

Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
[Org.]



COLETÂNEA

estudos teórico-práticos na
ENGENHARIA BIOMÉDICA



GOLETÂNEA

estudos teórico-práticos na
ENGENHARIA BIOMÉDICA



Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
[Org.]

Coletânea de Estudos teórico- práticos na Engenharia Biomédica

Volume II

2024

Universidade Federal de Pernambuco

Reitor: Alfredo Macedo Gomes

Vice-Reitor: Moacyr Cunha de Araújo Filho

Centro de Tecnologia e Geociência - CTG

Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica - PPGEB

Coordenadora - Profª Drª Cristine Martins Gomes de Gusmão

Capa e diagramação

Neferson Barbosa da Silva Ramos

Revisão de Prefácio

Maria Claudiana da Silva

Organizadores

Neferson Barbosa da Silva Ramos

Cristine Martins Gomes de Gusmão

Autores e Autoras

Alana Elza Fontes da Gama

Alisson Luiz Ribeiro de Oliveira

Andresa Monik Cardozo

Camila Tiodista de Lima

Clairton de Albuquerque Siebra

Cristine Martins Gomes de Gusmão

Gleydson Douglas de Siqueira Alves

Guaraci Guimaraes Bastos Junior

Juliana Carneiro Gomes Cassemiro

Margareth Barbosa de Lacerda de La Puente

Marilu Gomes Netto Monte da Silva

Mayke Felipp de Araujo Martins

Neferson Barbosa da Silva Ramos

Patrícia Janaine Nunes Viana

Rebeca da Silva Fraga Botelho

Thifany Ketuli Silva de Souza

Wellington Pinheiro dos Santos

Wesley Gregorio Machado

Willams Francisco da Rocha

Coletânea de Estudos teórico-práticos na Engenharia Biomédica, v.2. UFPE, 2024
Copyright© 2024 Ramos, Neferson Barbosa da Silva, Gusmão, Cristine Martins Gomes
(Orgs.)



Esta obra está licenciado sob **CC BY-SA 4.0** por Universidade Federal de Pernambuco

Catálogo da Fonte

Bibliotecário Bruno Márcio Gouveia, CRB-4/1788

C694 Coletânea de estudos teórico-práticos na Engenharia
Biomédica / Organização de Neferson Barbosa da Silva Ramos, Cristine
Martins Gomes de Gusmão. – Recife: Ed. UFPE, 2024.
v. 2

Inclui Referências.

ISBN: 978-65-01-08541-8 (físico)

ISBN: 978-65-01-08490-9 (online)

1. Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-graduação
em Engenharia Biomédica. 2. Engenharia biomédica. 3. Tecnologia
biomédica. 4. Inovações médicas I. Ramos, Neferson Barbosa da Silva
Ramos (org.). II. Gusmão, Cristine Martins Gomes de (org). III. Título.

610.28 (23. ed.)

UFPE (CE 2024-076)



SUMÁRIO

09

Prefácio

Uma prosa de oportunidade...

12

EXPLICABILIDADE EM IA DE SAÚDE: UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O USO DE CONHECIMENTO DE DOMÍNIO

Thifany Ketuli Silva de Souza

Neferson Barbosa da Silva Ramos

Cristine Martins Gomes de Gusmão

Alana Elza Fontes da Gama

Claurton de Albuquerque Siebra

22

A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO PERMANENTE EM SAÚDE PARA PROFISSIONAIS DA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE

Mayke Felipp de Araújo Martins

Neferson Barbosa da Silva Ramos

Cristine Martins Gomes de Gusmão

34

A ELETROMIOGRAFIA E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA REABILITAÇÃO NEUROMUSCULAR DE PACIENTES PÓS-AVC: AVANÇOS E DESAFIOS

Margareth Barbosa Lacerda de La Puente

Neferson Barbosa da Silva Ramos

Cristine Martins Gomes de Gusmão

Wellington Pinheiro dos Santos

Juliana Carneiro Gomes Cassemiro

43

REABILITAÇÃO CARDÍACA EM PACIENTES COM CARDIOPATIA CONGÊNITA: INTEGRANDO PRÁTICAS CLÍNICAS AOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Patrícia Janaine Nunes Viana

Neferson Barbosa da Silva Ramos

Cristine Martins Gomes de Gusmão

Alana Elza fontes da gama
Marilú Gomes Netto Monte da Silva

53

AVALIAÇÃO DE ESFORÇO RESPIRATÓRIO DE PACIENTES SUBMETIDOS À VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA: EVIDÊNCIAS A PARTIR DA LITERATURA

Willams Francisco da Rocha
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Alana Elza fontes da Gama
Marilu Gomes Netto Monte da Silva

61

O USO DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM PATOLOGIAS CARDIOVASCULARES

Gleydson Douglas de Siqueira Alves
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Alana Elza fontes da Gama
Marilu Gomes Netto Monte da Silva

69

NANOMATERIAIS E BIOSSENSORES IMPRESSOS PARA DETECÇÃO RÁPIDA DO ZIKA VÍRUS: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

Andresa Monik Cardozo
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Guaraci Guimaraes Bastos Junior

80

PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE NANOCONTEÚDOS NA EDUCAÇÃO PERMANENTE EM SAÚDE (EPS) NO CONTROLE DAS INFECÇÕES HOSPITALARES

Rebeca da Silva Fraga Botelho
Neferson Barbosa Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão

88

**RECONHECIMENTO DE EMOÇÕES EM SINAIS
ELETROENCEFALOGRAFÍCOS DE PESSOAS COM
ALZHEIMER**

Camila Tiodista de Lima
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Wellington Pinheiro dos Santos

95

**DETECÇÃO DE CONGELAMENTO DA MARCHA NA
DOENÇA DE PARKINSON USANDO VISÃO
COMPUTADORIZADA: UMA REVISÃO**

Alisson Luiz Ribeiro de Oliveira
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Alana Elza Fontes da Gama

108

**SINAIS DE EEG PARA DIAGNÓSTICO DO
TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: UMA
ABORDAGEM DE APRENDIZADO DE MÁQUINA**

Wesley Gregorio Machado
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Wellington Pinheiro dos Santos
Juliana Carneiro Gomes Cassemiro

116

SOBRE OS AUTORES E AUTORAS

Prefácio

Uma prosa de oportunidades...

Apresentamos esta coletânea aos autores e leitores como oportunidade de dar um “salto para o futuro” nas pesquisas científicas. A princípio porque essa ideia surgiu na tentativa de incentivar aos estudantes de mestrado do Programa de pós-graduação em Engenharia Biomédica da UFPE, a vivenciarem a experiência de lançar publicamente suas produções, bem como, serem vistos e lembrados como escritores. Isso motivou a minha orientadora de doutorado e coordenadora do programa, Cristine Gusmão, em oportunizar esse desafio ousado no contexto da engenharia.

Para explicar esse questionamento, utilizei o poema de Carlos Drummond de Andrade, “As sem-razões do amor” que expressa em sua primeira estrofe, *“Eu te amo porque te amo, não precisas ser amante, e nem sempre sabes sê-lo”* na oportunidade, Cristine, não estimou limites para o futuro dos estudantes da pós-graduação, nem se quer rotulou possibilidades frustrantes neste percurso, apenas apresentou o “amor”, em forma de oportunidade. Ou seja, nossos estudantes poderiam até não saber nem ser escritores e escritoras, mas, que se tornariam a partir de seus estudos relatados em capítulos de livro.

Incrível! Esta edição, portanto, representa uma relação entre ciência, afetividade, didática, métodos humanizados e inclusão.

As investigações representadas em capítulos, descrevem contextos e perspectivas particulares de cada autor e autora em sua dinâmica de estudo. No cenário da ciência e educação aberta, escrever em um livro é um ato de generosidade aos leitores! Publicar, seria potencial inclusivo de contribuição para a ciência. Mas, afinal como a ciência e educação aberta surgiu neste percurso? A resposta é simples: oportunidade! Oportunidade para os estudantes, para o programa, para a ciência brasileira e para o mundo em forma de recurso educacional aberto. Com intuito de corresponder a Agenda 2030, respondendo ao apelo feito pela ONU em 2015, a ideia de publicar livros abertos, surge na tentativa inicialmente de alcançar o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 4), sobre educação de qualidade que prevê a garantia do acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promoção de oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos, bem como o (ODS 3) que trata de saúde e bem-estar, por se tratar de um programa de mestrado em engenharia biomédica. No entanto, com o passar do tempo, a necessidade de abordar outros ODSs foi sendo verificada e ampliada. Assim, os estudos nos capítulos deste livro e e-Book, contemplam relações multidisciplinares entre os ODS e suas respectivas metas.

A multidimensionalidade dos capítulos aqui reunidos, nos possibilita dizer que esta iniciativa pretende significar, “um salto para o futuro” pelo seu caráter inovador e inédito. Sob tal premissa, convidamos os pesquisadores, cientistas e leitores a contextualizar e situar discussões sobre engenharias, saúde,

tecnologia e educação, presentes em onze capítulos, fundamentados qualitativamente em caráter ético defendido pelos autores e organizadores.

Um fator inédito, que vem sendo implementado em nossas produções, são estudos que abordam a inteligência artificial. Neste livro, dois capítulos abordam fundamentações teóricas e aplicabilidades sobre a IA, assunto este, que consideramos frágil, pois, no cenário teórico ainda há poucos estudos, principalmente, no que diz respeito ao contexto brasileiro, em políticas e legitimidades de uso e integração. Todavia, isso não nos impede de ousar cientificamente. Ciência é isso!

Em síntese, considero esta etapa do livro, o prefácio, também como oportunidade, mais uma vez, advinda da professora Cristine Gusmão, minha orientadora, sendo a primeira vez em meu percurso acadêmico, designado a escrever este gênero tão importante e de honra.

Esperamos que esse livro, escrito a diversas mãos e através de muitos olhares seja prenúncio de muitas outras publicações sobre as áreas temáticas. Coragem! Afinal, em Grande Sertão: Veredas, Guimarães Rosa ilustra em seus escritos, um paralelo a ousadia dos pesquisadores, que diz: *“o correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem!”*

Neferson Barbosa da Silva Ramos

Pesquisador do ReaD - Open, Flexible and Sustainable Learning.
Doutorando pelo programa de Educação Matemática e Tecnológica
(PPGEduamatec)



EXPLICABILIDADE EM IA DE SAÚDE: UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O USO DE CONHECIMENTO DE DOMÍNIO

Thifany Ketuli Silva de Souza
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Alana Elza Fontes da Gama
Clairton de Albuquerque Siebra

Diante das discussões sobre a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3 (ODS - 3) propõe garantir saúde e bem-estar para todos os cidadãos do planeta (United Nations, 2015). Através de diversas iniciativas conjuntas, as nações buscam ideias e soluções inovadoras acerca do ODS supracitado. Dentre elas, a meta 3.8, que visa atingir a cobertura universal de saúde, enfatizando a importância de serviços de qualidade. Isso inclui a incorporação e o fomento de ações inovadoras que incentivem medidas de atenção à saúde e prevenção de doenças, como a incorporação da inteligência artificial (IA). No entanto, apesar dos avanços, em áreas críticas de decisão, como na saúde, a falta de transparência de modelos de IA limita a interpretação e o entendimento por profissionais da área, criando uma barreira para a adoção da técnica computacional.

Diante disto, este trabalho propõe uma revisão das pesquisas mais recentes na aplicação de métodos de explicabilidade que injetem conhecimento de domínio para tornar a inteligência artificial em sistemas de saúde mais

explicáveis. O estudo tem como objetivo analisar e discutir diferentes abordagens baseando-se em pesquisas e teorias existentes sobre o tema proposto.

Materiais e métodos

O presente trabalho introduz uma abordagem de pesquisa qualitativa em um artigo de revisão de literatura. Artigos coincidentes com o assunto abordado foram buscados, lidos e resumidos. Os artigos foram coletados na base de dados IEEE Xplore. As palavras chaves *explainability*, *knowledge*, *rule-based*, *graphs*, *symbolic*, *machine learning*, *healthcare*, *mobile health* e suas variações foram utilizadas. Os critérios de inclusão abrangem artigos em inglês de estudos primários publicados entre 2014 e 2024. Além disso, foram excluídos editoriais, prefácios, discussões, comentários, resumos de tutoriais, workshops, resumos e painéis.

Fundamentação teórica

A inteligência artificial (IA) vem apresentando avanços significativos nas pesquisas acerca das ciências da computação nos últimos anos. Segundo Antevere Filho & Conceição (2023), “A inteligência artificial se estabeleceu firmemente como uma força transformadora em nossa sociedade, remodelando a maneira como interagimos com a tecnologia e melhorando diversos aspectos de nossas vidas”. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2021)

“A inteligência artificial pode ser, e em alguns países ricos já está sendo, usada para melhorar a velocidade e a precisão do diagnóstico e da triagem de doenças; para auxiliar no atendimento clínico; fortalecer a pesquisa em

saúde e o desenvolvimento de medicamentos; e apoiar diversas intervenções de saúde pública, como vigilância de doenças, resposta a surtos e gestão de sistemas de saúde”.

Apesar do desempenho promissor, em setores críticos como saúde, justiça e finanças, a falta de transparência em modelos complexos pode limitar a interpretação e compreensão por parte dos profissionais dessas áreas. Portanto, “O desenvolvimento de inteligência artificial explicável permite que os usuários explorem melhor o sistema inteligente, facilitando a compreensão da decisão tomada e tornando o processo mais confiável” (Rajabi e Kafaie, 2022). Neste contexto, a explicabilidade é um conceito que se refere à habilidade de um sistema de inteligência artificial em fornecer uma compreensão clara das previsões feitas por um modelo. Segundo Sichman (2021), “Os chamados sistemas de IA explicáveis incorporam processos de explicação que permitem aos usuários obter informações sobre os modelos e decisões do sistema”.

Apesar do incentivo na busca de maior transparência nas decisões, muitos dos métodos de explicabilidade existentes oferecem insights limitados, geralmente condicionados aos dados de entrada. Para superar isso, alguns estudos utilizam conhecimento de domínio de várias áreas para enriquecer as explicações, como análise de reações medicamentosas (Lin et al., 2020) e detecção de desinformações de saúde (Kou et al., 2022). Além disso, modelos preditivos que utilizam conhecimento de domínio foram desenvolvidos, como o sistema de avaliação de falência de órgãos (SOFA) para prever a mortalidade de pacientes em UTI (Sayantan et al., 2022) e modelos de atenção para representar serviços de saúde através de ontologias médicas (Choi et al., 2017).

Discussão e resultados

As pesquisas retornaram 37 artigos. A leitura inicial dos títulos e resumos resultou em um total de 5 artigos. Com a leitura completa foram selecionados e analisados 4 textos.

Domain Knowledge Guided Deep Learning with Electronic Health Records

A utilização de Registros Eletrônicos de Saúde (EHRs, sigla em inglês) gera um grande volume e diversidade de dados ao longo dos anos. No campo da computação biomédica, os dados gerados podem ser aplicados em diversos domínios. Dentre estes domínios, a predição de risco clínico usando EHRs. Apesar da boa performance alcançada pelos modelos de aprendizado profundo, alguns desafios ainda são enfrentados.

Nesta perspectiva, Yin et al. (2019) propõem o modelo de Redes Neurais Recorrentes Guiadas por Conhecimento de Domínio (DG-RNN, sigla em inglês) para predição de risco clínico. O modelo proporciona explicabilidade global através da inserção de conhecimento de domínio em forma de grafos de conhecimento médico em uma arquitetura de Rede Neural Recorrente (RNN, sigla em inglês) e os intervalos de tempo de ocorrência.

O método pode ser classificado como model-specific (para uma arquitetura RNN) e global. Os dados utilizados para validação são sequenciais e extraídos de registros eletrônicos de saúde (EHRs). Em específico, foram utilizadas duas bases de

dados, sendo elas um conjunto de dados reais de EHRs e o Medical Information Mart for Intensive Care (MIMIC-III).

Por fim, foi observado que o modelo foi capaz de superar os modelos de previsão de risco existentes, em especial quando os dados de treinamento são insuficientes. Além disso, o modelo possui a vantagem de lidar com intervalos de tempo irregulares. Por outro lado, uma limitação importante é que o modelo foi testado apenas na previsão de insuficiência cardíaca, o que pode levantar questões sobre a capacidade de generalização.

Physiologically-Informed Gaussian Processes for Interpretable Modelling of Psycho-Physiological States

O trabalho de Ghiasi et al. (2022) aborda a representação de conhecimento baseado na natureza bayesiana dos Gaussian Processes (GPs). O método injeta conhecimento de domínio específico de mecanismos fisiológicos inerentes subjacentes aos estados psicofisiológicos como uma distribuição a priori sobre o espaço latente do GP. Dessa forma, o texto apresenta o modelo de aprendizado de máquina interpretável chamado Physiologically-informed Gaussian Process (PhGP). Para estimar os hiperparâmetros do PhGP, o método se baseia nas informações brutas dos sinais fisiológicos, assim como na função a priori projetada que codifica as suposições de modelagem inspiradas fisiologicamente.

O método proposto fornece explicações globais das características que são importantes para a previsão, com base em todas as informações disponíveis no conjunto de dados. Neste contexto, o PhGP utiliza dados contínuos provenientes de sinais fisiológicos brutos, coletados durante tarefas realizadas

pelos participantes. O PhGP analisou três conjuntos de dados de atividade eletrodérmica (EDA): DEAP para emoções induzidas por vídeo, BHVP para reconhecimento de dor e Stroop para reconhecimento de estresse.

O desempenho do PhGP foi comparado e superou os modelos Raw-GP, Feat-GP e o algoritmo SVM-RFE em precisão geral mais alta nos três conjuntos de dados. O desempenho foi praticamente similar no conjunto de dados BVHP com diferentes funções matemáticas, mas se diferenciou nos conjuntos de dados DEAP e Stroop. Por outro lado, no procedimento de validação cruzada “leave-one-subject-out” (LOSO), o PhGP melhorou a precisão obtida pelo modelo SVM-RFE em 17%, 5% e 12%, respectivamente, para os conjuntos de dados DEAP, BVHP e Stroop. Por fim, a escolha do conjunto completo de características (ω EDA) resultou na maior precisão, embora variasse dependendo do conjunto de dados.

