estrutura da ferramenta desenvolvida.

Figura 3 – Ferramenta desenvolvida



Fonte: Anand (2018).

Anand (2018) utilizou uma rede bayesiana para modelar e diagnosticar doenças pulmonares. Anand (2018) O autor também destaca que o modelo de rede bayesiana foi usado para prever a probabilidade da ocorrência de um fator, sendo composta por três camadas que consistem em doenças, fatores de risco e sintomas.

Segundo Anand (2018), a primeira camada da rede bayesiana consiste em fatores de risco. Esta camada representa os hábitos ou características que podem colocar um paciente em risco de doença pulmonar. A segunda camada representa as doenças pulmonares como asma e rinite alérgica, todas essas doenças são representadas com variáveis binárias, 0 representando a ausência e 1 a presença da doença. A terceira camada inclui sintomas retirados do questionário do paciente, bem como PF e presença ou ausência de sons pulmonares. O valor PFE previsto é baseado no sexo, idade e altura. Por fim, a terceira camada aponta, de forma percentual, a condição de uma doença.

Anand (2018) utilizou dados de 325 pacientes da Chest Research Foundation em Pune, Índia. Segundo o autor, alguns registros foram removidos da base devido à baixa qualidade dos dados ou por possuir diagnósticos irrelevantes, restando 309 registros. Anand (2018) destaca que a base é composta por sons pulmonares gravados de cada paciente, considerando três leituras do PFE em onze locais de diferentes.

De acordo com Anand (2018), além de utilizarem equipamentos, os pacientes foram submetidos a um questionário e a um teste de função pulmonar completa, no qual, os seus respectivos diagnósticos médicos foram utilizados para treinar o modelo. Anand (2018) descreve que o modelo de rede bayesiana alcançou um alto desempenho, com precisão de 90% em quase todos os grupos de doenças. Além disso, o autor também ressalta que as características consideradas pelo modelo se mostraram em conformidade com a opinião médica, permitindo concluir que a falta de ar grave, baixa taxa de pico expiratório e tabagismo foram influentes no diagnóstico de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) e a falta de ar moderada, pico de fluxo médio e alergias foram relevantes para a asma. Já o diagnóstico de rinite alérgica foi fortemente associado à febre, sintomas nasais e falta de ar moderada.

Anand (2018) afirma que o seu trabalho trouxe três contribuições: (i) uma rede bayesiana para diagnóstico de doenças pulmonares, construída a partir de dados; (ii) uma rede bayesiana para diagnóstico, construída a partir da opinião de especialistas e (iii) melhorias no aplicativo móvel, que pode ser usado para auxiliar na triagem e no diagnóstico de doenças pulmonares. No entanto, o autor também destaca que o modelo só trabalha com dados binários. Isso facilita a implementação da rede e ao mesmo tempo apresenta uma probabilidade maior de erro. Por fim, Anand (2018) sugere a incorporação de registros de sons pulmonares e tosse, pois poderiam ajudar a melhorar a precisão do modelo.

### 3 PROPOSTA

Este capítulo apresenta a justificativa para o desenvolvimento desse trabalho, seus principais requisitos e a metodologia de desenvolvimento. Também serão abordados os assuntos e as fontes bibliográficas que irão sustentar o estudo proposto.

#### 3.1 JUSTIFICATIVA

No Quadro 1 é apresentado um comparativo dos trabalhos correlatos. As linhas representam as características e as colunas os trabalhos.

**Comentado [AS1]:** Verifique se não é possível juntar este parágrafo com o anterior. Esses 2 primeiros parágrafos estão muito curtos.



Quadro 1 - Comparativo dos trabalhos correlatos

Características	Trabalhos correlatos	Garnis, Yulianto e Hamzah (2019)	Fernandes (2007)	Anand (2018)
Tipo de patologia respiratória		Asma	AVE	DPOC
Faz medição do fluxo respiratório		PFE	PeMax, PiMax, PFI	PFE
Hardware utilizado		Arduino Nano	Não utiliza	Não utiliza
Utiliza medidor de PFE		PF120A	Asma Plan	Modelo não informado
Ambiente da interface gráfica com o usuário		Desktop	Desktop	Mobile
Técnicas e softwares de análise		Utiliza algoritmo para conversão dos dados medidos	Utiliza o software MINITAB para processamento dos dados	Utiliza rede neural bayesiana para fazer a predição de doenças pulmonares
Armazena o histórico / dados do teste		Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme pode-se observar no Quadro 1, a medição do fluxo expiratório é feita em todos os correlatos. Dentre as patologias respiratórias, Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) optaram pela asma para o desenvolvimento de sua ferramenta. Fernandes (2007) preferiu trabalhar com o Acidente Vascular encefálico (AVE) e Anand (2018) visou as doenças respiratórias e a capacidade de detectar o tipo de patologia do paciente.

