

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
(X) PRÉ-PROJETO	() 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 e, também, podem provocar obstrução respiratória e impedir a passagem de ar. As doenças do sistema respiratório são as principais causadoras de mortes no mundo. ~~E, d~~Entre 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 medidor de 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 (2021), 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. 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 domiciliar. O custo baixo, pequeno e confiável traz muitas contribuições para diagnósticos de doenças respiratórias (FRADE, 2016). No entanto, é um equipamento que não guarda as informações ao longo do tempo (histórico de medições) e nem disponibiliza gráficos da evolução respiratória do paciente. Assim como, as medições não possuem nenhum tipo de segurança contra perdas e podem ser facilmente interpretadas de forma errada, e não apresenta informações de forma clara sobre a presença de obstrução respiratória.

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), tendo como objetivo facilitar o acompanhamento médico e do paciente. Além disso, também será-serão disponibilizados os resultados para que o profissional da saúde possa ajustar a medicação e o tratamento, evitando uma crise respiratória e, consecutivamente, gerando mais conforto e qualidade de vida para o 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 monovacuômetro e o Peak flow para a obtenção do pico de fluxo expiratório. 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]: PFE é o equipamento? Se for, retirar o "de" que antecede.

Comentado [GJ2]: 2019 ou 2020? Ver referências bibliográficas

Comentado [GJ3]: Faltou informar como se identifica que a pessoa tem alguma obstrução respiratória a partir do PFE.

Comentado [GJ4]: 2016 ou 2006? Ver referências bibliográficas

Comentado [GJ5]: 2019 ou 2020?

Comentado [GJ6]: Citar obra / referenciar

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. O microcontrolador foi usado para converter de pressão (kPa) para (volume/segundo). Garnis, ~~Hamzah e Yulianto e Hamzah (2019)~~ utilizaram um cabo serial para enviar os dados do Arduino para o ~~sistema no PC com o sistema, sendo exibidos na tela~~. Após a conclusão do teste PFE, os dados são armazenados em um arquivo de texto.

Comentado [GJ7]: 2019 ou 2020?

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, o sexo, a altura, a determinação dos resultados e dos indicadores de doenças.

Comentado [GJ8]: Sugiro mover este parágrafo para ficar após o parágrafo seguinte.

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. 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 sensor de pressão MPX5100GP é menos preciso. ~~o maior valor de erro é de 2,26% a uma pressão de 75 kPa, podendo ser usado porque não excede o limite de 2,5% de tolerância.~~

Comentado [GJ9]: Que tolerância é esta? Quem estabeleceu esta tolerância?

Segundo Garnis, Yulianto e Hamzah (2019), o valor máximo de erro obtido foi de 2,8%, ~~esse 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 ~~PF~~ positivo e negativo em cmH₂O. 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~~ 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.

Comentado [GJ10]: Esta sigla não foi citada ou explicada até o momento.

Figura 2 – Equipamentos usados no estudo



Fonte: Compilação do autor.

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. Fernandes (2007) também relata que foram selecionados 36 pacientes com AVE, sendo divididos em dois grupos: avaliação e treinamento (grupo AVE treinado) e, realizado e avaliação (grupo AVE controle). As avaliações das pressões respiratórias foram realizadas antes do treinamento muscular respiratório com o manovacuômetro MV 120.

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 e, entre as três medições que restaram, considerou-se o maior valor obtido. 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 e, 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 do 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.

Comentado [GJ12]: Diferenciar o que são os grupos "AVE treinado" e "AVE controle".

Comentado [GJ13]: Não entendi que valor é este? Seria força?

Figura 3 – Ferramenta desenvolvida



Fonte: Anand (2018).

Anand (2018) desenvolveu um aplicativo para dispositivo móvel que registra os testes do medidor de PFE usando a câmera do telefone e realidade aumentada. Além disso, o autor 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 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 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, ~~construído~~ ~~construída~~ a partir de dados; (ii) uma rede bayesiana para diagnóstico, ~~construído~~ ~~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~~ ~~trabalha~~ com recursos 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.

Comentado [GJ14]: o que é isso?

Comentado [GJ15]: ou dados?

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.