Explainable Deep Learning for Readmission Prediction with Tree-GloVe Embedding

Diante da problemática da gestão de gastos, Jiang et al. (2021) propõe uma solução que integra conhecimento de domínio para previsão de readmissões hospitalares. O trabalho injeta conhecimento na forma de uma taxonomia hierárquica definida para códigos de doenças.

O modelo desenvolvido no trabalho é chamado de Tree-GloVe Embedding. Este modelo mapeia códigos de doenças em uma representação orientada por domínio explicável através de um método de incorporação estruturado em árvore. Dessa forma, é possível classificar o tipo de explicabilidade como model-specific e global. O método foi validado usando as bases

de dados New York State Medicaid Data Warehouse (MDW) e o Multi-parameter Intelligent Monitoring in Intensive Care (MIMIC - III).

O texto aborda três formas principais para entendimento das previsões feitas pelo Tree-GloVe. Primeiramente, através de gráficos de dispersão, é possível visualizar como o modelo considera os diferentes códigos de doenças em relação uns aos outros, onde os códigos de diagnóstico formam agrupamentos que são distintos de outras categorias, o que permite que profissionais da saúde entendam quais códigos de doenças são considerados importantes para a previsão de readmissão. Por outro lado, o modelo fornece um vetor de peso de atenção de recurso, que indica a importância de cada código de diagnóstico na previsão eventual. As entradas positivas no vetor representam a importância de cada código. Ademais, os vetores de peso de atenção produzidos pela camada de atenção de admissões podem ser examinados para determinar o impacto das admissões atuais e passadas na saída do modelo. Cada entrada no vetor é o peso de atenção positivo para o ponto de tempo correspondente na história, indicando o impacto desse ponto de tempo na saída do modelo.

Com relação às limitações do método, existe a dependência de uma taxonomia hierárquica bem definida; uma forte correlação negativa entre os pesos de atenção e o tempo decorrido entre hospitalizações sucessivas, indicando que o modelo dá menos importância aos dados históricos mais antigos; e a utilidade limitada dos pesos de atenção do recurso. No entanto, as vantagens incluem que o modelo supera os métodos de última geração, tanto em termos de precisão quanto de explicabilidade.

Explainable AI for Medical Image Analysis in Medical Cyber Physical Systems: Enhancing Transparency and Trustworthiness of IoMT

O estudo realizado por Liu et al (2023) aborda a aplicação da inteligência artificial explicável na análise de imagens médicas em sistemas ciber-físicos médicos (MCPS) com o intuito de melhorar a transparência. Ademais, a representação de conhecimento é realizada através de bibliotecas de ontologias e biblioteca de regras relacionadas aos objetivos de decisão. Diante disto, um framework explicável que integra aprendizado de máquina e raciocínio de conhecimento é proposto, de forma que a explicabilidade do modelo é alcançada quando os resultados do recurso alvo da evolução do framework e os resultados do raciocínio são os mesmos e são relativamente confiáveis. O método de explicabilidade pode ser classificado como model-specific (proposto pelo framework) e local. Para a validação, imagens de células escamosas do colo do útero foram utilizadas como conjunto de dados.

Quanto às vantagens e limitações deste método, destaca-se a melhoria na acurácia da classificação de lesões e a transparência alcançada através do recurso de explicabilidade. No entanto, os autores abordam preocupações com a privacidade e segurança dos dados, de forma que o estudo propõe condições necessárias e suficientes para identificar ataques baseados em visibilidade limitada.

Considerações finais

A Agenda 2030 aborda a saúde universal através da ODS-3 e a IA é uma ferramenta promissora para promover inovação nessa área. No entanto, sua complexidade e falta de transparência são desafios enfrentados por profissionais de saúde. Neste sentido, os métodos de explicabilidade, que tornam as decisões da IA compreensíveis e confiáveis, são essenciais para superar esses desafios. Várias abordagens estão sendo exploradas, como redes neurais recorrentes, processos Gaussianos, modelos de árvores de decisão e frameworks explicáveis. Apesar de suas limitações, como a dependência de grandes conjuntos de dados e questões de privacidade, o potencial dessas técnicas para melhorar os serviços de saúde é evidente. Portanto, a pesquisa contínua nessa área é crucial e promissora, pois torna a IA mais transparente, acessível e confiável para os usuários.

Referências

ANTEVERE FILHO, L. C.; CONCEIÇÃO, G. C. Impactos da Inteligência Artificial na Sociedade. *Revista Interface Tecnológica*, v. 20, n. 2, p. 134-145, abr. 202

CHOI, E.; BAHADORI, M. T.; SONG, L.; STEWART, W. F.; SUN, J. GRAM: Graph-based Attention Model for Healthcare Representation Learning. In: *Proceedings of the 23rd ACM SIGKDD International Conference on KDD '17*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2017. p. 787-795.

GHIASI, S. et al. Physiologically-Informed Gaussian Processes for Interpretable Modelling of Psycho-Physiological States. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, v. 27, n. 8, p. 3721-3730, ago. 2023.

JIANG, J.; HEWNER, S.; CHANDOLA, V. Explainable Deep Learning for Readmission Prediction with Tree-GloVe Embedding. In: *2021 IEEE 9th ICHI*, Victoria, BC, Canada, 2021. p. 138-147.

KOU, Z.; SHANG, L.; ZHANG, Y.; WANG, D. Hc-Covid. Proc. ACM Hum.-Comput. Interact., v. 6, p. 36, 2022.

KUMAR, S.; YU, S. C.; KANNAMPALLIL, T.; ABRAMS, Z.; MICHELSON, A.; PAYNE, P. R. O. Self-explaining neural network with concept-based explanations for ICU mortality prediction. In: Proceedings of the 13th ACM International Conference on BCB '22. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2022. Article 8, p. 1-9.

LIN, X.; QUAN, Z.; WANG, Z.J.; MA, T.; ZENG, X. KGNN: Knowledge Graph Neural Network for Drug-Drug Interaction Prediction. IJCAI, v. 380, p. 2739-2745, 2020.

LIU, W. et al. Explainable AI for Medical Image Analysis in Medical Cyber-Physical Systems: Enhancing Transparency and Trustworthiness of IoMT. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 2023.

OMS. OMS publica relatório global e princípios orientadores sobre inteligência artificial na saúde. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/133507-oms-publica-relat%C3%B3rio-global-e-princ%C3%ADpios-orientadores-sobre-intelig%C3%A2ncia-artificial-na>. Acesso em: 15 jun. 2024.

RAJABI, E.; KAFAIE, S. Knowledge Graphs and Explainable AI in Healthcare. Information, v. 13, n. 10, p. 459, 2022.

SICHMAN, J. S. Inteligência Artificial e sociedade: avanços e riscos. Estudos Avançados, v. 35, n. 101, 2021.

UNITED NATIONS. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 5 maio 2024.

YIN, C.; ZHAO, R.; QIAN, B.; LV, X.; ZHANG, P. Domain Knowledge Guided Deep Learning with Electronic Health Records. In: 2019 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM), Beijing, China, 2019. p. 738-747.



A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO PERMANENTE EM SAÚDE PARA PROFISSIONAIS DA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE

Mayke Felipp de Araújo Martins
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão

O Brasil possui a Política Nacional de Educação Permanente em Saúde (PNEPS), criada em 2004 para desenvolver os trabalhadores do Sistema Único de Saúde (SUS). Suas diretrizes de implementação, publicadas em 2007, representaram um avanço significativo ao promover uma abordagem regionalizada, a participação interinstitucional e um orçamento com critérios de alocação transparentes. Baseada na Educação Permanente em Saúde (EPS), a PNEPS integra ensino, serviço, gestão e controle social, focando nas necessidades e problemas do trabalho em saúde para transformar práticas profissionais e melhorar a qualidade do cuidado à população. Contudo, a implementação da PNEPS enfrenta desafios, como a pouca articulação entre os serviços de saúde e o setor educacional, a falta de avaliação dos resultados e impactos dos projetos, o financiamento inadequado e dificuldades na execução dos recursos financeiros, além do descompasso entre a formação dos profissionais e o perfil requerido pelo sistema de saúde (SILVA E SCHERER, 2020).

A implementação da Educação Permanente em Saúde (EPS) de acordo com as diretrizes da Política Nacional de Educação

Permanente em Saúde (PNEPS) enfrenta vários desafios, incluindo a falta de ferramentas para operacionalizar a política, a necessidade de coordenação entre os níveis de gestão, a escassez de profissionais qualificados e a baixa adesão às atividades educacionais. Algumas metas deste estudo envolvem mudanças eficazes na EPS, onde os gestores precisam reconhecer sua importância e colaborar com os profissionais de saúde. Isso inclui a formação de líderes capacitados, o fortalecimento da integração entre serviços de saúde, instituições de ensino e comunidade, além da promoção de uma formação contínua e participativa dos trabalhadores da saúde, visando a melhoria do sistema de saúde (NÓBREGA et al., 2024)

Ainda há uma lacuna a ser preenchida para a efetivação e boa adesão à Educação Permanente em Saúde (EPS). Os desafios a serem superados incluem a falta de ferramentas para operacionalizar a Política Nacional de Educação Permanente em Saúde (PNEPS), a necessidade de articulação entre os níveis de gestão, a escassez de profissionais qualificados e a baixa adesão às atividades educacionais. Outras dificuldades incluem a falta de planejamento nas unidades de saúde, a alta rotatividade de profissionais e a baixa participação dos trabalhadores (FERREIRA, et al., 2019; COSTA, et al., 2024)

A Educação de Qualidade (ODS 4) desempenha um papel crucial na promoção da Saúde e Bem-Estar (ODS 3), uma vez que o acesso a uma educação inclusiva e equitativa contribui diretamente para o desenvolvimento de competências e conhecimentos essenciais para a prevenção de doenças e a promoção de estilos de vida saudáveis. A formação educacional de profissionais da saúde, através de currículos robustos e baseados em evidências, melhora significativamente a qualidade dos serviços de saúde prestados, reduzindo a incidência de enfermidades e aumentando a expectativa de

vida. Além disso, a educação em saúde nas comunidades promove a conscientização e o empoderamento das pessoas, permitindo-lhes tomar decisões informadas sobre sua saúde e bem-estar (UNESCO, 2020)

Diante do apresentado, o tema abordado neste resumo são de grande importância para e situar o tema dentro do contexto atual de pesquisa, identificando as lacunas no conhecimento existente e criar embasamento teórico as hipóteses ou objetivos do estudo, evitando a repetição de estudos já realizados e fornecendo uma base sólida para o desenvolvimento da pesquisa. Dessa forma, contribuem para a relevância, originalidade e rigor científico do resumo. Esse estudo possui como objetivo analisar por meio de artigos científicos, a importância e o impacto da Educação Permanente em Saúde (EPS) para profissionais da Atenção Primária à Saúde (APS), analisando seu impacto na formação contínua dos profissionais de saúde e na melhoria na oferta dos serviços de saúde.

Tipo do estudo

O tipo de estudo definido foi uma revisão bibliográfica, do tipo integrativa. Essa metodologia permite uma ampla descrição sobre o assunto, todavia não esgota todas as fontes de informação, visto que sua realização não é feita por busca e análise sistemática dos dados (Souza, Silva e Carvalho, 2010).

Busca dos artigos

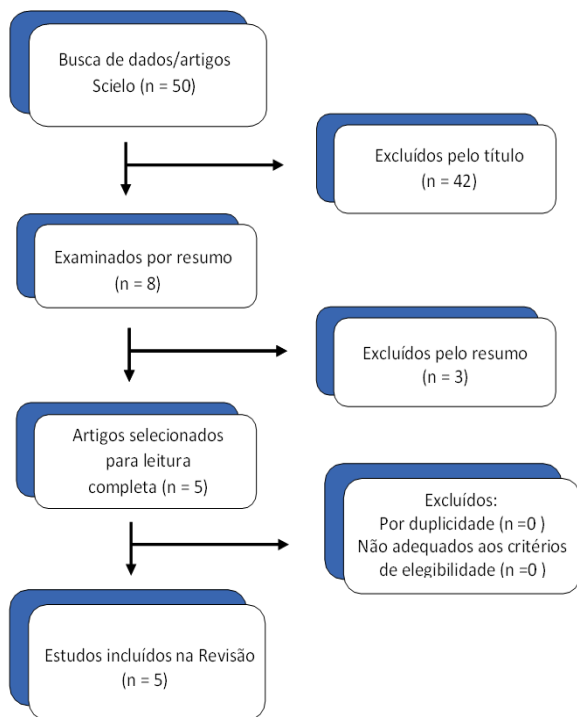
Esta etapa foi representada pelo estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos/amostragem ou busca na literatura. Para a busca dos artigos foi utilizada a base

de dados: National Library of Medicine (PubMed). As estratégias de busca foram efetuadas utilizando os descritores: “Educação Permanente em Saúde” e “Profissionais da Atenção Primária à Saúde”. Como critérios de inclusão foram considerados todos os artigos publicados nas bases de dados mencionadas, publicados nos 5 anos anteriores a 2024, com texto completo disponível, publicados em revistas indexadas e no idioma português e inglês. Dentro dos critérios de exclusão foram excluídos os artigos não relacionados ao tema; artigos duplicados e artigos que não apresentavam os descritores no título ou resumo. Artigos duplicados nos bancos de dados foram consideradas uma única versão para a análise.

Seleção e análise dos artigos

Para conseguir realizar a categorização dos dados pesquisados, foi utilizado um método de Prisma (2019), ilustrado na Figura 1, no qual é feita por meio da sequência de fases de seleção.

Figura 1: Fluxograma para seleção dos artigos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Discussão e resultados

Os artigos selecionados foram analisados, interpretados e sintetizados em quadros que descrevem as características, como, autor, ano, objetivo e conclusão. Para melhor identificação dos artigos utilizados nesta revisão, constituiu-se um quadro síntese com informações pertinentes dos artigos (Quadro 1). Esse processo de categorização não só simplifica a análise dos dados, mas também permite uma reflexão mais profunda sobre as questões levantadas pelos estudos.

Quadro 1: Artigos que abordam a educação permanente em saúde para profissionais da atenção primária à saúde

Autor, ano	Objetivo	Conclusão
(BONOMO et al., 2023)	O objetivo do estudo é descrever a experiência educacional desenvolvida e a perspectiva dos participantes sobre a mesma.	A ação de educação permanente investigada demonstrou-se satisfatória tanto na perspectiva dos farmacêuticos quanto da equipe da universidade. Salienta-se que a integração universidade - serviço de saúde criou cenário político-pedagógico positivo, influenciando o acesso aos profissionais e a realização da ação.
(SCHNEIDER; TESSER, 2021)	O objetivo deste artigo é apresentar o processo de pesquisa-intervenção, por meio de capacitação, relativas à socialização/ensino de aspectos dos saberes/técnicas/abordagens osteopáticas para/com profissionais da saúde da família, na sua confrontação com os processos de trabalho e cuidado na APS, conforme a lógica da EPS, na perspectiva dos profissionais envolvidos.	Quando questionados sobre qual seria o impacto desta estratégia de educação permanente a longo prazo, os profissionais apresentaram elementos que apontam no sentido da mudança da cultura envolvida no ato de cuidado, tanto por parte dos profissionais quanto da população. As falas vieram acompanhadas de um repertório relacionado ao que atualmente se defende como “boas práticas”
(CORDEIRO; MENDES; LIBERMAN, 2020)	O objetivo deste estudo foi possibilitar a intervenção, a implementação e a análise dessa metodologia, com o intuito de promover um espaço de troca, criação coletiva e transformação da prática na produção diária de saúde entre profissionais e usuários com transtornos mentais, pensando sobre o fortalecimento do papel na Rede de Atenção Psicossocial segundo a Reforma Psiquiátrica.	Afirmaram que a EPS, utilizada como norte da construção das Oficinas, favoreceu a elaboração do processo de criação coletiva e aprendizagem significativa, demonstrando que, quando as relações afetivas são permitidas entre o grupo, torna-se possível aprender ao mesmo tempo que se ensina. Assim sendo, pode-se considerar que essa metodologia é uma importante estratégia para compor os desafios que a Reforma Psiquiátrica apresenta na construção da Raps.

(RODRIGUES et al., 2020)	Analisar a compreensão dos profissionais do Núcleo de Apoio à Saúde da Família acerca da educação permanente e apoio matricial no cotidiano da atenção primária à saúde	O estudo evidenciou as ações de Educação Permanente em Saúde como pilar para a realização do processo de trabalho. Expressa a conjectura com que os profissionais do NASF vivenciam suas rotinas dentro do serviço de saúde, suas práticas diárias e o compartilhamento dos conhecimentos para a transformação da realidade dos usuários e do território, pautados no apoio matricial e integralidade.
(REZIO; CONCIANI; QUEIROZ, 2020)	O estudo teve como objetivo analisar o processo de facilitação de EPS para formação em saúde mental na Atenção Primária à Saúde	Esta pesquisa analisa o processo de facilitação da Educação Permanente em Saúde (EPS) utilizando a Análise Institucional/Socioclínica Institucional, identificando os atravessamentos institucionais e as implicações vinculadas à EPS a partir de um olhar crítico-reflexivo. Após o encerramento da EPS e a saída do campo de intervenção, compreendeu-se que o coletivo iniciou um movimento de mudança de paradigma no cuidado à pessoa em sofrimento mental e na formação pelo e para o trabalho, de forma interprofissional, dialogada, reflexiva, contextualizada e coletiva, em vez de esgotar o aprendizado.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Em um estudo de Bonomo et al. (2023), destacou satisfatória na perspectiva dos farmacêuticos alguns pontos positivos e negativos, sendo os positivos: A integração entre universidade e serviço de saúde criou um cenário positivo, facilitando o acesso aos profissionais e a realização da ação. A metodologia utilizada e a participação ativa dos farmacêuticos geraram alta motivação. Os participantes desenvolveram raciocínio clínico, usaram fontes confiáveis sobre medicamentos e aprimoraram habilidades em decisões de farmacoterapia. Além disso, a ação promoveu um cuidado mais centrado na pessoa, melhorando a qualidade do atendimento ao paciente; e os pontos negativos: Mudança recorrente na gestão municipal de

saúde, que frequentemente dificulta a continuidade dos programas, e a alta rotatividade de farmacêuticos, causada por vínculos de trabalho precários. Além disso, a sobrecarga de trabalho enfrentada pelos farmacêuticos limita o tempo disponível para ações de educação permanente, e a falta de tempo protegido nas rotinas dos profissionais impede a dedicação necessária à educação contínua.