Os trabalhos de Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) e Anand (2018) utilizam o medidor de pico de fluxo expiratório (PFE). Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) apresentam a construção de um medidor de PFE e sua importância. Também se observa que todos os trabalhos exibem os dados obtidos através de uma interface gráfica com o usuário e, que nenhum deles armazena o histórico dos testes realizados.

Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) Conforme pode-se observar no Quadro 1, Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) utilizam Arduino para a aquisição de dados e um algoritmo para a conversão dos dados de medição. Anand (2018) utiliza realidade aumentada para a aquisição de dados e uma rede neural bayesiana para prever as patologias. Fernandes (2007) não utiliza tecnologia para a aquisição, mas faz o uso do software MINITAB para processamento dos dados. Nota-se também que nenhum dos trabalhos apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta para monitorar o PFE ou a tecnologia laser para realizar a coleta de dados.

Com base nas características abordadas acima, pode-se afirmar que os demais trabalhos não oferecem a aquisição de dados a partir de um dispositivo utilizado pelos profissionais da saúde. Desta forma, este trabalho torna-se relevante pois adaptará o dispositivo Peak Flow para realizar a coleta das informações do pico de fluxo expiratório, incluindo sensores de captura e microcontroladores para envio das informações que serão armazenadas na *cloud*. Ressalta-se que atualmente este procedimento é feito de maneira manual, quando existe, com registros em papel. Este projeto visa automatizar isto, evitando extravios ou perdas, ao mesmo tempo tornando o processo como um todo algo simples e prático e com resgate do histórico do fluxo respiratório do paciente. Contudo, este trabalho tem potencial para facilitar o acompanhamento e medição do PFE, que tem colaborado cada vez mais com a validação científica da fisioterapia respiratória. Com a medição informatizada do PFE, o profissional da saúde será capaz de mensurar as alterações das capacidades pulmonares e alterações da força muscular do pulmão. Além disso, tendo acesso ao histórico dos valores de medição, ele também poderá realizar diagnósticos mais precisos. Sobretudo, ao visualizar aos valores de pico de fluxo expiratório em tempo real será possível tomar decisões mais ágeis e até mesmo evitar uma crise respiratória no paciente.

### 3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

O protótipo a ser desenvolvido será subdividido em dois módulos: *hardware* e aplicação web de monitoramento. Visto isso, o *hardware* terá os seguintes Requisitos Funcionais (RF) e Requisitos Não Funcionais (RNF):

- utilizar o medidor de pico expiratório fabricado pela Dorja (RNF);
- detectar o PFE utilizando o sensor laser V15310X (RNF);
- para a aquisição e processamento de dados deverá ser usado o Arduino Uno (RNF);
- enviar e armazenar as medições em um banco de dados *cloud* (RNF);
- utilizar comunicação Wi-Fi entre protótipo de *hardware* e a plataforma *cloud* (RNF);
- utilizar a linguagem de programação C (RNF).

Já a aplicação web deverá:

- permitir o cadastro do paciente (RF);
- aplicar filtros para a normalização dos dados recebidos do Arduino (RF);
- apresentar de forma gráfica o desempenho do paciente (RF);
- alertar o médico e o paciente em casos de resultados de medições abaixo dos valores de referência para pico de fluxo expiratório para adultos e crianças (RF);
- ser disponibilizada por meio de plataforma *cloud* (RNF).