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, Hanzah e Yulianto~~ e Hamzah (2019) optou 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) 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 e, 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 trará ~~muitas~~ facilidades no 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 ~~da força~~ muscular do pulmão. Além disso, tendo acesso ao histórico dos valores de medição, ele também poderá realizar diagnósticos mais precisos. E, 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 VI5310X (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).

Comentado [GJ16]: Estes dois parágrafos repetem o que está na tabela. Não acrescenta novas informações.

Já a aplicação web deverá:

- permitir o cadastro do paciente (RF);
- aplicar filtros para a normalização dos dados recebidos do Arduino (RF);
- a aplicação deverá apresentar de forma gráfica o desempenho do paciente (RF);
- o médico e o paciente deverão ser alertar o médico e o paciente dos em casos de valores abaixo da faixa recomendada (RF);
- a aplicação web deverá ser disponibilizada por meio de plataforma cloud (RNF).

Comentado [GJ17]: o que é "faixa recomendada"?

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 respiratório, 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 hardware										
montagem										
testes do hardware										
especificação da aplicação web										
implementação										
testes da aplicação web										

Fonte: elaborado pelo autor.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será abordado brevemente os principais assuntos que fundamentarão o estudo a ser realizado: reabilitação ~~respiratório-respiratória~~ e medição do PEF.

A reabilitação respiratória ou reabilitação pulmonar é um conjunto de exercícios que são realizados por um fisioterapeuta, pacientes que são portadores de doenças respiratórias como asma, bronquite e COVID-19 são submetidos a uma reabilitação respiratória com o objetivo de melhorar o seu estado respiratório e aumentar a qualidade de vida, a performance em atividades que envolvem esforço físico e tentar evitar crises respiratórias. A reabilitação respiratória começa com uma avaliação física do paciente. O fisioterapeuta realiza testes usando

exercícios com uma carga qualquer, com o objetivo de calcular a carga tolerada pelo paciente, a duração desses exercícios é de 3 meses com 3 sessões por semana. As sessões são compostas de exercícios aeróbicos em esteira ou bicicleta, exercícios de fortalecimento muscular e alongamentos da musculatura. Quando necessário, o paciente é submetido à suplementação de oxigênio e ventilação não invasiva durante o treinamento. Para a verificação da evolução do paciente é usada a ferramenta de medição de pico de fluxo expiratório, com o objetivo de adaptar ou intensificar o treinamento conforme a resposta do paciente (HOSPITAL ISRAELITA ALBERT EINSTEIN, 2020).

Segundo Garnis, Yulianto e Hamzah (2019), o medidor de pico de expiratório é uma ferramenta usada para medir o valor de maior força de respiração ou a capacidade de uma pessoa de soprar ar de dentro dos pulmões. O valor de medição serve para identificar a presença e o grau de obstrução respiratória.

A técnica de medição do PFE começa pela colocação de um bocal descartável no medidor e verificar se a agulha indicadora está no ponto zero da escala, segurar o medidor na horizontal de maneira que não impeça o movimento da agulha e não cubra a escala de medição. 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 e então a agulha indicadora deverá ser recolocada no ponto zero (FRADE, 2016).

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.
- DORJA. **Peak Flow Medidor de Fluxo Expiratório**. [S.I.] [2021?]. Disponível em: < <https://dorja.com.br/wp-content/uploads/2016/04/peak-flow-Medicare.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.
- FRADE, Josélia. C. Q. P. **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.
- 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. 2020.
- HOSPITAL ISRAELITA ALBERT EINSTEIN. **Reabilitação Pulmonar**. [S.I.] [2020?]. Disponível em: <<https://www.einstein.br/estrutura/reabilitacao/programas/reabilitacao-pulmonar>> Acesso em: 18 abr. 2021.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sobre a doença (COVID-19)**. [S.I.] [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.I.] [2020?]. Disponível em: <<https://conteudo.omronbrasil.com/doencas-respiratorias>> Acesso em: 14 abr. 2021.
- SANARMED. **Peak flow meter em tempos de covid-19**. [S.I.] [2021?]. Disponível em: <<https://www.sanarmed.com/peak-flow-meter-em-tempos-de-covid-19-colunistas>> Acesso em: 14 abr. 2021.