Corroborando com esse estudo, Cordeiro; Mendes; Liberman (2020) em seu estudo ressaltam a importância da Educação Permanente em Saúde (EPS), como base das Oficinas, facilitou a criação coletiva e a aprendizagem significativa, mostrando que as relações afetivas no grupo possibilitam aprender enquanto se ensina. Essa metodologia se destaca como uma estratégia importante para enfrentar os desafios da Reforma Psiquiátrica na construção da Rede de Atenção Psicossocial (Raps) que integra a atenção primária à saúde.

Cabe salientar, que o aprimoramento da atenção primária à saúde é realizada por meio da educação permanente em saúde, procurando transformar o processo de trabalho, no sentido de fomentar ações terapêuticas mais resolutivas, por meio de capacitações sobre a abordagem clínica e protocolos clínicos, Educação continuada em saúde preventiva, Abordagem centrada no paciente, Uso racional de medicamentos e Promoção da saúde mental, Integração de tecnologias na prática clínica. A pesquisa desenvolvida por Schneider; Tesser (2021) contribui para o aprimoramento da APS, onde teve o objetivo de promover a transformação do processo de trabalho na Atenção Primária à Saúde e no NASF, capacitando equipes sobre a abordagem osteopática. Eles adotaram uma abordagem prática e integrada, não separando os grupos por profissões, o que facilitou a aplicação das técnicas osteopáticas de forma holística, centrada no paciente. A socialização da osteopatia

como uma abordagem ampla incentivou os profissionais a ajustar seu comportamento, possivelmente impactando indicadores como satisfação dos usuários e resolubilidade do serviço. Estudos futuros devem monitorar indicadores como taxas de dispensação de medicamentos e uso de exames complementares para validar esses impactos na prática clínica da osteopatia na APS.

O estudo de Rodrigues et al. (2020) revelou que os profissionais do NASF possuem diferentes concepções sobre a Educação Permanente em Saúde (EPS), ajustando suas práticas conforme as necessidades locais e a dinâmica de colaboração com a atenção primária. O apoio matricial foi destacado como crucial para promover oportunidades educacionais e troca de experiências, especialmente em saúde mental. A EPS foi reconhecida como essencial para influenciar as rotinas diárias e facilitar o compartilhamento de conhecimentos, visando transformar a realidade dos usuários e do território. No entanto, foram identificadas lacunas, como práticas repetitivas de informação, uso inadequado de recursos por falta de planejamento e apoio da gestão, além de interações limitadas entre profissionais e baixo entendimento dos usuários sobre o trabalho baseado na EPS. Os resultados indicam que aprimorar as práticas de EPS no NASF pode fortalecer a atenção básica e o Sistema Único de Saúde, promovendo maior interação, diálogo e significado para todos os envolvidos.

A Educação Permanente em Saúde (EPS) se destaca pela sua flexibilidade e adaptabilidade às necessidades profissionais e contextos de trabalho, promovendo aprendizado contínuo e atualização constante. Utilizando metodologias dinâmicas como grupos de estudo e simulações, a EPS integra novos conhecimentos e práticas baseadas em evidências, fortalecendo competências técnicas, habilidades de comunicação e trabalho

em equipe. Essa abordagem fomenta um ambiente colaborativo essencial para o fortalecimento do Sistema Único de Saúde e a promoção da saúde pública integrada e sustentável. Corroborando com essa temática, (Rezio; Conciani; Queiroz (2020) A pesquisa deles investigou a facilitação da Educação Permanente em Saúde (EPS) para formação em saúde mental na Atenção Primária à Saúde. A análise desse estudo investigou a interação entre práticas de trabalho e cuidado em saúde, processos de aprendizado e ensino, e na promoção de movimentos de aprendizagem, utilizando a abordagem da Análise Institucional/Socioclínica. Onde identificaram-se atravessamentos institucionais e implicações da EPS, com percepção de mudança de paradigma no cuidado e na formação interprofissional.

Considerações Finais

Por meio deste trabalho, foi possível realizar uma análise da Educação Permanente em Saúde (EPS) para a verificação dos processos de capacitação e desenvolvimento dos profissionais da Atenção Primária à Saúde (APS), evidenciando a importância da educação contínua na melhoria dos cuidados de saúde. Além de demonstrar como funcionam os procedimentos técnicos e pedagógicos na formação e atualização dos profissionais de saúde, o estudo fez um comparativo entre as diferentes abordagens e técnicas de EPS aplicadas.

O presente estudo também concluiu que ainda há alguns obstáculos para a implementação eficaz dessas técnicas, como fatores que interferem na adesão dos profissionais aos programas de capacitação e na qualidade da formação recebida. Considerando que tanto a carga de trabalho quanto a falta de

recursos podem afetar a eficácia da EPS. Portanto, fica evidente, mesmo com os métodos já em uso, a necessidade de mais estudos sobre a temática com o objetivo de trazer mais contribuições para a prática da EPS na APS, promovendo uma formação contínua mais eficiente e alinhada às necessidades do sistema de saúde.

Referências

BONOMO, L. DE F. et al. Educação permanente para farmacêuticos preceptores que atuam na atenção primária no Sistema Único de Saúde: um estudo qualitativo. *Physis* (Rio de Janeiro, Brazil), v. 33, p. e33081, 2023.

CORDEIRO, P. R.; MENDES, R.; LIBERMAN, F. Educação Permanente em Saúde: experiências inovadoras em saúde mental na Atenção Básica à Saúde. *Saúde em Debate*, v. 44, n. spe3, p. 210-222, 2020.

COSTA, A. K. V. et al. Tecnologias da informação e comunicação: educação em saúde e educação permanente voltadas à covid-19. *Revista de Enfermagem e Atenção à Saúde*, v. 13, n. 1, 3 abr. 2024.

FERREIRA, L. et al.. Educação Permanente em Saúde na atenção primária: uma revisão integrativa da literatura. *Saúde em Debate*, v. 43, n. 120, p. 223-239, jan. 2019.

NÓBREGA, J. D. D. S. et al. Entre a realidade e o esperar: a educação permanente como ferramenta para reorganização dos processos de trabalho na atenção primária à saúde. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 10, n. 1, p. 98-117, 31 jan. 2024.

REZIO, L. DE A.; CONCIANI, M. E.; QUEIROZ, M. A. O processo de facilitação de Educação Permanente em Saúde para formação em saúde mental na Atenção Primária à Saúde. *Interface*, v. 24, p. e200113, 2020.

RODRIGUES, D. C. et al. Educação permanente e apoio matricial na atenção primária à saúde: cotidiano da saúde da família. *Revista brasileira de enfermagem*, v. 73, n. 6, p. e20190076, 2020.

SCHNEIDER, L. M.; TESSER, C. D. Osteopatia na atenção primária à saúde: resultados parciais de uma experiência de educação permanente e alguns efeitos iniciais. *Ciencia & saude coletiva*, v. 26, n. suppl 2, p. 3743-3752, 2021.

SOUZA, M. T. DE, SILVA, M. D. DA, & CARVALHO, R. DE. (2010). Revisão integrativa: O que é e como fazer. *Einstein*, 8(1), 102-106.

SILVA, C. B. G.; SCHERER, M. D. DOS A. A implementação da Política Nacional de Educação Permanente em Saúde na visão de atores que a constroem. *Interface*, v. 24, 2020.

UNESCO. (2020). *Education for Sustainable Development: A roadmap*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>>. Acesso em: 27 jun. 2024.



A ELETROMIOGRAFIA E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA REABILITAÇÃO NEUROMUSCULAR DE PACIENTES PÓS-AVC: AVANÇOS E DESAFIOS

Margareth de La Puente
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Wellington Pinheiro dos Santos
Juliana Carneiro Gomes Cassemiro

O Acidente Vascular Cerebral (AVC), é uma condição médica grave que ocorre quando o fluxo sanguíneo para uma parte do cérebro é interrompido ou reduzido, causando danos às células cerebrais devido à falta de oxigênio e nutrientes. É uma das principais causas de morbidade e mortalidade global, constituindo uma emergência médica que frequentemente resulta em sequelas debilitantes. As consequências físicas, cognitivas e emocionais do AVC têm um impacto significativo na vida dos pacientes e suas famílias, além de representar um considerável ônus para os sistemas de saúde (Ardele; Rockenbach; Goulart, 2023).

A metodologia utilizada na reabilitação pós-AVC pode variar de acordo com as necessidades individuais de cada paciente, mas geralmente inclui as seguintes abordagem e técnicas: avaliação inicial, fisioterapia, terapia ocupacional, treinamento assistivo, terapia cognitiva e técnicas de marcha e equilíbrio para a maximização da recuperação funcional e para a reintegração dos pacientes à sociedade. No entanto, esses

métodos de avaliação e intervenção podem apresentar limitações na precisão e na personalização do tratamento. A abordagem baseada na experiência clínica dos profissionais de saúde com métodos de tentativa e erro muitas vezes não atende às necessidades individuais dos pacientes, resultando em subutilização de seus potenciais de recuperação (Chen *et al.*, 2022; Rahman *et al.*, 2023).

Neste contexto, a eletromiografia (EMG) integrada à Inteligência Artificial (IA) surge como uma ferramenta promissora na reabilitação neurológica. Diferentemente dos métodos convencionais, que oferecem uma visão limitada da atividade muscular, a EMG integrada à IA avalia a atividade elétrica dos músculos utilizando aprendizado de máquina (Amin *et al.*, 2023). A utilização desta tecnologia tem um impacto significativo na reabilitação neuromuscular de pacientes pós-AVC, alinhando-se com vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

O ODS 3: Saúde e Bem-estar ,é abordado ao assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades, visto que a utilização de EMG e IA melhora a eficácia dos tratamentos, contribuindo para uma recuperação mais rápida e sustentável dos pacientes. O ODS 4: Educação de Qualidade é contemplado ao garantir educação inclusiva e equitativa de qualidade, promovendo oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para profissionais de saúde através da capacitação no uso dessas tecnologias avançadas. O ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura é relevante ao construir infraestruturas resilientes, promovendo a industrialização inclusiva e sustentável, fomentando a inovação no setor de saúde, com o desenvolvimento de novas técnicas e equipamentos. Por fim, o ODS 10: Redução das Desigualdades é atingido ao tornar essas tecnologias acessíveis a uma maior

parcela da população, reduzindo as desigualdades dentro dos países e entre eles (ONU, 2024).

Desse modo, esta revisão abrangente tem como objetivo sintetizar e analisar criticamente a literatura existente sobre a integração de EMG e IA na reabilitação pós-AVC. Serão revisados estudos que investigam os efeitos dessa abordagem na melhoria da função motora, redução de complicações, personalização do tratamento e engajamento dos pacientes. Ao fornecer uma análise detalhada das evidências disponíveis relatando os desafios existentes e avanços, esta revisão pretende informar futuras pesquisas e práticas clínicas neste campo em rápido desenvolvimento.

Materiais e métodos

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática desenvolvida com o objetivo de avaliar o efeito da EMG sobre a recuperação motora funcional de indivíduos com sequelas crônicas de AVC. Primeiramente, utilizou-se como estratégia de busca as palavras-chave: “stroke”; “electromyography”; “artificial intelligence”; ligadas pelo operador booleano AND, nas seguintes bases de dados: PubMed, Google Scholar e ScienceDirect. A partir disso, foi realizada uma revisão bibliográfica abrangente sobre a utilização da eletromiografia na reabilitação pós-AVC. Esta etapa visou sintetizar e avaliar criticamente a literatura existente para identificar tendências, lacunas de pesquisa e o impacto da EMG na recuperação neuromuscular de pacientes pós-AVC. Paralelamente à revisão bibliográfica, foi conduzido um levantamento de dados sobre a aplicação de inteligência artificial (IA) na análise de sinais EMG.

O processo de busca e análise dos artigos foi realizado durante o período de fevereiro a maio de 2024. Os seguintes critérios de inclusão foram adotados: artigos no período de busca estabelecido (2014-2024) e com o tipo de publicação adequada (artigos de revista, jornais e/ou periódicos); artigos com acesso ao texto completo; trabalhos publicados em português, inglês ou espanhol; artigos relevantes para o tópico exposto, apresentando: 1. participantes com diagnóstico de AVC; 2. grupo controle com voluntários imparciais; 3. descrição da intervenção clínica envolvendo a aplicação da Eletromiografia; 4. apresentação da análise estatística dos resultados. Além de apresentar os critérios de qualidade com a metodologia transparente, avaliação de evidência apresentada e clareza nos resultados. Foram excluídos da análise: artigos de monografias, dissertações e teses acadêmicas; artigos que apareceram repetidamente nas bases; e, artigos que não relataram a quantidade amostral ou exibiram uma metodologia avaliativa incompleta.

Fundamentação teórica

A integração da EMG e da IA na reabilitação neuromuscular é um avanço significativo, especialmente no tratamento de pacientes pós-AVC. Esta tecnologia oferece uma visão detalhada da atividade elétrica dos músculos, permitindo uma avaliação precisa da função muscular. A IA utiliza esses dados para criar modelos preditivos e personalizados que otimizam os programas de reabilitação, acelerando a recuperação motora e melhorando a eficácia dos tratamentos (Amin *et al.*, 2023). Esse avanço se alinha diretamente ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

(ODS) 3, que visa assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades (Boyer *et al.*, 2023).

Além disso, a capacidade da IA de analisar grandes volumes de dados permite a personalização dos planos de tratamento, adaptando-os às necessidades específicas de cada paciente. Isso resulta em programas de reabilitação mais eficientes e eficazes, aumentando as chances de recuperação completa. Este avanço é crucial para a educação de qualidade (ODS 4), pois promove oportunidades de aprendizagem contínua para os profissionais de saúde através da capacitação no uso dessas tecnologias avançadas. Tecnologias como a EMG e IA proporcionam feedback em tempo real aos pacientes, aumentando seu engajamento e motivação no processo de reabilitação, o que contribui para a redução das desigualdades (ODS 10) ao tornar as tecnologias de saúde mais acessíveis e compreensíveis para todos (Rojas-Martinez *et al.*, 2017).

O desenvolvimento e a aplicação de EMG e IA representam uma inovação significativa no campo da reabilitação neuromuscular, melhorando os resultados clínicos e promovendo a construção de infraestruturas de saúde resilientes e sustentáveis (ODS 9). No entanto, a implementação dessas tecnologias enfrenta desafios, como garantir que estejam disponíveis e acessíveis a todos os pacientes, independentemente de sua localização geográfica ou condição socioeconômica. A disparidade no acesso à tecnologia pode exacerbar as desigualdades existentes. Para mitigar este problema, é necessário investir em infraestruturas de saúde em regiões subdesenvolvidas e garantir que as tecnologias sejam economicamente viáveis (Boyer *et al.*, 2023)

A implementação eficaz de EMG e IA na prática clínica também requer a capacitação adequada dos profissionais de saúde, incluindo a formação contínua em novas tecnologias e a

atualização dos currículos educacionais para incluir o treinamento necessário. Outro desafio significativo é a coleta, armazenamento e análise de grandes volumes de dados, garantindo a privacidade e a segurança dos dados dos pacientes. A interoperabilidade entre diferentes sistemas e dispositivos de saúde é necessária para maximizar os benefícios da EMG e IA, vinculado ao ODS 9, que promove a construção de infraestruturas resilientes (Rojas-Martinez *et al.*, 2017).

Para continuar avançando no campo da reabilitação neuromuscular, é necessário um investimento contínuo em pesquisa e desenvolvimento. Isso inclui financiar estudos clínicos, desenvolver novos algoritmos de IA e criar dispositivos EMG mais acessíveis e eficazes, essencial para promover a inovação sustentável e inclusiva (ODS 9). Assim, a integração de EMG e IA na reabilitação neuromuscular de pacientes pós-AVC oferece avanços significativos, melhorando a eficácia dos tratamentos e alinhando-se com vários ODS. No entanto, desafios como o acesso à tecnologia, a capacitação de profissionais de saúde, a integração de dados e o investimento em pesquisa precisam ser superados (Boyer *et al.*, 2023).

Discussão e resultados

Na busca realizada foram encontrados 247 artigos a partir das palavras-chaves. Após a exclusão das duplicatas foram pré-selecionados para leitura de títulos, 38 artigos. Destes, 26 foram avaliados quanto ao título e resumo, sendo 15 artigos excluídos por não estarem adequados à temática abordada. Dos 11 artigos restantes, apenas 4 foram selecionados para análise crítica desta revisão. Os artigos de maior relevância obtidos com a busca foram examinados de maneira detalhada, de modo a

apresentar em sua maioria a utilização da metodologia experimental para obtenção de seus resultados.

O estudo desenvolvido por Qian *et al.* (2017) têm demonstrado que a IA pode ser utilizada para analisar os sinais de EMG e identificar padrões de atividade muscular anormais em pacientes pós-AVC. Por exemplo, algoritmos de IA podem distinguir entre padrões de contração muscular saudáveis e espásticos, auxiliando os terapeutas na compreensão das necessidades específicas de cada paciente.