### 3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- submissão ao conselho de ética: escrita e cadastro do trabalho na plataforma Brasil e submissão para o conselho de ética da FURB. Ressaltando que em cada experimento será solicitado aos pacientes a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);
- levantamento bibliográfico: selecionar trabalhos correlatos e estudar os assuntos relacionados à reabilitação respiratória, medição do PEF e trabalhos correlatos;
- levantamento de requisitos: baseando-se na etapa anterior, reavaliar os requisitos propostos para a aplicação, e caso necessário, realizar alterações;
- pesquisa e definição do *hardware*: definir os sensores e microcontroladores que serão utilizados na captura, processamento e envio do fluxo respiratório. Inicialmente será utilizado o Arduino UNO e o sensor laser V15310X;
- montagem do *hardware*: a partir do item (d), acoplar os *hardwares* ao Peak Flow. Tendo a necessidade, será construído um case via impressora 3D. Nas implementações necessárias será utilizada a linguagem C;
- testes do *hardware*: avaliar os dados obtidos pelos sensores, observando a necessidade de conversão ou a aplicação de filtros para realizar a normalização. Também será verificado a coerência dos dados do fluxo respiratório juntamente com o fisioterapeuta;
- especificação da aplicação web: utilizar a ferramenta de diagramação Draw.io para elaborar os diagramas de atividades e de sequência de acordo com a Unified Modeling Language (UML);
- implementação: desenvolver o sistema web capaz de apresentar os dados fornecidos pelo Arduino, disponibilizando-os de forma visual ao paciente;
- testes da aplicação web: validar a usabilidade e a eficiência do protótipo juntamente com os especialistas para verificar se os resultados estão condizentes com o esperado. Além disso, analisar os resultados dos testes buscando identificar melhorias a serem feitas no protótipo.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 – Cronograma de atividades a serem realizadas

etapas / quinzenas	2021									
	jul.		ago.		set.		out.		nov.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
submissão ao conselho de ética										
levantamento bibliográfico										
pesquisa e definição do <i>hardware</i>										
montagem										
testes do <i>hardware</i>										
especificação da aplicação web										
implementação										
testes da aplicação web										

Fonte: elaborado pelo autor.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo está dividido em três seções. A seção 4.1 discorre sobre reabilitação respiratória. Por fim, a seção 4.2 aborda sobre o medidor de pico de fluxo expiratório.

### 4.1 REABILITAÇÃO RESPIRATÓRIA

A reabilitação respiratória ou reabilitação pulmonar é definida como uma intervenção multidisciplinar para pacientes com doenças no sistema respiratório e apresentam redução da capacidade respiratória. A reabilitação pulmonar tem o objetivo de reduzir os sintomas da doença, otimizar o estado funcional, aumentar a adesão ao

tratamento e reduzir os custos com a saúde por estabilizar ou reduzir as manifestações da doença (FERNANDES, 2009).

A fisioterapia é o principal componente na reabilitação respiratória, destinada à liberação das vias aéreas e a melhora da dispneia<sup>1</sup>. A readaptação ao esforço físico é realizada através de exercícios. Existem três principais modalidades de exercícios que são usados na reabilitação respiratória, a primeira modalidade é o treino de resistência, que inclui exercícios como caminhar ou pedalar. A segunda modalidade inclui exercícios de esforço físico com intervalos entre as repetições. A terceira modalidade é o treino de força, que envolve exercícios de resistência como levantamento de pesos, que permite aumentar a massa muscular e a força (MACHAQUEIRO, 2012). Na Figura 4 é apresentado um exercício de fluxo inspiratório, usado na fisioterapia respiratória.

Figura 4 – Exercício de fluxo inspiratório



Fonte: Pereira (2020).

De acordo com Levine e Stankiewicz (2020) é importante que o profissional da saúde identifique fatores que possam limitar a efetividade do tratamento, especialmente com respeito ao uso de medicamentos inalatórios, por isso é necessário que o paciente faça avaliações respiratórias periódicas, para garantir que o tratamento está sendo efetivo. Dezube (2019) relata que os testes de função pulmonar são os melhores para a detecção de alguma variação da capacidade respiratória, dentre os testes de função pulmonar está a medição do pico de fluxo expiratório, que serve para medir a rapidez com que o ar pode ser expirado. Na Figura 5 é apresentado a medição do pico de fluxo expiratório.

Figura 5 – Medição do pico de fluxo expiratório



Fonte: Levine e Stankiewicz (2020).

Segundo Roceto *et al.* (2007), pacientes com doenças respiratórias apresentam redução da tolerância ao exercício e perda de força dos músculos respiratórios, condições que podem ser otimizadas por programas de reabilitação pulmonar. Os autores também relatam que pacientes portadores de doenças respiratórias e que passaram pela reabilitação respiratória, apresentam melhora significativa na qualidade de vida. No qual, um

<sup>1</sup> Dispneia: termo utilizado para descrever a experiência subjetiva de desconforto respiratório, como a falta de ar e sufocamento (BRANDÃO NETO, 2017).

programa de treinamento respiratório bem orientado, simples e que possa ser complementado com exercícios domiciliares, pode trazer benefícios na qualidade de vida do paciente (ROCETO *et al.*, 2007).