Comentado [GJ18]: Verificar se é 2006 ou 2016. Ajustar no texto

Comentado [GJ19]: Verificar se é 2020 ou 2019.

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): Gilvan Justino

ASPECTOS AVALIADOS ¹		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: _____

¹ 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 ¹		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: () APROVADO () REPROVADO

Assinatura: _____ Data: _____

¹ 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		
(X) PRÉ-PROJETO	() 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 e, também, podem provocar obstrução respiratória e impedir a passagem de ar. As doenças do sistema respiratório são as principais causadoras de mortes no mundo. E, 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 medidor de 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 (2021), 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. 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, 2016). ~~No entanto, é um equipamento que não guarda as informações ao longo do tempo (histórico de medições) e nem disponibiliza gráficos da evolução respiratória do paciente. Assim como, as medições não possuem nenhum tipo de segurança contra perdas e podem ser facilmente interpretadas de forma errada.~~

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), tendo como objetivo facilitar o acompanhamento médico e do paciente. Além disso, também ~~será disponibilizado os resultados~~ para que o profissional da saúde possa ajustar a medicação e o tratamento, evitando uma crise respiratória e, consecutivamente, gerando mais conforto e qualidade de vida para o 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 monovacuômetro e o Peak flow para a obtenção do pico de fluxo expiratório. 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 [AS1]: O ano na referência está 2016

Comentado [AS2]: Rever a redação.

Comentado [AS3]: Erro de concordância de número.

Comentado [AS4]: Fonte?

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. O microcontrolador foi usado para converter de pressão (kPa) para (volume/segundo). Garnis, Yulianto e Hamzah (2019) utilizaram um cabo serial para enviar os dados do Arduino para o PC com o sistema, sendo exibidos na tela. Após a conclusão do teste PFE, os dados são armazenados em um arquivo de texto.

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 o sexo e a altura e a determinação dos resultados e dos indicadores de doenças.

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. 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 sensor de pressão MPX5100GP é menos preciso, o maior valor de erro é de 2,26% a uma pressão de 75 kPa, podendo ser usado porque não excede o limite de 2,5% de tolerância.

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 PE positivo e negativo em cmH₂O. 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.

Comentado [AS5]: Rever ano de referência

Comentado [AS6]: Rever a redação.

Comentado [AS7]: Não se faz parágrafo com uma única frase.

Comentado [AS8]: Não está aparecendo a borda superior das figuras. Rever todas.

A imagem está com uma qualidade ruim.

Comentado [AS9]: Rever a redação.

Comentado [AS10]: O que significa?

Comentado [AS11]: “e” é um conectivo de ligação entre ideias de uma mesma frase não de frases diferentes.

Figura 2 – Equipamentos usados no estudo



Fonte: Compilação do autor.

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. Fernandes (2007) também relata que foram selecionados 36 pacientes com AVE, sendo divididos em dois grupos: avaliação e treinamento (grupo AVE treinado) e, realizado e avaliação (grupo AVE controle). As avaliações das pressões respiratórias foram realizadas antes do treinamento muscular respiratório com o manovacuômetro MV 120.

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 e, entre as três medições que restaram, considerou-se o maior valor obtido. 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 e, 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.

Comentado [AS12]: Essas são fotos suas? Precisa colocar a fonte.

Comentado [AS13]: “e” é um conectivo de ligação entre ideias de uma mesma frase não de frases diferentes.

Figura 3 – Ferramenta desenvolvida



Fonte: Anand (2018).

Anand (2018) desenvolveu um aplicativo para dispositivo móvel que registra os testes do medidor de PFE usando a câmera do telefone e realidade aumentada. Além disso, o autor 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.

Comentado [AS14]: Isso já não foi mencionado no parágrafo anterior?

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 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.

Comentado [AS15]: O que é?

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~~ ~~trabalha~~ com recursos 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.

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, Yulianto e Hamzah (2019) optou 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) 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 e, 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 trará *muitas* facilidades no 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 da força* muscular do pulmão. Além disso, tendo acesso ao histórico dos valores de medição, ele também poderá realizar diagnósticos mais precisos. *E*, sobretudo, ao visualizar *os* 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 VI5310X (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).