Já em pesquisas como as fornecidas por Chen *et al.* (2022) e Murakami *et al.* (2023) têm explorado o uso de dispositivos de EMG integrados à IA para fornecer feedback em tempo real durante as sessões de reabilitação. Por meio da detecção de padrões de atividade muscular e movimento, a IA pode oferecer orientações instantâneas aos pacientes e terapeutas sobre a execução correta dos exercícios e a adaptação do plano de tratamento conforme necessário.

De acordo com Qian *et al.* (2017) e Huo *et al.* (2023), a integração da IA e EMG permite uma abordagem mais personalizada na definição do plano de reabilitação de pacientes pós-AVC. Com base na análise dos dados de EMG, os algoritmos de IA podem ajustar dinamicamente os exercícios e a intensidade da terapia para atender às necessidades individuais de cada paciente e otimizar a eficácia do tratamento.

O uso de IA integrada à EMG para monitorar o progresso do paciente ao longo do tempo e prevenir complicações durante a reabilitação pós-AVC, foram parâmetros observados durante o estudo de Huo *et al.* (2023), visto que os algoritmos de IA podem analisar continuamente os dados de EMG para identificar mudanças na atividade muscular e padrões de movimento,

signalizando possíveis problemas ou ajustes necessários no plano de tratamento.

Considerações finais

Esta revisão demonstrou que a integração da EMG e IA na reabilitação pós-AVC tem o potencial de transformar a prática clínica, alinhando-se com diversos ODS e promovendo avanços significativos na saúde e bem-estar dos pacientes. No entanto, desafios como o acesso à tecnologia, a necessidade de infraestrutura adequada e a capacitação contínua de profissionais de saúde precisam ser enfrentados para maximizar os benefícios dessas tecnologias. Futuros estudos devem focar em expandir o acesso e melhorar a aplicabilidade prática dessas inovações, garantindo que seus benefícios sejam amplamente distribuídos.

Referências

Amin, F.; et al. Maximizing stroke recovery with advanced technologies: A comprehensive assessment of robot-assisted, EMG-Controlled robotics, virtual reality, and mirror therapy interventions. *Results in Engineering*, v. 21, n. 101725, out. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101725>.

Anderle, P.; Rockenbach, S.P.; Goulart, B. N. Reabilitação pós-AVC: identificação de sinais e sintomas fonoaudiológicos por enfermeiros e médicos da Atenção Primária à Saúde. *CoDAS*, n. 31, v. 2, 2019. <https://www.scielo.br/j/codas/a/mdynj9hLc7LdMxNCZKbzn/#>

Boyer, M.; et al. Reducing Noise, Artifacts and Interference in Single-Channel EMG Signals: A Review. *Sensors*, v. 23, n. 2927, 2023. <https://doi.org/10.3390/s23062927>.

Chen, Y-W.; et al. Comparative effects of EMG-driven robot-assisted therapy versus task-oriented training on motor and daily function in patients with stroke: a randomized cross-over trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, v. 19, n. 6, 2022. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00961-w>.

Huo, Y.; et al. Effects of EMG-based robot for upper extremity rehabilitation on post stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Front. Physiol.*, v. 14, n. 1172958, mai. 2023. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1172958>.

Murakami, Y.; et al. New Artificial Intelligence-Integrated Electromyography-Driven Robot Hand for Upper Extremity Rehabilitation of Patients With Stroke: A Randomized, Controlled Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, v. 37, n.5, p. 298-306, abr. 2023. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/15459683231166939>

ONU: Organização das Nações Unidas. Como as Nações Unidas apoiam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil, 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>.

Qian, Q.; et al. Early Stroke Rehabilitation of the Upper Limb Assisted with an Electromyography-Driven Neuromuscular Electrical Stimulation-Robotic Arm. *Front. Neurol.*, v. 8, n. 447, set. 2017. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00447>.

Rahman, S.; et. al. AI-Driven Stroke Rehabilitation Systems and Assessment: A Systematic Review. *IEEE Transactions on neural Systems and Rehabilitation Engineering*, v. 31, 2023.

Rojas-Martinez, M.; et al. Identificación de Tareas Isométricas y Dinámicas del Miembro Superior Basada en EMG de Alta Densidad. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, v. 14, p. 406-411, 2017. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-automatizada-e-informatica-331-pdf-S169779121730047X>.

Sarhan, S. M.; Al-Faiz, M. Z.; Takhakh, A. M.; A review on EMG/EEG based control scheme of upper limb rehabilitation robots for stroke patients. *Heliyon*, v. 9, n. e18308, jul. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18308>

Yang, H.; et al. EEG- and EMG-Driven Poststroke Rehabilitation: A Review. *IEEE Sensors Journal*, v. 22, n. 24, p. 23649-23660, 2022. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2022.322093>



REABILITAÇÃO CARDÍACA EM PACIENTES COM CARDIOPATIA CONGÊNITA: INTEGRANDO PRÁTICAS CLÍNICAS AOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Patrícia Janaine Nunes Viana
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Alana Elza fontes da Gama
Marilú Gomes Netto Monte da Silva

A doença cardíaca congênita é a causa mais comum de malformações que ocorrem durante o período de desenvolvimento embrionário e afeta o funcionamento do coração. Apresenta graus de complexidade bastante variável, com uma infinidade de apresentações clínicas e perspectivas de sobrevida diferentes, que podem cursar com necessidade de correção cirúrgica, acompanhamento clínico durante o curso da vida e reabilitação cardiorrespiratória e funcional (SPENCE, et al. 2023; CLARKE, et al. 2023).

Diante do quadro clínico que a patologia apresenta, a intolerância ao exercício afeta diretamente a qualidade de vida desses pacientes e se deve a alterações complexas como, disfunção ventricular, anormalidades ventilatórias, distúrbio cronotrópico e alterações musculoesqueléticas, que se faz necessário a implementação de programas de reabilitação cardiorrespiratória para minimizar as disfunções. O público infantil com diagnóstico de cardiopatias possuem maiores chances de desenvolver obesidade, diabetes, transtornos

psicológicos, bem como atrasos no desenvolvimento neuropsicomotor na primeira infância, alterações musculoesqueléticas, distúrbios cardiopulmonares e capacidade limitada ao exercício físico e requerem intervenção para otimizar a função cardiopulmonar (FERRER-SARGUES, et al. 2021).

Os avanços em inovação na área da saúde têm permitido o aumento da sobrevida desses pacientes, a partir do aprimoramento das técnicas cirúrgicas, manejo clínico adequado envolvendo equipe multiprofissional qualificada e reabilitação cardíaca precoce. No entanto, existem alguns fatores que dificultam a sua execução, tais como a baixa adesão às condutas devido não aceitabilidade ou baixa motivação no engajamento a terapia, dificuldade de acesso aos poucos serviços especializados de reabilitação cardiopulmonar existentes, disponibilidade reduzida de recursos para terapia e de dispositivos de monitorização segura durante as intervenções (CLARKE, et al. 2023).

A reabilitação cardíaca foi inserida na prática clínica por volta da década de 60, destinada apenas para os pacientes de baixo risco que sobreviveram ao infarto agudo do miocárdio e era baseada somente no treinamento físico. Com o passar dos anos, as evidências científicas permitiram que a reabilitação cardíaca abrangesse um público maior de pacientes com diagnósticos cardiovasculares diversos, como pós cirúrgicos de revascularização do miocárdio (TAYLOR; DALAL, MCDONAGH, 2022; UBEDA TIKKANEN, et al. 2023).

Diante desses avanços, houve a necessidade de implementar um programa de reabilitação mais robusto, composto por uma equipe multidisciplinar com intervenções personalizadas de acordo com as necessidades de cada paciente. O programa tem ênfase no treinamento físico, apoio psicológico, gerenciamento

de riscos cardiovasculares como o controle lipídico, glicêmico e dos níveis de pressão arterial, acompanhamento nutricional para controle de peso e aporte calórico, e promoção e educação em saúde, para garantir que os pacientes sejam assistidos de forma holística e individualizada (TAYLOR; DALAL, MCDONAGH, 2022).

Embora os estudos demonstrem que os pacientes cardiopatas se beneficiam com a prática regular de exercícios físicos, é imprescindível que seja realizado uma ampla avaliação da função cardiopulmonar, escalonamento de possíveis riscos e prescrição de exercícios individuais. Aplicando a reabilitação cardíaca com intensa monitorização dos sinais vitais e aptidão cardiorrespiratória durante a realização dos exercícios (TRAN, et al. 2020; SHENG, et al. 2022).

As patologias cardiovasculares afetam mundialmente uma grande parcela da população com repercussões graves para a sociedade, diante disso a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para a Agenda 2030 do Desenvolvimento Sustentável para alcançar nos próximos 15 anos as 3 metas extraordinárias: erradicação da pobreza, combate à desigualdade e contenção das mudanças climáticas. O objetivo 3 da ODS, visa a garantia de uma vida saudável e promoção de bem-estar para todos, sendo portanto, uma meta muito desafiadora da agenda, mas que pode ser alcançada e garantir equidade em saúde, contribuindo para um desenvolvimento sustentável (MESQUITA; LEÃO. 2018).

Dessa forma, este estudo tem por objetivo avaliar a reabilitação cardíaca em pacientes com doenças cardíacas congênitas, juntamente com os objetivos de desenvolvimento sustentável.

Materiais e métodos

O presente estudo consiste em uma pesquisa bibliográfica acerca do tema proposto. Foi realizado um levantamento bibliográfico sobre cardiopatias congênitas, exercício físico, limitações ao exercício, reabilitação cardiopulmonar, reabilitação cardíaca, e doenças cardiovasculares, bem como revisão bibliográfica dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e sua interação com as doenças cardiovasculares. As pesquisas foram feitas nas bases de dados Pubmed e Google Acadêmico, por artigos em inglês, com acesso gratuito, publicados nos últimos 7 anos em que o assunto principal era reabilitação cardíaca em pacientes com cardiopatia congênita.

Foram utilizados os seguintes descritores: congenital heart disease AND rehabilitation; sustainable development goals AND heart disease. Foram encontrados uma média de 800 artigos, foram filtrados e os que não atendiam aos critérios descritos acima foram excluídos, sobraram 36 artigos, que foram lidos os resumos na íntegra, desses 29 foram excluídos por não retratar o tema como assunto principal. Por fim, foram utilizados 10 artigos recentes para realizar este trabalho.

Fundamentação teórica

As cardiopatias congênitas referem-se a uma série de defeitos que acometem as estruturas no coração que estão presentes desde o nascimento, essas falhas podem afetar as válvulas cardíacas, as paredes internas ou os vasos sanguíneos que transportam sangue para dentro e para fora da bomba cardíaca. Essas condições podem variar de leves, em que não é apresentado nenhum sintoma por anos, até condições mais

graves, em que a patologia é incompatível com a vida, necessitando de intervenção médica imediata logo após o nascimento. O diagnóstico precoce e o tratamento adequado são essenciais para melhorar a qualidade de vida e a sobrevida dos pacientes com cardiopatia congênita, envolvendo uma abordagem por uma equipe multidisciplinar e necessidade de reabilitação cardíaca, pois possui um impacto significativo nos indicadores de saúde, bem como na economia sanitária mundial (FERRER-SARGUES, et al. 2021).

Dessa forma, a reabilitação cardíaca é um programa multidisciplinar crucial para a recuperação e melhoria da qualidade de vida dos pacientes cardiopatas e principalmente após correção cirúrgica. Este programa envolve exercícios físicos supervisionados, orientação nutricional, controle do estresse e educação sobre saúde cardiovascular, com objetivo de melhorar o condicionamento cardiopulmonar, reduzir risco de complicações futuras e promover uma adaptação psicossocial do paciente frente a sua condição cardíaca, o que impacta de forma direta em menores taxas de internamento e de mortalidade (SHENG, et al. 2022).

A reabilitação cardíaca é tradicionalmente dividida em 4 fases, cada uma com objetivos específicos para promover a recuperação e melhorar a qualidade de vida dos pacientes com comprometimento cardiovascular. A fase I compreende o período agudo da condição clínica, ainda no ambiente hospitalar, em que se pretende reduzir o impacto funcional da intervenção cirúrgica e de possíveis complicações do pós-operatório. A fase II é o período subagudo, já no ambiente ambulatorial, em que preconiza o treinamento físico supervisionado e o gerenciamento dos fatores de risco cardiovascular. A fase III o objetivo principal é o aprimoramento da condição física e promoção de saúde e por fim a fase IV, que

é um programa a longo prazo que visa aumento e manutenção da aptidão física. Essas fases combinadas formam um processo integrado e progressivo que visa não apenas a recuperação física, mas também o bem-estar emocional e social dos pacientes após condições cardíológicas (UBEDA TIKKANEN, et al. 2023).

Desse modo, as condições cardíológicas, incluindo doenças cardiovasculares e cardiopatias congênitas, representam um desafio global significativo para a saúde pública, afetando milhões de pessoas em todo o mundo. Em resposta a essas condições, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela ONU visam abordar diversas questões relacionadas à saúde, incluindo a promoção do bem-estar, redução das desigualdades e garantia de saúde de qualidade. Especificamente, os ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) e 10 (Redução das Desigualdades) são fundamentais para melhorar a prevenção, tratamento e acesso equitativo aos cuidados cardíacos. Os objetivos incluem a redução das taxas de mortalidade prematura por doenças cardiovasculares, o fortalecimento dos sistemas de saúde para garantir serviços acessíveis e eficazes, a promoção de estilos de vida saudáveis e a implementação de estratégias de educação e prevenção. Além disso, a pesquisa contínua e o desenvolvimento de tecnologias inovadoras são essenciais para melhorar os resultados de saúde e enfrentar os desafios complexos apresentados pelas condições cardíacas em um contexto global sustentável e equitativo (MESQUITA; LEÃO. 2018)

Discussão e resultados

Ubeda Tikkanen e colaboradores em 2023, trazem os dados em seu estudo sobre os componentes essenciais para um programa de reabilitação cardíaca pediátrica multiprofissional, que segundo eles diferem das necessidades de reabilitação dos adultos e existe uma grande escassez de programas de reabilitação descritos na literatura para o público infantil. Desse modo, eles sugerem que em relação à intervenção, a prescrição dos exercícios é 60% treinamento aeróbico e para avaliar a intensidade, utiliza a Escala de Borg, reserva da frequência cardíaca e o Teste da Fala. O que corrobora com os achados no estudo de Ferrer-Sargues e colaboradores (2021), em que majoritariamente os programas de intervenção incluem os exercícios aeróbicos, seguidos de treinamento de força e resistência. Uma alternativa que melhorou a função hemodinâmica dos pacientes foi a utilização de gamificação para promover treino funcional.

De acordo com Taylor, Dalal e McDonagh em 2022, a reabilitação cardíaca é complexa e apesar das fortes evidências e consistentes recomendações, a prática clínica ainda é restrita. O acesso à reabilitação é bastante fraco, devido aos grandes centros de reabilitação especializados na área cardiovascular estarem disponíveis principalmente em países desenvolvidos, o que dificulta o acesso. E uma maneira de mitigar esses problemas é associar o uso de tecnologias para garantir uma prestação de serviços em saúde de qualidade, bem como inserir dispositivos de monitorização fidedignos. Ainda para os autores, o modelo tradicional de reabilitação deve ser adaptado para pacientes que apresentam multimorbidades, de forma que seja um programa de reabilitação sustentável avaliando custo-

efetividade, holístico em que na maioria dos casos a um conjunto de condições crônicas em um mesmo indivíduo e que seja inclusivo.

Dod, Haas e Apitz, em 2023, destacam que os programas de reabilitação oferecem melhorias na capacidade motora dos pacientes e da função muscular, com impactos positivos na qualidade de vida dos cardiopatas. Corroborando com Ferrer-Sargues e colaboradores em 2021, em que o protocolo de intervenção com progressão de intensidade contribuiu na melhoria da função muscular, bem como, na otimização da capacidade funcional o que favorece a qualidade de vida dos cardiopatas.

Segundo Sheng e colaboradores (2022), os pacientes adultos com cardiopatia congênita se beneficiam da reabilitação cardíaca devido a sua capacidade ao exercício físico ser limitada. Um problema descrito por eles é a baixa adesão ao tratamento e que possivelmente os pacientes mais jovens podem estar mais dispostos a aderir a reabilitação cardíaca. O que para Dold, Haas e Apitz (2023), o uso de tecnologias e telemedicina pode favorecer a maiores taxas de adesão ao tratamento, o que reduz hospitalizações e mortalidade.

Para Mesquita e Leão (2018), existem uma série de fatores que previnem a morte por doenças cardiovasculares, como manter alimentação saudável, prática regular de atividades físicas, redução do tabaco, controle glicêmico, pressórico e lipídico. Esses fatores de prevenção juntamente com exames de detecção precoce de doenças cardíacas estão alinhados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela ONU, mais precisamente a meta 3, que visa assegurar vida saudável e manter o bem-estar a todos em todas as faixas etárias.

Considerações finais

Portanto, a abordagem integrada da reabilitação cardíaca para pacientes com cardiopatias congênitas não apenas melhora a qualidade de vida individual, mas também contribui significativamente para os objetivos globais de saúde e desenvolvimento sustentável. Ao focar em programas personalizados que combinam exercícios físicos supervisionados, gestão de riscos cardiovasculares e suporte psicológico, essas iniciativas não só ajudam os pacientes a recuperar a funcionalidade cardiorrespiratória, mas também reduzem as disparidades de acesso aos cuidados de saúde e promovem uma vida mais saudável e equitativa para todos.

Referências

CLARKE, S.L. et al. The provision and impact of rehabilitation provided by physiotherapists in children and young people with congenital heart disease following cardiac surgery: a scoping review. *Physiotherapy*. v. 122, p. 47-56, Mar. 2024.

DOLD, S.K., HAAS, N.A., APITZ, C. Effects of Sports, Exercise Training, and Physical Activity in Children with Congenital Heart Disease-A Review of the Published Evidence. *Children (Basel)*. Alemanha. v. 10; n. 2; p. 296-326; Feb. 2023.