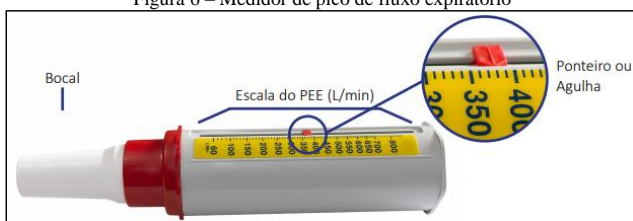
O treinamento respiratório para pacientes com doenças respiratórias, tem como objetivo aumentar a força da musculatura pulmonar, expansão da capacidade pulmonar e ampliação da resistência à fadiga (GANDRA, 2020). A autora afirma que o treinamento respiratório é composto por exercícios físicos que devem ser adaptados às necessidades e limitações individuais de cada paciente, dentre as limitações deverão ser consideradas a dispnéia e a fadiga. Um dos exercícios indicados pelos profissionais da saúde no treinamento respiratório, na inspiração o paciente levanta os braços e na expiração recolhe os braços, exercícios nos membros superiores auxiliam na entrada de ar dos pulmões (GANDRA, 2020).

Comentado [AS2]: Rever a redação.

#### 4.2 MEDIDOR DE PICO DE FLUXO EXPIRATÓRIO

O medidor de pico de fluxo expiratório é um equipamento pequeno e portátil, que vem ganhando espaço na área da saúde, seus resultados são confiáveis, o uso é simples e de baixo custo. O dispositivo é utilizado para medir a velocidade máxima alcançada pelo ar na expiração forçada. O equipamento possui uma escala mecânica, os valores dessa escala são expressos em L/min. A escala do medidor de adulto possui valores de 60 L/min até 880 L/min. Já os medidores pediátricos têm valores entre 60 L/min até 400 L/min (FRADE, 2006). Na Figura 6 é apresentado o medidor de pico de fluxo expiratório.

Figura 6 – Medidor de pico de fluxo expiratório



Fonte: Serra *et al.* (2020).

O funcionamento do medidor é simples, o paciente deve estar sentado e com o tronco reto olhando para frente e deve inspirar profundamente até que não seja mais possível encher os pulmões de ar, colocar o medidor na boca entre os dentes com a língua abaixo do bocal e fechar os lábios firmemente de forma que não escape o ar pelas laterais, e então o paciente deve assoprar rápido e forte até que não tenha mais ar nos pulmões. Depois disso, a leitura poderá ser feita. O paciente é submetido a três medições, das três medições quais é considerado o maior valor para análise (FRADE, 2006).

O valor do pico de fluxo expiratório pode ser comparado com a tabela de valores referência, de acordo com a idade, sexo e a altura, na qual o profissional da saúde consegue verificar os valores referência de pico de fluxo expiratório do paciente. Para cálculo do percentual de fluxo expiratório atingido, é necessário realizar uma razão entre o PFE atingido pelo paciente e o valor de referência previsto. O resultado dessa razão deve ser multiplicado por 100 (SERRA *et al.*, 2020). No Quadro 3 é apresentado os valores referência para medição do pico de fluxo expiratório.

Quadro 3 – Valores referência para medição de pico de fluxo expiratório para adultos

Valores referência para medição do pico de fluxo expiratório (L/min)												
Idade	Altura Homens (cm)						Altura Mulheres (cm)					
	155	160	165	170	175	180	145	150	155	160	165	170
20	564	583	601	620	639	657	404	418	431	445	459	473
25	553	571	589	608	626	644	399	412	426	440	453	467
30	541	559	577	594	612	630	394	407	421	434	447	461
35	530	547	565	582	599	617	389	402	415	428	442	455
40	518	535	552	569	586	603	383	396	409	422	435	448
45	507	523	540	557	573	590	378	391	404	417	430	442
50	494	511	527	543	560	576	373	386	398	411	423	436
55	483	499	515	531	547	563	368	380	393	405	418	430
60	471	486	502	518	533	549	363	375	387	399	411	424
65	460	475	490	505	520	536	358	370	382	394	406	418
70	448	462	477	492	507	521	352	364	376	388	399	411

Fonte: adaptado de Serra *et al.* (2020).