Comentado [AS16]: Só podes afirmar algo que já foi testado e tem resultados. Caso contrário podes dizer que "tem potencial para facilitar"

Formatado: Realce

Formatado: Realce

Já a aplicação web deverá:

- permitir o cadastro do paciente (RF);
- aplicar filtros para a normalização dos dados recebidos do Arduino (RF);
- a aplicação deverá apresentar de forma gráfica o desempenho do paciente (RF);
- o médico e o paciente deverão ser alertados em casos de valores abaixo da faixa recomendada (RF);
- a aplicação web deverá ser disponibilizada por meio de plataforma *cloud* (RNF).

Comentado [AS17]: Reformular este requisito.

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 respiratório, 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 VLS310X;
- 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

Neste capítulo será abordado brevemente os principais assuntos que fundamentarão o estudo a ser realizado: reabilitação respiratória e medição do PEF.

A reabilitação respiratória ou reabilitação pulmonar é um conjunto de exercícios que são realizados por um fisioterapeuta, pacientes que são portadores de doenças respiratórias como asma, bronquite e COVID-19 são submetidos à uma reabilitação respiratória com o objetivo de melhorar o seu estado respiratório e aumentar a qualidade de vida, a performance em atividades que envolvem esforço físico e tentar evitar crises respiratórias. A reabilitação respiratória começa com uma avaliação física do paciente. O fisioterapeuta realiza testes usando exercícios com uma carga qualquer, com o objetivo de calcular a carga tolerada pelo paciente, a duração desses

exercícios é de 3 meses com 3 sessões por semana. As sessões são compostas de exercícios aeróbicos em esteira ou bicicleta, exercícios de fortalecimento muscular, alongamentos da musculatura. Quando necessário o paciente é submetido à suplementação de oxigênio e ventilação não invasiva durante o treinamento. Para a verificação da evolução do paciente é **usada utilizada e** a ferramenta de medição de pico de fluxo expiratório, com o objetivo de adaptar ou intensificar o treinamento conforme a resposta do paciente (HOSPITAL ISRAELITA ALBERT EINSTEIN, 2020).

Segundo Garnis, Yulianto e Hamzah (2019), o medidor de pico de expiratório é uma ferramenta usada para medir o valor de maior força de respiração ou a capacidade de uma pessoa de soprar ar de dentro dos pulmões. O valor de medição serve para identificar a presença e o grau de obstrução respiratória.

A técnica de medição do PFE começa pela colocação de um bocal descartável no medidor e verificar se a agulha indicadora está no ponto zero da escala, segurar o medidor na horizontal de maneira que não impeça o movimento da agulha e não cubra a escala de medição. 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 e então a agulha indicadora deverá ser recolocada no ponto zero (FRADE, 2016).

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.

DORJA. **Peak Flow Medidor de Fluxo Expiratório**. [S.I] [2021?]. 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.

FRADE, Josélia. C. Q. P. **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.

GARNIS, Nadiya; HAMZAH, Torib; YULIANTO, Endro. **Peak Flow Meter Equipped with Inspection Results Indicator**. *Journal of Electronics, Electromedical, and Medical Informatics*, Indonésia, v. 2, n. 1, p. 7-12, jan. 2020.

HOSPITAL ISRAELITA ALBERT EINSTEIN. **Reabilitação Pulmonar**. [S.I] [2020?]. Disponível em: <<https://www.einstein.br/estrutura/reabilitacao/programas/reabilitacao-pulmonar>> Acesso em: 18 abr. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sobre a doença (COVID-19)**. [S.I] [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.I] [2020?]. Disponível em: <<https://conteudo.omronbrasil.com/doencas-respiratorias>> Acesso em: 14 abr. 2021.

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

Comentado [AS18]: Deve-se evitar fazer parágrafos muito curtos.

Comentado [AS19]: Rever a redação.

Comentado [AS20]: O ano nas referências está 2016

Comentado [AS21]: No próprio link diz aponta que o arquivo é de 2016

Comentado [AS22]: Tirar o negrito.

Comentado [AS23]: No texto você coloca essa referência como sendo de 2019.

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 ¹		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: () APROVADO () REPROVADO

Assinatura: _____ Data: 03/05/2021 _____

¹ 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 ¹		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? 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)?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS				

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: _____

¹ 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.