FERRER-SARGUES, F.J. et al. Effects of Cardiopulmonary rehabilitation on the Muscle Function of Children with Congenital Heart Disease: A Prospective Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health*. Espanha. v. 18; n. 11. p. 58-70; May. 2021.

MESQUITA, C. T.; LEÃO, M. A cardiologia e o desenvolvimento sustentável. *International Journal of Cardiovascular Sciences*, Rio de Janeiro. v. 31, n.1, p. 1-3, Jan-Feb. 2018.

SHENG, S.P., et al. Adherence and Exercise Capacity Improvements of Patients With Adult Congenital Heart Disease Participating in Cardiac Rehabilitation. *J Am Heart Assoc*. Nova York. v. 11, n. 16, p. 01-10, Aug. 2022.

SPENCE, C. et al. Explorando a promessa de intervenções de exercícios de telemedicina em crianças e adolescentes com cardiopatia congênita. *Pode J Cardiol*. Canadá. v. 39. n. 11, p. 346-358, Nov. 2023.

TAYLOR, R.S., DALAL, H.M., MCDONAGH, S.T. J. The role of cardiac rehabilitation in improving cardiovascular outcomes. *Nat Rev Cardiol.* Reino Unido. v. 19; n. 3; p. 180-194; Mar. 2022.

TRAN, D. et al. Recommendations for exercise in adolescents and adults with congenital heart disease. *Prog Cardiovasc Dis.* v. 63, n. 3, p. 350-366, Jun. 2020.

UBEDA TIKKANEN, A., et al. Core components of a rehabilitation program in pediatric cardiac disease. *Front Pediatr.* Estados Unidos. v. 31, n. 11; p. 1-19; May. 2023.

WILLIAMS, C.A., et al. Physical activity interventions for people with congenital heart disease. *Cochrane Database Syst Rev.* Reino Unido. v. 10, n. 10, p. 1-88, Oct. 2020.



AVALIAÇÃO DE ESFORÇO RESPIRATÓRIO DE PACIENTES SUBMETIDOS À VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA: EVIDÊNCIAS A PARTIR DA LITERATURA

Willams Francisco da Rocha
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Alana Elza fontes da Gama
Marilu Gomes Netto Monte da Silva

A ventilação mecânica não invasiva (VNI) é um suporte ventilatório fornecido por um gerador de fluxo, conectado ao paciente por meio de uma máscara facial completa, oronasal ou nasal. Nas últimas duas décadas, a VNI tem sido amplamente utilizada para o tratamento de pacientes com insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada, sendo um dos maiores avanços da ventilação mecânica. No entanto, a eficácia da VNI está diretamente ligada à monitoração adequada dos pacientes, que deve identificar precocemente sinais de falha e evitar atrasos na intubação, um procedimento invasivo que pode causar lesões traumáticas.

O objetivo deste estudo é apresentar evidências científicas a partir da literatura sobre avaliação de esforço respiratório de pacientes submetidos à ventilação mecânica não invasiva. Dessa forma aprimorando a monitoração e fornecendo suporte na tomada de decisões clínicas. Para alcançar esse objetivo, foi

realizado um levantamento bibliográfico em bases de dados, de parâmetros essenciais, avaliação de sensores comerciais, desenvolvimento de hardware e firmware do dispositivo, adaptação da máscara de VNI e realização de testes de bancada e validação em ambiente clínico.

A relevância desse estudo reside na necessidade crítica de uma avaliação complementar do esforço muscular respiratório durante a VNI, que impacta diretamente na tomada de decisão clínica. O desenvolvimento dessa pesquisa tem o potencial de melhorar significativamente a prática terapêutica, proporcionando uma monitoração mais eficaz e contribuindo para a qualidade da assistência prestados aos pacientes submetidos à VNI. Assim atendendo o objetivo de desenvolvimento sustentável 3-Saúde e bem-estar, com as metas 3.1 Até 2030, reduzir a taxa de mortalidade materna global para menos de 70 mortes por 100.000 nascidos vivos, e meta 3.d: Reforçar a capacidade de todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, para o alerta precoce, redução de riscos e gerenciamento de riscos nacionais e globais de saúde.

Materiais e métodos

Este estudo trata-se de um levantamento bibliográfico, qualitativo, realizado através das bases de dados, PubMed (US National Library of Medicine National Institutes of Health), IEEE Xplore, Google Scholar e SciELO-Brasil (Scientific Electronic Library Online). Foram utilizadas estratégias de buscas definidos através dos descritores em ciências da saúde DeCS/MeSH. Definidas em: Músculos respiratórios, fadiga muscular, material

sensor e pressão positiva bifásica intermitente das vias aéreas (BIPAP).

Foram incluídos artigos publicados nos últimos 10 anos, nos idiomas português, inglês e espanhol. Foram excluídos estudos que abordaram ventilação mecânica invasiva, estudos que avaliaram o esforço muscular respiratório em neonatal e pediatria, e estudo que não fosse relacionado a temática.

O universo da ventilação mecânica não invasiva (VNI)

A ventilação mecânica não invasiva (VNI) é um suporte ventilatório fornecido por um gerador de fluxo, conectado ao paciente por meio de uma máscara facial completa, oronasal ou nasal (OSADNIK et al, 2017). Nas últimas duas décadas a VNI tem sido usada amplamente para o tratamento de pacientes com insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada, e foi certamente um dos maiores avanços da ventilação mecânica (CRUZ e ZAMORA, 2013).

Ventilação Não Invasiva utiliza uma pressão inspiratória (IPAP) e uma pressão positiva expiratória para manter as vias aéreas e os alvéolos abertos para melhorar a oxigenação (EPAP e ou PEEP). No modo CPAP é administrado uma pressão expiratória final contínua nas vias aéreas (CPAP) e a ventilação do paciente é feita de forma totalmente espontânea (BARBS et al, 2013).

O tratamento com a VNI implica em vários benefícios clínicos, como na redução da fadiga muscular, melhora da relação ventilação/perfusão, preservação da mecânica pulmonar, redução do tempo de internação, menor risco de infecção hospitalar, tem a aplicabilidade de manejo simples,

porém deve levar em considerações suas indicações e contraindicações (CRUZ e ZAMORA, 2013; LEEST et al, 2018; MORAN et al, 2017).

Pacientes submetidos a um suporte ventilatório não invasivo, devem ser monitorizados para detectar precocemente sinais de falha e evitar atrasos na intubação (GRIECO et al, 2021). A intubação orotraqueal (IOT) é um procedimento invasivo que pode causar lesões traumáticas, alguns fatores de riscos podem levar ao agravamento do quadro clínico, como tentativas repetidas de intubação, e a realização tardia do procedimento (DE SOUZA, et al 2021).

A monitorização durante a VNI é fundamental para obter sucesso na terapia e prevenir complicações como hipoventilação, hiperventilação, além da adaptação do paciente com a interface (COMELLINI et al, 2019). O comprometimento nas trocas gasosas, padrão ventilatório e escores são utilizados para avaliar a resposta ao suporte não invasivo (GRIECO et al, 2021), porém na prática clínica se faz necessário uma avaliação complementar do esforço muscular respiratório, impactando na tomada de decisão clínica.

Resultados e discussão

Foram selecionados um total de 2 artigos para esse resumo de um total de 32 artigos encontrados nas bases de dados, distribuídos em 28 estudos encontrados na Pubmed onde 23 foram excluídos pelo título, e 3 excluídos pós leitura dos resumos, restando apenas 2 artigos para leitura completa. No Google Acadêmico foram encontrados 4 estudos onde 1 estava duplicados e 3 não preencheram os critérios de inclusão. Nas

bases de dados IEE Xplore e SciELO não foram encontrados estudos relacionados.

O primeiro estudo selecionado desenvolvido por ZOU C, et al 2021, teve como objetivo comparar os efeitos do suporte de pressão média garantida por volume (AVAPS) e modos de ventilação não invasiva de pressão positiva em dois níveis (BPAP S/T) em pacientes com insuficiência respiratória hipercápnica no departamento de emergência (ED).

No segundo artigo realizado por GÖREN NZ et al 2021, tiveram como objetivo comparar a eficácia dos modos de ventilação BiPAP convencional e auto-trinível no tratamento de pacientes com OHS e OSAHS moderado ou grave.

Os dois estudos sobre o tratamento da síndrome da hipoventilação da obesidade (OHS) e da síndrome da apneia/hipopneia obstrutiva do sono (OSAHS) têm como objetivo comparar a eficácia de diferentes modos de ventilação. Ambos estudos recrutaram 23 pacientes com OHS e OSAHS moderada ou grave, utilizando modos de BiPAP e auto-trinível PAP. Utilizaram polissonografia para monitorar os parâmetros do sono, análises de gases no sangue arterial e questionários de sonolência diurna (Escala de Sonolência de Epworth).

O primeiro estudo destacou que a PAP auto-trinível foi mais eficaz na redução do Índice de Apneia e Hipopneia (AHI), melhorando a qualidade do sono e reduzindo a sonolência diurna. Também demonstrou que o modo auto-trinível PAP resultou em menor retenção de CO₂ comparado ao BiPAP tradicional. O segundo estudo corroborou esses resultados, mostrando que o auto-trinível PAP foi mais eficaz na redução da PaCO₂ e na melhora da saturação mínima de oxigênio (miniSpO₂). A qualidade do sono, avaliada pelo índice de arousal e percentagem de tempo em N3 e REM, foi melhor com o modo auto-trinível.

Ambos os estudos mostraram que o auto-trinível PAP é mais eficaz em comparação com o BiPAP tradicional na redução de AHI, melhorando a qualidade do sono e diminuindo a sonolência diurna. A principal vantagem do modo auto-trinível é sua capacidade de ajustar dinamicamente a pressão positiva expiratória das vias aéreas (EPAP) durante o ciclo respiratório, o que ajuda na eliminação do CO₂ e na prevenção de eventos de apneia residual.

A retenção de CO₂ foi menor com o auto-trinível PAP, pois este modo permite uma melhor remoção de CO₂ durante a fase expiratório inicial, enquanto mantém a via aérea superior aberta no final da expiração. A qualidade do sono proporcionada pelo modo auto-trinível foi superior, com menores índices de arousal e maior porcentagem de tempo em fases de sono profundo (N3) e REM, indicando uma menor fragmentação do sono e uma melhor recuperação durante o sono.

A redução da sonolência diurna foi maior com o auto-trinível PAP, sugerindo que os pacientes tinham um sono mais reparador. Conclui-se que o modo de ventilação auto-trinível PAP é superior ao BiPAP tradicional no tratamento de pacientes com OHS e OSAHS. O auto-trinível PAP melhora significativamente os parâmetros respiratórios noturnos, a qualidade do sono e a sonolência diurna, além de ser mais eficaz na remoção de CO₂. A adoção deste modo de ventilação pode levar a melhores resultados clínicos e uma maior aderência ao tratamento pelos pacientes.

Considerações finais

A ventilação mecânica não invasiva (VNI) representa um avanço significativo no tratamento da insuficiência respiratória,

oferecendo benefícios como redução da fadiga muscular e melhora na oxigenação, além de minimizar complicações hospitalares. A monitorização adequada é essencial para identificar precocemente falhas no tratamento e evitar procedimentos invasivos como a intubação traqueal. Estudos recentes destacam que modalidades como o auto-trinível PAP podem proporcionar melhores resultados clínicos, incluindo redução do Índice de Apneia e Hipopneia, melhoria na qualidade do sono e menor retenção de CO₂, reforçando a importância de sua adoção para otimizar o cuidado aos pacientes, deste forma se faz necessários novas pesquisas para a avaliação e monitorização de pacientes submetidos a VNI.

Referências

Barbas CS, et al, Amado VM. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part I. Rev Bras Ter Intensiva. 2014 Apr-Jun;26(2):89-121. doi: 10.5935/0103-507x.20140017. PMID: 25028944; PMCID: PMC4103936.

Comellini V, Pacilli AMG, Nava S. Benefícios da ventilação não invasiva na insuficiência respiratória hipercápnica aguda. Respirologia. 2019 abril;24(4):308-317. doi: 10.1111/resp.13469. Epub 2019, 12 de janeiro. PMID: 30636373.

CRUZ, Mônica R.; ZAMORA, Victor EC. Ventilação mecânica não invasiva. Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto (TÍTULO NÃO-CORRENTE), v. 12, n. 3, 2013.

DE SOUZA, Luiz Gustavo David et al. Intubação Orotraqueal e suas complicações: uma revisão de literatura. Brazilian Journal of Health Review, v. 4, n. 4, p. 15458-15470, 2021.

Grieco DL, Maggiore SM, Roca O, Spinelli E, Patel BK, Thille AW, Barbas CSV, de Acilu MG, Cutuli SL, Bongiovanni F, Amato M, Frat JP, Mauri T, Kress JP, Mancebo J, Antonelli M. Non-invasive ventilatory support and high-flow nasal oxygen as first-line treatment of acute hypoxemic respiratory failure and ARDS. Intensive Care Med. 2021 Aug;47(8):851-866. doi: 10.1007/s00134-021-06459-2. Epub 2021 Jul 7. PMID: 34232336; PMCID: PMC8261815.

Moran F, Bradley JM, Piper AJ. Non-invasive ventilation for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017 Feb 20;2(2):CD002769. doi: 10.1002/14651858.CD002769.pub5. PMID: 28218802; PMCID: PMC6464053.

Osadnik CR, Tee VS, Carson-Chahhoud KV, Picot J, Wedzicha JA, Smith BJ. Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017 Jul 13;7(7):CD004104. doi: 10.1002/14651858.CD004104.pub4. PMID: 28702957; PMCID: PMC6483555.

van der Leest S, Duiverman ML. High-intensity non-invasive ventilation in stable hypercapnic COPD: Evidence of efficacy and practical advice. *Respirology*. 2019 Apr;24(4):318-328. doi: 10.1111/resp.13450. Epub 2018 Nov 30. PMID: 30500099.

Zou C, Sheng W, Huai D, Cao J, Su M, Ning D, Xue R, Wang Y, Huang M, Zhang X. Comparison between auto-trilevel and bilevel positive airway pressure ventilation for treatment of patients with concurrent obesity hypoventilation syndrome and obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep Breath*. 2019 Sep;23(3):735-740. doi: 10.1007/s11325-018-1750-3. Epub 2018 Nov 13. PMID: 30426457.

Gören NZ, Şancı E, Ercan Coşkun FF, Gürsoylu D, Bayram B. Comparison of BPAP S/T and Average Volume-Assured Pressure Support Modes for Hypercapnic Respiratory Failure in the Emergency Department: A Randomized Controlled Trial. *Balkan Med J*. 2021 Sep;38(5):265-271. doi: 10.5152/balkanmedj.2021.20137. PMID: 34462252; PMCID: PMC8880836.



O USO DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM PATOLOGIAS CARDIOVASCULARES

Gleydson Douglas de Siqueira Alves
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Alana Elza fontes da Gama
Marilu Gomes Netto Monte da Silva

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) as doenças cardiopulmonares estão entre as 10 maiores causas de mortalidade e incapacidade no mundo. No quesito mortalidade a doença cardíaca isquêmica ocupa o primeiro lugar e a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) ocupa o terceiro lugar. Já no quesito incapacidade, a doença cardíaca isquêmica ocupa o segundo lugar e a DPOC ocupa o sétimo lugar. A população brasileira apresenta um cenário um pouco diferente, a doença cardíaca isquêmica permanece em primeiro lugar, a DPOC vem em quinto lugar e as miocardiopatias em décimo lugar (OMS, 2019).

A DPOC e outras doenças cardiopulmonares crônicas interferem na respiração normal do paciente, gerando dispneia, tosse e fadiga, como sintomas principais. Essas doenças pulmonares variam em termos de causas, sintomas e tratamentos, mas todas compartilham a característica comum de afetar gravemente a capacidade pulmonar e a qualidade de vida dos pacientes. Como tratamento não medicamentoso existem vários estudos na literatura descrevendo o uso e os

benefícios do Treinamento Muscular Inspiratório (TMI). Uma breve revisão sistemática ressaltou a melhora na pressão inspiratória máxima (Pi_{max}), na capacidade funcional e dispneia em pacientes com DPOC (Mortari; Monzano, 2022). Na insuficiência cardíaca (IC) o TMI pode auxiliar no controle da sintomatologia dos pacientes pela melhora da dispneia e da fadiga, bem como na classificação da *New York Heart Association* (NYHA) (Pour et al., 2019). Já no caso das Doenças Pulmonares Intersticiais (DPI), como a Fibrose Pulmonar Idiopática (FPI), a inclusão do TMI precisa ser mais bem explorada, mas existe uma tendência a melhora na capacidade funcional e qualidade de vida dos pacientes após intervenção (Hoffman, 2021).

Este estudo tem como objetivo compreender a partir da literatura as evidências sobre o treinamento muscular inspiratório no tratamento de pacientes cardiopatas. Indo de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), mais especificamente a meta 3.4.

Materiais e métodos

Caracteriza-se como uma revisão bibliográfica conduzida na base de dados Pubmed, as palavras chaves utilizadas foram: Reabilitação Cardiovascular (*Cardiac Rehabilitation*), Treinamento Muscular Inspiratório (*Inspiratory Muscle Training*) e Dispneia (*Dyspnea*). Foram incluídos artigos publicados em língua inglesa e portuguesa, de acesso livre, entre os anos de 2019 - 2024. A busca retornou um total de 12 artigos, dos quais: 4 foram excluídos por tratarem de pneumopatias (3 DPOC e 1 COVID), 2 excluídos por serem pagos, 1 excluído por não utilizar

TMI como tratamento, 1 excluído por tratar dispneia com etiologia em uma síndrome não cardíaca, 1 excluído por publicar somente o protocolo de tratamento e não os resultados, 1 excluído por somente citar como deve ser feito o TMI mas não apresentar dados de tratamento. Ao final, foram excluídos um total de 10 artigos e incluídos 2 artigos.