Segundo Fernandes (2020), o mesmo aparelho deve ser usado em todas as medições do paciente e a sua substituição deve ser feita somente quando o aparelho for danificado ou indicar mal funcionamento. Para eliminar a necessidade de registros e armazenagem manual, foram desenvolvidos diversos aparelhos para auxiliar a monitorização ambulatorial, porém o custo é elevado e a transmissão dos dados é feita através de uma ligação telefônica entre os profissionais da saúde (FERNANDES, 2020). Além disso, a monitorização regular do pico de fluxo expiratório age como um aviso prévio, reduzindo o risco de atraso na procura por atendimento. A autora também relata que o uso da monitorização do pico de fluxo expiratório reduziu os atendimentos médicos em pacientes asmáticos em crise admitidos no setor de emergência, outros pacientes mostraram uma resposta rápida ao tratamento e necessitaram menos atendimento médico.

## REFERÊNCIAS

ANAND, Aneesh. **Bayesian models for screening and diagnosis of pulmonary disease**. 2018. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e Ciência da Computação) - Department of Electrical Engineering and Computer Science, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.

BRANDÃO NETO, Rodrigo Antonio. **Dispneia**. [S.l.] [2017]. Disponível em: <<https://www.medicinanet.com.br/conteudos/revisoes/7124/dispnea.htm>> Acesso em: 06 jun. 2021

DEZUBE, Rebecca. **Testes de função pulmonar (TFP)**. [S.l.] [2019]. Disponível em: <<https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/dist%C3%BArbios-pulmonares-e-das-vias-respirat%C3%B3rias/diagn%C3%B3stico-de-dist%C3%BArbios-pulmonares/testes-de-fun%C3%A7%C3%A3o-pulmonar-tfp>> Acesso em: 27 mai. 2021.

DORJA. **Peak Flow Medidor de Fluxo Expiratório**. [S.l.] [2016?]. Disponível em: <<https://dorja.com.br/wp-content/uploads/2016/04/peak-flow-Medicate.pdf>> Acesso em: 14 abr. 2021

FERNANDES, Fernanda E. **Efeito do treinamento muscular respiratório por meio do manovacuômetro e do threshold pep em pacientes hemiparéticos hospitalizados**. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica), Universidade De Mogi Das Cruzes, Mogi das Cruzes.

FERNANDES, Alba Barros Souza. **Reabilitação respiratória em DPOC – a importância da abordagem fisioterapêutica. Reabilitação respiratória em DPOC**, Teresópolis, v. 1, n. 1, 71-78, 2009.

FERNANDES, Patrícia Vieira. **Considerações sobre o manejo do peak flow na asma**. [S.l.] [2020]. Disponível em: <<https://interfisio.com.br/consideracoes-sobre-o-manejo-do-peak-flow-na-asma>> Acesso em: 27 mai. 2021.

FRADE, Josélia Cintya Quintão Pena. **Desenvolvimento e avaliação de um programa educativo relativo à asma dedicado a farmacêuticos de uma rede de farmácias de Minas Gerais**. 2006. 208 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde)-Centro de Pesquisa René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte, 2006.

GANDRA, Alana. **Dispneia**. [S.l.] [2020]. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-04/exercicios-fortalecem-musculatura-respiratoria-diz-especialista>> Acesso em: 06 jun. 2021.

**Comentado [AS3]:** Os prenomes e demais sobrenomes dos autores podem ser ou não abreviados, desde que seja seguido o mesmo padrão de abreviação.

GARNIS, Nadiya; HAMZAH, Torib; YULIANTO, Endro. **Peak Flow Meter Equipped with Inspection Results Indicator**. *Journal of Electronics, Electromedical, and Medical Informatics*, Indonesia, v. 2, n. 1, p. 7-12, jan. 2019.

LEVINE, Andrea; STANKIEWICZ, Jason. **Considerações gerais sobre o programa de reabilitação pulmonar**. [S.l] [2020]. Disponível em: <<https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/dist%C3%B3rbios-pulmonares-e-das-vias-respirat%C3%B3rias/reabilita%C3%A7%C3%A3o-para-dist%C3%B3rbios-pulmonares-e-das-vias-respirat%C3%B3rias/considera%C3%A7%C3%B5es-gerais-sobre-o-programa-de-reabilita%C3%A7%C3%A3o-pulmonar#:~:text=Reabilita%C3%A7%C3%A3o%20pulmonar%20%C3%A9%20o%20uso,melhorar%20sua%20qualidade%20de%20vida.>>> Acesso em: 27 mai. 2021.