Patologias cardiovasculares

As Doenças Cardiovasculares (DCV) são classificadas como Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNTs) e constituem uma das principais causas de mortalidade e incapacidade no Brasil e no mundo. As DCV são responsáveis por um terço das mortes por todas as causas, acometem ambos os sexos em todas as faixas etárias. No sexo feminino, observa-se um aumento na prevalência das DCV e de morte por DCV após a menopausa (Oliveira,2022). Dentre as DCV, destacam-se no ranking de mortalidade e incapacidade da OMS a doença isquêmica cardíaca e as miocardiopatias (OMS, 2019).

A doença isquêmica cardíaca (DIC) é um termo que abrange e se refere a diversas afecções que levam a isquemia coronariana, tendo como exemplo a Doença Arterial Coronariana (DAC), a mais prevalente entre as DIC (Carvalho,2020). A DAC pode apresentar-se de forma aguda ou crônica, todas as duas formas compartilham dos mesmos fatores de risco e reduzem drasticamente a quantidade e a qualidade de vida dos pacientes. A dor precordial é o principal sintoma da DAC, o prognóstico depende de vários fatores, como: idade, sexo, função ventricular, comorbidades e carga de isquemia à qual o miocárdio está sendo submetido (Santos,2018).

Já as miocardiopatias são doenças caracterizadas por alterações na estrutura do miocárdio, que geralmente levam a sintomas de Insuficiência Cardíaca (IC), como tosse, dispneia, edema e menos tolerância ao exercício físico (Carvalho,2020). A IC é uma síndrome clínica complexa de caráter sistêmico, caracterizada como uma disfunção cardíaca que ocasiona inadequado suprimento sanguíneo, ocorrendo desequilíbrio entre oferta e demanda metabólica. Na maioria das formas de IC, a redução do débito cardíaco (DC) é responsável pela baixa entrega sanguínea, sendo proveniente de disfunções sistólicas, diastólicas ou ambas (Bocchi,2009).

Treinamento muscular inspiratório

O Treinamento Muscular Inspiratório (TMI) consiste na utilização de dispositivos que oferecem resistência à inspiração do paciente. Estes dispositivos podem ser de carga linear, em que a carga não depende do fluxo inspiratório do paciente, ou alineares, onde a resistência ofertada pelo dispositivo é fluxo-dependente. É considerado uma modalidade de tratamento de fácil aplicação, baixo custo e clinicamente relevante no cenário da reabilitação cardíaca. O TMI é recomendado como tratamento adjuvante no controle dos sintomas e sinais limitantes de várias patologias. Seus efeitos positivos sobre a Pressão Inspiratória Máxima ($P_{i\text{máx}}$), que evidencia aumento da força muscular inspiratória, e na resistência muscular, são evidenciados através da melhora do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{máx}}$), melhora na QV e na dispneia, distância percorrida no Teste de Caminhada de 6 minutos ($TC6_{\text{min}}$), bem como na capacidade funcional dos pacientes (Araújo,2022).

Discussão e resultados

(Zahara,2024) Conduziu um estudo controlado e randomizado, duplo-cego em pacientes diagnosticados com IC estável com fraqueza muscular inspiratória ($P_{i\max} < 70\%$ do previsto), foram recrutados pacientes ambulatoriais do *Beirut Cardiac Institut*. Foram incluídos pacientes de ambos os sexos, com idade entre 45 - 65 anos com fração de ejeção (FE) $< 45\%$, classe II e III da new York Heart Association (NYHA) diagnosticados com IC a pelo menos 6 meses, que não tenham tido internações hospitalares nem mudança nas medicações nos últimos 3 meses antes do estudo. 50 pacientes foram randomizados e alocados em 4 grupos com diferentes modalidades de exercício. Grupo controle ($n=13$), Grupo Exercício aeróbico (EA) ($n=13$), grupo TMI ($n=12$) e Grupo EA + IMT ($n=12$). O grupo controle foi orientado a ficar em casa mantendo sua rotina normal. O grupo EA, grupo TMI e grupo EA + TMI realizaram 3 sessões de tratamento por semana, durante 12 semanas. O grupo EA realizou caminhada numa esteira por 30 minutos, onde os 3 primeiros minutos eram de aquecimento, seguidos por 4 minutos de alta intensidade, com 60% da Frequência Cardíaca máxima ($FC_{\max}$) (que foi incrementada para 65% posteriormente), intercalados com 2 minutos de baixa intensidade (30% da $FC_{\max}$). o objetivo era atingir 90% da $FC_{\max}$. Ao final, a sessão era finalizada com 3 minutos de resfriamento com diminuição progressiva de intensidade. Os pacientes do grupo TMI utilizaram o aparelho *Powerbreathe* para TMI, com carga de 60% da $P_{i\max}$ (alta intensidade). Cada sessão começava com 1 minuto de aquecimento em baixa intensidade (30% da $P_{i\max}$) seguidos por 4 minutos em alta intensidade, intercalados por 20 segundos de descanso a cada minuto e finalizados com 1

minuto em baixa intensidade. O grupo EA + IMT utilizou exatamente os mesmos protocolos dos grupos EA e IMT. Foi observado que a junção entre EA e TMI foi superior em reverter o remodelamento cardíaco causado pela IC, houve também melhora estatisticamente significativa na QV e no índice de fadiga muscular.

(Huzmeli,2023) demonstrou resultados similares em seu relato de caso. O paciente tinha histórico de colecistectomia, nunca fumou, ingeria bebida alcóolica e relatava dispneia. As atividades que desencadeavam dispneia era subir escadas, subir ladeiras e caminhar. Foi iniciado propranolol 40mg para controle de FC. O protocolo de tratamento proposto durou 6 semanas, com frequência de 5 dias por semana. O protocolo consistiu em: 1-TMI com *Powerbreathe* com 30% da $Pi_{m\acute{a}x}$ com 30 respirações/série durante 15 minutos, duas vezes ao dia. 2- Exercício aeróbico de caminhada ao ar livre com 5 minutos de aquecimento, 35 minutos de treino (em 65% da $FC_{m\acute{a}x}$) e 5 minutos de desaquecimento, 1 vez ao dia. Ao final do tratamento, houve melhora significativa na dispneia, QV, capacidade funcional e estado psicológico, porém não houve acompanhamento para observar se a melhora dos sintomas permaneceu a longo prazo.

Considerações finais

Conclui-se que o TMI é uma modalidade de tratamento de fácil utilização e com resultados clinicamente relevantes nos desfechos de dispneia, qualidade de vida, capacidade funcional e índice de fadiga muscular. Contudo, o pequeno número de artigos científicos publicados relacionando o uso do TMI em pacientes com patologias cardiovasculares evidencia a

preferência dos pesquisadores em utilizar TMI para pacientes pneumopatas, evento presente nos resultados da pesquisa bibliográfica deste estudo, onde mesmo utilizando o descritor específico Reabilitação Cardiovascular, a busca retornou 4 artigos especificamente sobre pneumopatias. Além disso, os próprios artigos referentes a cardiopatias dão muita ênfase a IC, deixando de lado a DIC.

Referências

ARAÚJO, Aldair Sarlan Santos de; COSTA, João Pedro Silva; SILVA, Cassius Iury Anselmo e; GUIMARÃES, Gabriella Goulart; SAMPAIO, Jadna Luana da Silva; SANTOS, Túlio Mauro Silva; MINATEL, Vinicius. Effects of inspiratory muscle training on exercise capacity, inspiratory muscle strength and quality of life in individuals with heart failure: a systematic review. ASSOBRAFIR Ciênc. 2022;13

BOCCHI, Edimar Alcides, BRAGA Fabiana Goulart Marcondes, FERREIRA Silvia Moreira Ayub, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica. Arq Bras Cardiol 2009;93(1 supl.1):1-71

CARVALHO, Tales de; MILANI, Mauricio; FERRAZ, Almir Sérgio, et al. Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular - 2020. Arq Bras Cardiol. 2020; 114(5):943-987

HOFFMAN, Mariana. Treinamento muscular inspiratório na doença pulmonar intersticial: revisão sistemática de escopo. J Bras Pneumol. 2021;47(4)

HUZMELI, Irem; OZER, Aysel Yildiz. Effectiveness of a training program for a patient with non-cardiac chest pain that combines intervention to improve quality of life, psychological state, and functional capacity: a case report. BioPsychoSocial Medicine (2023) 17:27

OLIVEIRA, Glaucia Maria Moraes, ALMEIDA Maria Cristina Costa de, SANTOS Celi Marques, et al. Posicionamento sobre a Saúde Cardiovascular nas Mulheres - 2022. Arq Bras Cardiol. 2022; 119(5):815-882.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Disponível em: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates>
<https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/ghe-leading-causes-of-death>

SANTOS, Edmar Batista; BIANCO, Henrique Tria. Atualizações em doença cardíaca isquêmica aguda e crônica. Rev Soc Bras Clin Med. 2018 jan-mar;16(1):52-8

ZAHARA, Sadek; RAMADAM, Wiam; AHMAIDI, Said, et al. Electromyogram Power Spectrum and Cardiac Function Changes After Combined Aerobic Interval Training and Inspiratory Muscle Training in Chronic Heart Failure Patients. Int Heart J January 2024



NANOMATERIAIS E BIOSSENSORES IMPRESSOS PARA DETECÇÃO RÁPIDA DO ZIKA VÍRUS: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

Andresa Monik Cardozo
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Guaraci Guimaraes Bastos Junior

Nos últimos anos o Brasil enfrentou um surto epidêmico de Zika Vírus, com milhões de casos suspeitos em nove meses, espalhando-se por 29 países das Américas. Regiões como Norte e Centro-Oeste têm apresentado os maiores valores: 5,3 casos/100 mil habitantes e 4,2 casos/100 mil habitantes, respectivamente. Dentre os estados da região Nordeste, Pernambuco apresenta a maior taxa de incidência, a qual subiu de 0,4 (em 2018) para 5,5 (Saúde SdV, 2019). O diagnóstico laboratorial do Zika é desafiador devido à sintomatologia similar a outras arboviroses e à reatividade cruzada de testes sorológicos. Os imunos biossensores, particularmente os eletroquímicos associados a eletrodos impressos e nanomateriais, surgem como uma solução essencial para garantir uma resposta rápida e eficaz. Esta tecnologia promissora é uma alternativa point-of-care que não apenas melhora a precisão diagnóstica, mas também está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) e o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura).

Nesse contexto, o acesso rápido ao diagnóstico e o crescimento dos requisitos relacionados a muitas doenças têm representado um desafio para a saúde pública. Os testes laboratoriais e convencionais são operacionalmente complexos, exigem profissionais especializados em laboratórios e infraestrutura física e de máquinas adequadas. Além disso, os prazos de entrega dos resultados laboratoriais podem ser longos, levando a internações desnecessárias e ações inadequadas, além de agravar o estado de saúde global do paciente. Em outros casos, isso pode resultar em falta de interesse do paciente em continuar o acompanhamento e perda do tratamento pelo sistema de saúde (YAN et al., 2012).

No entanto, os testes rápidos e de baixo custo são essenciais para evitar a reatividade cruzada dos anticorpos entre o Zika vírus (ZIKV) e outros flavivírus endêmicos no Brasil. Eles são especialmente relevantes devido à capacidade do ZIKV de persistir por meses em fluidos biológicos após a infecção. Os sintomas da infecção por ZIKV são similares aos da gripe comum, incluindo dor de cabeça, artralgia e mialgia (Saúde SdV, 2019).

Este estudo enfoca a relevância dos nanomateriais no desenvolvimento de um imuno biossensor utilizando eletrodos impressos para a detecção do vírus Zika (ZIKV). Diante deste contexto da epidemia de Zika Vírus, a utilização de imuno biossensores eletroquímicos para diagnóstico point-of-care representa um avanço significativo alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Estes dispositivos não apenas oferecem uma resposta rápida e precisa à infecção, mas também contribuem diretamente para várias metas dos ODS. O ODS 3 - Saúde e Bem-Estar - tem como meta específica acabar com epidemias de doenças como o Zika Vírus até 2030, garantindo acesso universal a serviços de saúde e diagnóstico eficaz. A tecnologia de imuno biossensores possibilita

diagnósticos ágeis, reduzindo o tempo de resposta e facilitando a intervenção médica precoce. (United Nations, 2023).

Além disso, o ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura - enfatiza a necessidade de fortalecer a pesquisa científica e tecnológica, incentivando a inovação em saúde. Os imuno biossensores representam um exemplo de aplicação prática desses princípios, promovendo soluções acessíveis e escaláveis para desafios de saúde pública. Portanto, ao desenvolver e implementar imuno biossensores para diagnóstico de Zika, estamos não apenas melhorando a eficácia dos procedimentos médicos, mas também contribuindo para metas globais de saúde e inovação, essenciais para alcançar um futuro sustentável e saudável para todos. Este estudo tem como objetivo investigar, a partir de revisão bibliográfica, a importância dos nanomateriais no desenvolvimento de novas tecnologias baseadas em biossensores eletroquímicos para detecção de infecção pelo vírus Zika em testes rápidos, destacando seu potencial inovador e impacto nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). (United Nations, 2023).

Imunobiossensores baseados em eletrodos impressos

Imunobiossensores são dispositivos compostos essencialmente por duas partes: um elemento biológico responsável pela identificação do analito (antígeno ou anticorpo) e um elemento transdutor capaz de converter o sinal de ligação biológica em um sinal elétrico. Atualmente, imunobiossensores feitos com carbono a base de tinta de grafite condutivos estão se tornando cada vez mais populares em comparação às opções comerciais, devido à possibilidade de

produção por meio de protocolos "faça você mesmo".(MARTINS *et al.*, 2016). Esses dispositivos eletroquímicos são fabricados utilizando plataformas de baixo custo como papel e materiais plásticos e podem ser integrados a dispositivos eletrônicos portáteis (DOSSI *et al.*, 2016). Além do baixo custo, a facilidade de acesso aos instrumentos, desempenho, capacidade de reprodução, transição e baixo consumo de amostras são características atraentes que impulsionam o desenvolvimento de dispositivos eletroanalíticos alternativos (BANCOS *et al.*, 2013). Sensores eletroquímicos são frequentemente fabricados usando impressão manual em estêncil, o que permite produção em larga escala com resultados satisfatórios (KAVA *et al.*, 2020). Um componente importante na construção desses testes é o plástico PVC rígido, que possui características extremamente flexíveis, duráveis, hidrofóbicas e transparência óptica, além de estar amplamente disponível comercialmente (BERGAMINE *et al.*, 2019).

Esses polímeros são substratos importantes na construção de eletrodos robustos baseados em impressão (LOPES *et al.*, 2018). Sensores eletroquímicos são procurados em diversas áreas, incluindo aplicações ambientais, clínicas, farmacêuticas, alimentícias, ciências forenses e até mesmo em pontos de atendimento ou para fins de pesquisa (ARAÚJO *et al.*, 2018). Sistemas de imunobiossensores são principalmente direcionados para a detecção de anticorpos ou antígenos circulantes em amostras de sangue. Um aspecto importante na construção desses testes é a detecção direta, relacionada à sensibilidade da resposta do sensor, influenciada principalmente pela quantidade de material imobilizado e pela exposição adequada dos anticorpos aos epítomos do antígeno (BAHADIR, E. B *et al.*, 2016).É importante enfatizar que a nanoestruturação dos eletrodos impressos com nanotubos de carbono e polipirrol,

obtida por meio de eletropolimerização *in situ*, resulta em um aumento da área eletroativa e dos picos de corrente. Além disso, essa técnica introduz grupos funcionais e amplia significativamente a área de contato na interface (FERREIRA *et al.*, 2020). A imobilização de anticorpos aliada aos nanotubos de carbono e a seletividade das reações entre anticorpo e antígeno resultam em sensores sensíveis e confiáveis (BURGHARD *et al.*, 2005).

Esta tecnologia está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) ao aprimorar as capacidades diagnósticas em diversas aplicações, contribuindo para a saúde (ODS 3), inovação (ODS 9) e desenvolvimento de infraestrutura sustentável (ODS 9).

Materiais e métodos

Esta metodologia influenciou os resultados de sensores obtidos por De Vasconcelos *et al.* (2009) e Leal (2014) utilizando eletrodos impressos. Serão estudadas diferentes classes de resposta em relação aos eletrodos impressos. Inicialmente, serão investigados os sensores com medida amperométrica baseada na técnica de voltametria cíclica, adotando-se a um instrumento exemplo: a um potenciostato dropsens capaz de aplicar um potencial e medir a corrente resultante em um sistema eletroquímico para realizar a medida direta do acoplamento antígeno-anticorpo. A corrente gerada será ampliada através do uso de nanomateriais combinados com filmes poliméricos condutores de polipirrol (LU *et al.*, 2012), contribuindo para inovação tecnológica (ODS 9) e melhorando as capacidades de diagnóstico (ODS 3).

Também serão investigados nanomateriais com efeitos eletrocatalíticos, como nanotubos de carbono adornados com ferrocianeto de potássio e ferricianeto de potássio (SALMANIPOUR *et al.*, 2012), promovendo sustentabilidade (ODS 12) e inovação em ciência e tecnologia (ODS 9). Esses nanomateriais serão polimerizados e incorporados à superfície eletroquímica, proporcionando uma sonda redox para leitura (TRINDADE, 2015).

Em seguida, será medida a variação de capacitância resultante da interação antígeno-anticorpo, utilizando medidas do decaimento de corrente elétrica ou a medida direta da capacitância. O uso de filmes finos de polímeros condutores integrados aos nanomateriais de carbono nos eletrodos irá aumentar a variação de carga e, conseqüentemente, a capacitância medida, promovendo inovação em infraestrutura (ODS 9) e contribuindo para desenvolvimento sustentável (ODS 3 e ODS 9). (United Nations, 2023).

Principais contribuições e desenvolvimento sustentável

Destaca-se que este estudo apresenta um caráter avançado, com grandes perspectivas de lucratividade e produtividade. Globalmente, a indústria de biossensores (dispositivos quantitativos point-of-care) tem crescido cerca de 14% ao ano, representando um aumento de 3 trilhões de dólares por ano. (RODRIGUEZ *et al.*, 2022). Portanto, considerando o aprimoramento tecnológico e a transferência de conhecimentos para novos produtos e processos, com o objetivo de lançá-los no mercado, observa-se que o movimento tecnológico para o setor produtivo de biossensores e sensores apresenta um risco baixo e

iminente. (OLIVEIRA, T. M *et al.*, 2023) É importante ressaltar que serão estudados determinados antígenos ou anticorpos circulantes em amostras sorológicas, proporcionando testes quantitativos. Isso traz uma nova característica ao produto, que os consumidores ainda não conhecem de forma proficiente: a possibilidade de realizar testes em locais ambulatoriais, devido à portabilidade do sistema e à capacidade de ser operado por profissionais não especializados. O objetivo é agregar valor ao desenvolvimento de uma tecnologia sensora de fácil escalabilidade. Com esses sensores, outras doenças poderão ser diagnosticadas, tornando os produtos altamente atrativos em consultórios e no Sistema Único de Saúde (SUS). Os sensores proporcionarão uma melhoria na qualidade de vida por meio da agilidade no pré-diagnóstico ou diagnóstico (LIU Q.*et al.*, 2021). (como no caso do zika vírus, dengue, entre outros), auxiliando também na triagem prévia de doadores de sangue através da detecção imediata. Em resumo, a inovação proposta não se limita apenas à transferência tecnológica, mas principalmente à possibilidade de tornar o Brasil independente nessa área, principalmente em termos de dispositivos de diagnóstico à beira do leito. Atualmente, a pesquisa nesse campo precisa ser ampliada e fortalecida no país, dada a sua relevância. Devido à natureza inovadora da proposta, prevê-se uma contribuição significativa para o desenvolvimento de patentes e produção científica relevante na área. (GONÇALVES R. A.*et al.*,2023)

Discussão e resultados

A meta principal deste estudo é desenvolver um dispositivo e uma plataforma sensora nanoestruturada para o diagnóstico point-of-care do Zika Vírus (ZIKV) utilizando nanomateriais

específicos. Comparados às técnicas laboratoriais sorológicas e moleculares comumente utilizadas, os sensores aqui propostos terão como desafios e perspectivas, inúmeras vantagens: fornecerá respostas em tempo real, serão facilmente portáteis, oferecerá uma tecnologia que pode ser escalada facilmente, permitirá análises de forma mais prática e econômica, além de necessitarem de menor volume de amostra. (MARTINEZ A. W *et al.*, 2010). As técnicas de voltametria cíclica e de espectroscopia por impedância eletroquímica serão empregadas o acompanhamento da montagem sensora. Análises por Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) das amostras imobilizada sobre as superfícies eletrônicas serão realizadas. (GONÇALVES R. A *et al.*, 2023). Estes tipos sensores também serão caracterizados por técnica de microscopia eletrônica de varredura (MEV). (TANSEL T. *et al.*, 2018) Adicionalmente, este estudo visa na integração dos sensores que serão desenvolvidos em sistemas de robótica médica, trazendo inovações significativas para a área. A combinação de sensores com robôs médicos permitirá a realização de diagnósticos automatizados e precisos em ambientes clínicos, otimizando processos e reduzindo a intervenção humana. Por exemplo, robôs equipados com esses sensores poderão realizar coletas de amostras e análises em tempo real diretamente no local de atendimento, aumentando a eficiência e a precisão dos diagnósticos. A aplicação de sensores em robótica médica pode revolucionar o mercado, proporcionando tecnologias mais competitivas, robustas e com potencial de produção em larga escala. (HASHIMOTO, M. 2013). Espera-se que esta proposta preencha lacunas significativas na detecção rápida e precisa do Zika Vírus, ao mesmo tempo em que promove avanços na automação e na eficácia dos procedimentos médicos (LEAL, 2014). Para embasar estas ideias,

diversos artigos e dissertações têm explorado o uso de nanomateriais em sensores, o intuito deste trabalho também busca promover melhorias para o sensor usando inovações para integração desses dispositivos em robótica médica. Estudos como os de Duarte et al. (2021) demonstram avanços na fabricação de eletrodos eletroquímicos de grafite por meio de impressão de tintas condutoras, enquanto Vasconcelos et al. (2009) discutem o potencial das monocamadas auto-organizadas na tecnologia de sensores. Essas pesquisas fornecem uma base sólida para a aplicação prática e a inovação contínua neste campo promissor da biotecnologia.

Referências

Andreotti, I.A.A.; Orzari, L.O.; Camargo, J.R.; Faria, R.C.; Marcolino-Junior, L.H.; Bergamini, M.F.; Gatti, A.; Janegitz, B.C.J. *Eletroanal. químico*, 2019, 840, pp 109-116 (<https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2019.03.059>).

Araujo, W. R.; Cardoso, T.M.G.; da Rocha, R.G.; Santana, M.H.P.; Muñoz, R.A.A.; Richter, E.M.; Paixão, T.R.L.C.; Coltro, W.K.T. *Anal. Chim. Acta*, 2018, 1034, pp 1-21 (<https://doi.org/10.1016/j.aca.2018.06.014>).

Bahadir, E. B., & Sezgenturk, M. K. (2016). Electrochemical biosensors for label-free detection of specific proteins: A review. *Talanta*, 174, 546-562.

Bancos, A. et al. (2013) Desenvolvimento de Dispositivos Eletroanalíticos Alternativos. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 88(5), 234-245.

Dossi, N.; Terzi, F.; Piccin, E.; Toniolo, R.; BONTEMPELLI, G. *eletroanalise*, 2016, 28(2), pp 250-264 (<https://doi.org/10.1002/elan.201500361>).

Duarte, L. C., Pereira, A. S., & Silva, F. R. (2021). Advances in the Fabrication of Graphite Electrochemical Electrodes through the Printing of Conductive Inks. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 892, 115263.

Ferreira, P. A. B. et al. An ultrasensitive Cystatin C renal failure immunosensor based on a PPy/CNT electrochemical capacitor grafted on interdigitated electrode. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 1 maio. 2020. v. 189, p. 110834.

Gonçalves, R. A., & Castro, M. C. (2023). Patent Development and Scientific Production in the Field of Biosensors. *Journal of Innovation and Technology Management*, 30(2), 189-210.

Hashimoto, M. (2013). Robotics for Medical Applications: The Future of Diagnostics and Surgery. *Current Pharmaceutical Design*, 19(35), 6262-6268.

Kava, A. A.; Beardsley, C.; Hofstetter, J.; Henrique, C. S. *Anal. Chim. Acta*, 2020, 1103, pp 58-66 (<https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.12.047>).

Leal, C. (2014). Advances in Rapid and Precise Detection Methods for Zika Virus. *Journal of Medical Virology*, 86(10), 1903-1910.

Liu, Q., et al. (2021). Advances in Point-of-Care Diagnostics Using Electrochemical Biosensors. *Biosensors and Bioelectronics*, 176, 112914.

Lopez-Camacho C, et al. Rational Zika vaccine design via the modulation of antigen membrane anchors in chimpanzee adenoviral vectors. *Nat commun* 2018. doi:10.2174/1389557518666180425160535

Lu, C., Zhang, Y., Tang, J., & Hu, Y. (2012). Electrochemical polymerization of conducting polymers in sensors and biosensors. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 38, 142-153.

Martins, V. C., & Oliveira, M. B. P. P. (2016). Carbon-Based Electrochemical Immunosensors: A Review. *Electroanalysis*, 28(7), 1-15.

Martinez, A. W., Phillips, S. T., Whitesides, G. M., & Carrilho, E. (2010). Diagnósticos point-of-care: os desafios e as perspectivas. *Chemical Reviews*, 110(8), 5418-5451.

Oliveira, T. M., & Moraes, A. C. (2023). Innovations in Biosensor Development in Brazil: Challenges and Opportunities. *Brazilian Journal of Biosensor Research*, 18(3), 142-158.

Rodriguez, N. M., Wong, W. S., & Liu, J. (2022). Portable and Point-of-Care Biosensing Technologies for Disease Diagnostics. *Lab on a Chip*, 22(1), 23-39.

Salmanipour, S., Nezhadali, A., & Hajian, A. (2012). Functionalization of Carbon Nanotubes with Potassium Ferricyanide and Potassium Ferrocyanide: An Effective Way to Enhance Their Electrocatalytic Performance. *Electroanalysis*, 24(9), 1867-1874.

Saúde SdVe. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes (dengue, chikungunya e Zika). Semana Epidemiológica 22 de 2019. In, 10 junho 2019.

Tansel, T., & Kaner, R. B. (2018). Use of Scanning Electron Microscopy in the Analysis of Nanomaterials. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 18(2), 497-503.

Trindade, E. K. G. Desenvolvimento de nanoimunossensor para identificação de anticorpos contra o vírus da Hepatite B. Universidade Federal de Pernambuco, v.1, p. 1-74, 2015.De

Vasconcelos, T. R., Oliveira, M. C., & Barbosa, R. C. (2009). The Potential of Self-Assembled Monolayers in Sensor Technology. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 137(2), 556-562.

Yan, F., Zhang, J., & Wei, J. (2012). Challenges and Opportunities in Point-of-Care Testing (POCT) - An Industry Perspective. *Biotechnology Advances*, 30(5), 1203-1209.

United Nations. (2023). Goal 3: Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages. United Nations Sustainable Development Goals. Recuperado de <https://sdgs.un.org/goals/goal3>.

United Nations. (2023). Goal 9: Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation. United Nations Sustainable Development Goals. Recuperado de <https://sdgs.un.org/goals/goal9>.

United Nations. (2023). Goal 12: Ensure sustainable consumption and production patterns. United Nations Sustainable Development Goals. Recuperado de <https://sdgs.un.org/goals/goal12>.



PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE NANOCONTEÚDOS NA EDUCAÇÃO PERMANENTE EM SAÚDE (EPS) NO CONTROLE DAS INFECÇÕES HOSPITALARES

Rebeca da Silva Fraga Botelho
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão

Santos (2012) descreve que o mundo está vivendo um processo marcado pelo crescimento das incertezas e da sensação de fragilidade diante dos fatores de risco e vulnerabilidade das doenças infecto contagiosas e virais, as quais todos e principalmente os profissionais de saúde, estão expostos.

Por ser esta uma preocupação dos órgãos responsáveis por normatizar e prevenir doenças, dentro das instituições públicas e privadas de saúde, em 1992 o Ministério da Saúde pública a PORTARIA nº 930, criando assim o Programa de Controle de Infecção (PCI) (COUTO et al., 2009).

Segundo a Lei nº 9.431 de 1997 as Infecções Relacionadas à Assistência na Saúde (IRAS) são infecções adquiridas dentro da instituição hospitalar ou qualquer instituição que ofereça assistência à saúde (CORRÊA, 2008).

Em países desenvolvidos 5 a 10% dos pacientes internados acabam adquirindo ao menos uma infecção hospitalar, já em países em desenvolvimento essa taxa sobe para 25%. A

resistência antimicrobiana é nesse milênio um dos maiores problemas de saúde pública (CORRÊA, 2008).

As infecções hospitalares constituem risco significativo à saúde dos usuários dos hospitais, e sua prevenção e controle envolvem medidas de qualificação da assistência hospitalar, de vigilância sanitária e outras, tomadas no âmbito do Estado, do Município e de cada hospital (BRASIL, 2023).

Com esta preocupação em todos os cenários, no ano de 2000 as Nações Unidas lançaram uma iniciativa global, chamada de “Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM)”, onde 180 países participaram da subscrição, inclusive o Brasil (SOUZA, 2015, p. 549-551).

Posteriormente, em 2016 as Nações Unidas lançaram novos Objetivos de Desenvolvimento, desta vez chamados de ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, que são uma iniciativa global a qual convoca o mundo para o cumprimento das metas até o ano de 2030 (ONU, 2015).

Dentro destas ODS existem dois objetivos relacionados à saúde: ODS 3, voltada para garantia de uma vida saudável, promovendo o bem-estar, voltada para a educação e ODS 4, preconiza uma educação de qualidade, promovendo oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos (ONU, 2015).

Em 2004, o Ministério da Saúde implantou a Política Nacional de Educação Permanente em Saúde (PNEPS), tendo como um dos objetivos a promoção de mudanças na formação e no desenvolvimento dos profissionais da área de saúde (BRASIL, 2009).

Até o começo do ano de 2020, estas capacitações eram realizadas presencialmente, com a chegada da pandemia em março de 2021, no Brasil, essas capacitações se tornaram ainda

mais urgentes, porém requerendo um formato diferente do utilizado (SANTOS et al., 2012, P. 205-2012).

Uma das práticas é o uso de conteúdos menores, com carga-horária reduzida, como forma de facilitar o aprendizado do profissional em campo, que são encapsulados, contendo importantes informações, dentro de nanoconteúdos, podendo ser utilizados na modalidade à distância (MACEDO, 2018).

A educação mediada por tecnologia, aberta (REA) ou a distância (EAD), é ferramental indispensável nas ações educacionais, em especial, quando se necessita de uma massividade e rapidez de divulgação (OLIVEIRA, 2007).

Materiais e métodos

Trata-se de pesquisa aplicada, com finalidade prática voltada à aquisição de conhecimentos para o desenvolvimento de nanoconteúdos voltados para educação aberta, direcionada para profissionais e estudantes da saúde.

Inicialmente a leitura e entendimento da área de capacitação e necessidades profissionais na saúde se fez necessária, muito embora a autora tenha atribuições na área específica de infecções hospitalares, bem como na orientação e capacitação presencial de profissionais e estudantes.

Em seguida foi realizado um mapeamento da literatura com vistas a identificação de práticas correlatas, mesmo que em área distinta ao estudo proposto. A finalidade é a captura de requisitos e necessidades dos profissionais em seu ambiente de trabalho.

Após a identificação dos requisitos, a área específica de infecções será trabalhada para que o conteúdo atenda às especificações, previamente identificadas.

Os grupos de profissionais a serem capacitados serão multiprofissionais, sendo assim qualquer profissional que trabalhe na assistência o paciente, desde a entrada no hospital até a sua alta hospitalar.

Educação aberta

Na década de 1970, a educação aberta foi marcada por novas práticas de ensino-aprendizagem, o termo educação aberta faz referência a um movimento educacional que deseja permitir o livre acesso a oportunidades de aprendizagem (SANTANA et al., 2012) .

A educação aberta esta diretamente ligada ao Programa de Educação à Distância, sendo este um meio apropriado para atender a grandes contingentes de alunos de forma mais efetiva, como solução alternativa para ampliação e aprimoramento da educação, aplicando o uso de nanos conteúdos (MACEDO, 2018).

Educação Permanente em Saúde (EPS)

Permeia a necessidade de atualização multiprofissional constante, dentro das instituições de saúde, como consequência de sua implantação se espera a construção de uma consciência crítica e reflexiva da realidade, devido à necessidade da mudança de cenário atual (MACEDO, 2018).

Educação à distância (EAD)

Educação à distância (EAD), é a forma de ensino/aprendizagem mediados por tecnologias, permitem que o professor e o aluno estejam em ambientes físicos diferentes, ao mesmo tempo em que interage um com o outro (BRASIL, 2017).

Nano conteúdos

Os nano conteúdos referem-se a pequenas unidades de informação, geralmente digitais, que são concisos e diretos. Eles podem incluir vídeos curtos, infográficos, podcasts ou mensagens em redes sociais. A utilização de nano conteúdos facilita a disseminação rápida e eficaz de informações (HUG, 2005).

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Dentre os ODS supracitados, este trabalho tratará dos objetivos 3 - Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades - e 4 - Assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos (ONU, 2015).

Discussão e resultados

Espera-se que com a implantação de nanoconteúdos na Educação Permanente em Saúde do hospital, os profissionais de saúde possam se qualificar sem a necessidade de ausentar-se do seu ambiente de trabalho, trazendo assim mais aderência aos

cursoos propostos pela instituição, os quais são extremamente importantes para orientação e atualização de toda a classe de profissionais.

A instituição a qual se pretende aplicar este trabalho, já dispõe de um programa de Educação Permanente e vários cursos são ofertados aos profissionais de todas as categorias do hospital no modo presencial.

A partir de processos de aprendizagem e ambientes de aprendizagem inovadores, é proposto a criação de novos cenários de ensino aprendizagem através das mais variadas estratégias, metodologias, técnicas e processos oriundos da educação a distância, esperando com isto a implantação de mais cursos e projetos de inovação tecnológica dentro da área da saúde. O grande impacto esperado com este trabalho é a redução das estatísticas de incidência das IRAS em todo hospital.

Considerações finais

O grande impacto esperado com este trabalho é o aumento de profissionais capacitados na saúde sobre o assunto, que serão agentes sentinelas atuando no diagnóstico oportuno de prováveis complicações e agente disseminador de informação e de atuação na educação permanente de toda equipe.

Referências

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde. departamento de Gestão da Educação em Saúde. Política Nacional de Educação Permanente em Saúde / Ministério da Saúde Secretaria de Gestão do trabalho e da Educação na Saúde

Departamento de Gestão da Educação em Saúde - Brasília: Ministério da Saúde, 2009.64p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2616, de 12 de maio de 1998. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt2616_12_05_1998.html. Acesso em: junho 2019.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Critérios Diagnósticos de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2017.

COUTO, R.C. et al. Infecção hospitalar e outras complicações não-infecciosas da doença: epidemiologia, controle e tratamento, -4.ed.-Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

CORRÊA; L. ; Impacto da Prevenção das infecções relacionadas à assistência a saúde: segurança e redução de custos; einstein: EducContin Saúde. 2008, 6(4Pt 2): 194-6.