MACHAQUEIRO, Sílvia Lourenço Ferreira. **A reabilitação respiratória para doentes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica**. 2012. 151 f. Dissertação (Mestrado em Gestão da Saúde) - Curso de Mestrado em Gestão da Saúde, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sobre a doença (COVID-19)**. [S.l] [2020?]. Disponível em: <<https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca>> Acesso em: 16 abr. 2021.

OMRON. **Entenda tudo sobre as principais doenças respiratórias e como se livrar das crises**. [S.l] [2020?]. Disponível em: <<https://conteudo.omronbrasil.com/doencas-respiratorias>> Acesso em: 14 abr. 2021.

ROCE TO, Ligia dos Santos. *et.al*. Eficácia da reabilitação pulmonar uma vez na semana em portadores de doença pulmonar obstrutiva. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 6, p. 475-480, nov./dez. 2007.

SANARMED. **Peak flow meter em tempos de covid-19**. [S.l] [2021]. Disponível em: <<https://www.sanarmed.com/peak-flow-meter-em-tempos-de-covid-19-colunistas>> Acesso em: 14 abr. 2021.

SERRA, Carla *et al*. **Pico de Fluxo Expiratório**. Brasília: Conselho Federal de Farmácia, 2020.

PEREIRA, Ivo. **Governo oferece fisioterapia pulmonar para reabilitação de servidores afetados pela Covid-19**. [S.l] [2020]. Disponível em: <<http://coronavirus.amazonas.am.gov.br/governo-oferece-fisioterapia-pulmonar-para-reabilitacao-de-servidores-afetados-pela-covid-19/>> Acesso em: 27 mai. 2021.

#### ASSINATURAS

(Atenção: todas as folhas devem estar rubricadas)

Assinatura do(a) Aluno(a): \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) Orientador(a): \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) Coorientador(a) (se houver): \_\_\_\_\_

Observações do orientador em relação a itens não atendidos do pré-projeto (se houver):

# FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR TCC I

Acadêmico: Marcelo Luiz Jung

Avaliador(a): Andreza Sartori

ASPECTOS AVALIADOS <sup>1</sup>		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?	X		
	O problema está claramente formulado?	X		
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?	X		
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?	X		
	3. JUSTIFICATIVA São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?	X		
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?	X		
ASPECTOS METODOLÓGICOS	4. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?	X		
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados?	X		
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?	X		
	6. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?	X		
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?		X	
	7. ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TEXTO A organização e apresentação dos capítulos, seções, subseções e parágrafos estão de acordo com o modelo estabelecido?	X		
	8. ILUSTRAÇÕES (figuras, quadros, tabelas) As ilustrações são legíveis e obedecem às normas da ABNT?	X		
	9. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES As referências obedecem às normas da ABNT?		X	
As citações obedecem às normas da ABNT?		X		
Todos os documentos citados foram referenciados e vice-versa, isto é, as citações e referências são consistentes?		X		

## PARECER – PROFESSOR DE TCC I OU COORDENADOR DE TCC (PREENCHER APENAS NO PROJETO):

O projeto de TCC será reprovado se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos 4 (**quatro**) itens dos **ASPECTOS TÉCNICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou
- pelo menos 4 (**quatro**) itens dos **ASPECTOS METODOLÓGICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

**PARECER:** ( x ) APROVADO ( ) REPROVADO

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: 21/06/2021 \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.

## FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR AVALIADOR

Acadêmico: Marcelo Luiz Jung

Avaliador(a): \_\_\_\_\_

ASPECTOS AVALIADOS <sup>1</sup>		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	O problema está claramente formulado?			
	1. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			
	2. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?			
	3. JUSTIFICATIVA Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada?			
	São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?			
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?			
	4. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?			
	5. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?			
	7. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?			
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			

### PARECER – PROFESSOR AVALIADOR: (PREENCHER APENAS NO PROJETO)

O projeto de TCC ser deverá ser revisado, isto é, necessita de complementação, se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos 5 (cinco) tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

**PARECER:** (     ) APROVADO (     ) REPROVADO

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.