HUG, Th. Micro Learning and Narration: Exploring possibilities of utilization of narrations and storytelling for the designing of “micro units” and didactical micro learning arrangements. Fourth Media in Transition conference. USA, 2005.

MACEDO, E. F. Curso de Extensão em Nanotecnologia como Benefício à Saúde na Modalidade a Distância. Rev Redin, v.7, n.1 (2018). Disponível em: <http://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1122/703>. Acesso em: janeiro 2019.

MARKAUSKAITE, L.; GOODYEAR, P. Universities should take stronger leadership on knowledge and how it matters. University of Sidney. Disponível em: <https://theconversation.com/universities-should-take-stronger-leadership-on-knowledge-and-how-it-matters-89849>. Acesso em junho 2019.

OLIVEIRA, M. A. N. (2007). Educação à Distância como estratégia para a educação permanente em saúde: possibilidades e desafios. Revbrasenferm, 60(5), 585-9. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/reben/v60n5/v60n5a19.pdf>>. Acesso em: fevereiro 2019.

Recursos Educacionais Abertos: práticas colaborativas políticas públicas / Bianca Santana; Carolina Rossini; Nelson De Lucca Pretto (Organizadores). - 1. ed., 1 imp. - Salvador: Edufba; São Paulo: Casa da Cultura Digital. 2012. 246 p. Disponível em: <http://aberta.org.br/livrorea/artigos/wp-content/uploads/2012/05/REA-santos.pdf>. Acesso em março 2019.

SANTOS, José Luís Guedes dos et al. Risco e vulnerabilidade nas práticas dos profissionais de saúde. Rev. Gaúcha Enferm. [online]. 2012, vol.33, n.2 [cited 2020-02-12], pp.205-212. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-14472012000200028&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1983-447. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-14472012000200028>. Acesso em: Junho 2024.

SOUZA, João Paulo. A mortalidade materna e os novos objetivos de desenvolvimento sustentável (2016-2030). Rev. Bras. Ginecol. Obstet. Rio de Janeiro, v. 37, n. 12, p. 549-551, dezembro de 2015. Disponível em<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010072032015001200549&lng=en&nrm=iso>. acesso em 24 de outubro de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/SO100720320150005526>.

ZUFIC, J .; JURCAN, B. Micro Learning e EduPsy LMS. Conferência da Europa Central sobre Informação e Sistemas Inteligentes , Varazdin, p. 115-120, 2015.



RECONHECIMENTO DE EMOÇÕES EM SINAIS ELETROENCEFALOGRÁFICOS DE PESSOAS COM ALZHEIMER

Camila Tiodista de Lima
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Wellington Pinheiro dos Santos

Segundo a Alzheimer's Disease International ([s.d.]), cerca de 55 milhões de pessoas no mundo vivem com algum tipo de demência. A expectativa é que até 2050 esse número aumente para 139 milhões de pessoas. As demências são em sua maioria degenerativas e progressivas, afetando a memória junto com déficit no domínio cognitivo, como linguagem, atenção ou executivo, o que afeta a vida dos pacientes e de seus cuidadores (APRAHAMIAN; MARTINELLI; YASSUDA, 2009).

Pacientes com Alzheimer sofrem declínio na capacidade de expressar emoções, portanto, sistemas que fazem o reconhecimento das emoções são importantes para melhorar a qualidade de vida dessa população. Esses sistemas estão relacionados diretamente aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável com a meta 3.8 que visa atingir a cobertura universal de saúde e o 10.2 que visa promover a inclusão social, econômica e política de todos, independente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião etc.

Tendo em vista a importância de sistemas de reconhecimento de emoções, esta revisão bibliográfica tem como objetivo analisar as pesquisas que tratam sobre o tema aplicados a pacientes com Alzheimer fazendo o uso de sinais

Eletroencefalográficos (EEG) como parte de aquisição para o sistema.

Materiais e métodos

A busca foi realizada na base de dados PubMed e IEEE. A string de busca utilizada foi “(“emotion recognition” OR “sentiment analysis” OR “emotion detection”) AND (“Alzheimer’s” OR “Alzheimer’s disease” OR “dementia” OR “neurodegenerative disorders”) AND (“EEG” OR “electroencephalogram” OR “electroencephalography”)”. Foram incluídos artigos dos últimos 5 anos com acesso livre e foram excluídos artigos que não utilizaram o EEG para o reconhecimento de emoções ou que não se tratava da doença de Alzheimer.

Na base de dados PubMed foram encontrados quatro artigos. Dois artigos foram descartados aplicando os critérios de exclusão. Na base de dados do IEEE foram encontrados três artigos. Dois artigos foram descartados aplicando os critérios de exclusão.

Posteriormente, realizou-se uma leitura cuidadosa nos três trabalhos selecionados para identificação dos seus objetivos e principais resultados.

Reconhecimento de emoções

Todos os seres estão imersos a um ambiente repleto de informações, as reações que temos mediante a essas informações são chamadas de emoções. Podemos nos referir as emoções como fenômenos cerebrais diferentes do pensamento, as quais possuem suas próprias bases neuroquímicas e fisiológicas e preparam o indivíduo para a resposta a

determinado estímulo interno ou desafio ambiental. A emoção também pode ser definida como uma série de respostas químicas e neurais que formam padrões específicos quando o cérebro detecta um estímulo, que pode ser um objeto, um acontecimento ou uma memória (GONSALVES e SOUZA, 2015).

As teorias dimensionais da emoção são fundamentadas na ideia de que as emoções podem ser desmembradas em duas características: a valência e o alerta (ou excitação). Se pudermos pensar em termos cartesianos, teríamos a valência como sendo o eixo das ordenadas e a excitação o eixo das abscissas. No limite superior do eixo das ordenadas teríamos emoções com valência positiva (emoção prazerosa) e no limite inferior à valência negativa (emoção desagradável). A respeito do eixo das abscissas, teremos a direita as emoções com maior alerta e a esquerda emoções com menor alerta. (BEAR et al., 2017).

Eletroencefalograma

O eletroencefalograma é a mensuração da atividade elétrica gerada pelo encéfalo. Os sinais de EEG podem ser obtidos através de eletrodos sobre o couro cabeludo do paciente. Esses sinais registram a atividade cerebral de determinada área do córtex durante a realização de uma tarefa específica de forma não invasiva (BEAR et al., 2017; NOVAK et al., 2018).

Tendo como entrada os sinais de EEG as Interfaces Cérebro-Máquina (Brain-Computer Interfaces, BCI) são capazes de avaliar a atividade cerebral com o objetivo de controlar tecnologias assistivas ou de entretenimento. As BCI também são capazes de reconhecer padrões da ativação neuronal quando uma emoção

está em desenvolvimento (BEAR et al., 2017; NOVAK et al., 2018; SONG et al., 2018).

RESULTADOS

Gonzalez et al. (2020) trouxeram um estudo comprovando a viabilidade de um dispositivo baseado em EEG portátil. Esse dispositivo tem como objetivo ajudar pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica e com Alzheimer em estado avançado a comunicar suas emoções em tempo real ao meio externo. Foram utilizados três datasets: DEAP, DREAMER e um dataset original coletado de cinco pacientes saudáveis. As três bases de dados foram compiladas e normalizadas em um único repositório chamado FEXD. O trabalho conseguiu implementar uma rede convolucional baseada em FPGA voltada para dispositivos vestível com acurácia de 77,57% para a valência e 71,25% para a excitação das emoções, com o DEAP.

Li et al. (2020) abordaram o problema do reconhecimento de emoções com outro tipo de arquitetura de aprendizado de máquina. Nesse trabalho foi proposto um modelo generativo profundo não supervisionado para identificar padrões emocionais. Foram utilizados os datasets DEAP e SEED e comparado com o método padrão baseado em decomposição dos sinais. O modelo se mostrou viável com uma acurácia média de 81% para a valência e 82% para a excitação.

O trabalho de Seo et al. (2020) testou algoritmos convencionais de aprendizado de máquina para a classificação das emoções, o perceptron multicamadas e uma máquina vetor de suporte, em conjunto com modelos profundos. A base de dados utilizada foi autoral, com sinais de trinta mulheres coreanas com a doença de Alzheimer. Seu melhor resultado foi obteve 70,97% de acurácia média. Diferente dos trabalhos anteriores, Seo et al. (2020) classificaram as emoções como:

tédio, tranquilidade e felicidade. Nos trabalhos anteriores viu-se uma classificação binária da valência e excitação.

Considerações finais

O reconhecimento de emoções em sinais de EEG de pacientes com Alzheimer é um campo importante para melhorar a qualidade de vida dessas pessoas. Esta revisão bibliográfica analisou estudos recentes que utilizam EEG para identificar emoções em indivíduos com Alzheimer, destacando avanços e desafios na área.

Os estudos selecionados demonstram que diferentes abordagens de aprendizado de máquina e redes neurais podem ser aplicadas na identificação de emoções obtendo resultados significativos. A pesquisa de Gonzalez et al. (2020) evidenciou a viabilidade de dispositivos portáteis baseados em EEG, proporcionando uma ferramenta prática para a comunicação emocional em tempo real. O trabalho de Li et al. (2020) destacaram a eficácia de modelos generativos profundos não supervisionados, enquanto Seo et al. (2020) mostraram o potencial de algoritmos convencionais em conjunto com redes neurais para a classificação de emoções específicas.

Porém, apesar dos avanços, ainda existem desafios a serem superados. A individualidade dos sinais cerebrais, a necessidade de maior acurácia e a implementação de sistemas que possam ser facilmente utilizados em ambientes não controlados são questões cruciais. Além disso, a inclusão de uma maior diversidade de participantes nas pesquisas é fundamental para aumentar a generalização dos resultados.

Conclui-se que o reconhecimento de emoções via EEG pode desempenhar um papel significativo na assistência a pacientes

com Alzheimer, auxiliando na expressão emocional e na interação social. É essencial continuar investindo em pesquisas e desenvolvimento de tecnologias que sejam acessíveis, precisas e adaptáveis às necessidades dos pacientes, contribuindo assim para a promoção da saúde e do bem-estar conforme os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 3.8 e 10.2.

As futuras pesquisas devem focar na melhoria da precisão dos sistemas de reconhecimento, na simplificação da tecnologia para uso cotidiano e na validação dos modelos em populações mais amplas. Dessa forma, poderemos avançar no desenvolvimento de soluções eficazes e inclusivas para o cuidado de pessoas com Alzheimer.

Referências

ALZHEIMER'S DISEASE INTERNATIONAL. Dementia facts & figures. Alzheimer's Disease International, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.alzint.org/about/dementia-facts-figures/>>. Acesso em: 3 jun. 2024

APRAHAMIAN, I.; MARTINELLI, J. E.; YASSUDA, M. S. Doença de Alzheimer: revisão da epidemiologia e diagnóstico. 2009.

BEAR, M. F. et al. Neurociências: Desvendando o Sistema Nervoso. 4a edição ed. [s.l.] Artmed, 2017.

GONSALVES, E. P.; SOUZA, A. R. D. O. Educação, vivência emocional e processo libertador. Portal Metodista de Periódicos Científicos e Acadêmicos, 25, 2015. Disponível em: . Acesso em: 28 nov. 2022.

GONZALEZ, H. A. et al. BioCNN: A Hardware Inference Engine for EEG-Based Emotion Detection. IEEE Access, v. 8, p. 140896-140914, 2020.

LI, X. et al. Latent Factor Decoding of Multi-Channel EEG for Emotion Recognition Through Autoencoder-Like Neural Networks. Frontiers in Neuroscience, v. 14, p. 87, 2020.

NOVAK, D. et al. Benchmarking Brain-Computer Interfaces Outside the Laboratory: The Cybathlon 2016. Frontiers in Neuroscience, v. 11, p. 756, 2018.

SEO, J. et al. EEG-Based Emotion Classification for Alzheimer's Disease Patients Using Conventional Machine Learning and Recurrent Neural Network Models. *Sensors* (Basel, Switzerland), v. 20, n. 24, p. 7212, 16 dez. 2020.

SONG, T. et al. EEG Emotion Recognition Using Dynamical Graph Convolutional Neural Networks. *IEEE Transactions on Affective Computing*, v. 11, n. 3, p. 532-541, 2018.



DETECÇÃO DE CONGELAMENTO DA MARCHA NA DOENÇA DE PARKINSON USANDO VISÃO COMPUTADORIZADA: UMA REVISÃO

Alisson Luiz Ribeiro de Oliveira
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Alana Elza Fontes da Gama

A Doença de Parkinson (DP) é uma condição crônica e neurodegenerativa causada pela alteração dos níveis do neurotransmissor que atua nos núcleos da base, a dopamina. A etiologia da doença ainda é desconhecida e seus sintomas geralmente começam na faixa etária de 50 a 60 anos, sendo sua prevalência maior em homens. Embora uma pequena porcentagem possa ocorrer na faixa dos 40, e até antes dos 30 anos, parkinsonismo secundário, esta causa pode ser identificada ou está associada a outras doenças degenerativas (Morris et al., 2024; Munhoz et al., 2024).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2019), nos últimos 25 anos, a prevalência da doença dobrou, com estimativas globais indicando que mais de 8,5 milhões de indivíduos vivem com Parkinson no mundo. No Brasil, estima-se que cerca de 200 mil pessoas sofram com a doença de Parkinson. Infelizmente, há uma desigualdade global na disponibilidade de recursos, principalmente em países de baixa e média renda. O quadro clínico da doença apresenta perturbações do tônus, posturas anormais e movimentos voluntários, sendo resultado do

tremor, rigidez, instabilidade postural e bradicinesia (Hayes, 2019).

Além desses sintomas, o congelamento da marcha (CM) se apresenta como sintoma preocupante, devido a sua relação com risco de quedas. O CM é definido como uma "ausência breve, episódica ou redução acentuada da progressão anterior dos pés apesar da intenção de andar. Os pacientes descrevem os episódios como a sensação de ter os pés colados ao chão e ser temporariamente incapaz de desenvolver a marcha. Eles duram entre alguns segundos e até um minuto. Embora o congelamento possa aparecer em todos os lugares, ele acontece mais frequentemente durante giros, antes do início da marcha, em locais apertados, como portas e em situações estressantes (Elie Matar et al., 2019; Falla; Cossu; Di Fonzo, 2022; Sarah J. Banks et al., 2019).

Existe um crescente interesse clínico e científico nesse sintoma, dado seu impacto na qualidade de vida e na sobrecarga relacionada à doença, à mobilidade e ao declínio da independência. Desta forma, existe a necessidade de uma avaliação precisa e que auxilie na detecção, com precisão, dos episódios. Entretanto, as avaliações existentes necessitam de profissionais treinados e é demorada. Logo, é desejável desenvolver soluções práticas e ágeis, com o auxílio de tecnologias para a detecção automática do congelamento da marcha (Donovan et al., 2011; Thorp et al., 2018).

Nesse sentido, desenvolver métodos de detecção automática utilizando dados de vídeos, através da visão computacional, parece ser uma promissora estratégia. Os estudos existentes utilizam vários métodos para análise da marcha e o foco é na identificação e classificação da marcha e não identificam os eventos de congelamento da marcha. Além disso, os vídeos utilizados para análise de marcha não simulam

situações do dia a dia, e isso pode influenciar no surgimento do congelamento. Portanto, os métodos existentes precisam ser capazes de utilizar vídeos comuns que contenham o indivíduo andando para o monitoramento à longo prazo, reduzir sua ocorrência e definir estratégias de tratamento. E os dados utilizados para a detecção dos eventos de congelamento precisam ser mais robustos para que as respostas sejam mais conclusivas (Connie et al., 2022; Lin et al., 2016; Romero; Atehortúa; Romero, 2017; Rupprechter et al., 2021).

Desta forma, esse estudo tem como objetivo avaliar as tecnologias utilizadas para detectar e caracterizar o congelamento da marcha em pessoas com doença de Parkinson através da visão computacional.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo é uma revisão foi conduzido no período de março e abril de 2024. A estratégia de busca, baseada na estratégia PICO (tabela 1), incluiu doença de Parkinson representando a população, visão computacional representando a Intervenção e congelamento da marcha representando o desfecho. Nenhuma comparação foi estabelecida.

Tabela 1 Estratégia PICO

Critérios		Inclusão
P	População	Pessoas com Doença de Parkinson
I	Intervenção	Visão Computacional
C	Comparação	Não aplicado
O	Outcome/Desfecho	Congelamento de marcha

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Nas bases de dados MEDLINE, IEEE Explore, Scopus e Web of Science foram pesquisados artigos relevantes publicados em inglês, português, espanhol e francês, sem restrições temporais.

Também foi realizada uma busca manual nas bibliografias dos estudos incluídos. Os termos utilizados na busca foram (com palavras-chave e termo MeSH) dos seguintes grupos em combinação com os operadores AND e OR: (*gait OR freezing of gait*) AND (*Parkinson disease OR PD*) AND (*computer vision OR image processing*).

Um revisor selecionou todos os títulos e resumos para elegibilidade de acordo com os critérios de inclusão estabelecidos: estudos que desenvolveram e testaram tecnologias para detecção de congelamento na marcha por meio de visão computacional, publicados nos seguintes idiomas: inglês, espanhol, português e francês. Artigos completos publicados em períodos científicos, resumos publicados em eventos de quatro páginas e sem restrição de tempo.

Os estudos também foram selecionados com base nos critérios de exclusão: utilizaram apenas sensores vestíveis, não descreveram o método de visão computacional, utilizaram visão computacional para outro desfecho que não o congelamento da marcha e artigos de revisão; e submetido à triagem de texto completo por dois revisores independentes. As discrepâncias foram resolvidas, se necessário, por um terceiro revisor. Todos os resultados nas etapas de revisão de título/resumo e texto completo foram acompanhados no *Zotero*.

Os dados dos estudos incluídos foram extraídos e estruturados em quadro por um dos revisores e verificados por um segundo. A qualidade dos estudos foi avaliada por revisores independentes utilizando a ferramenta de avaliação crítica do *Joanna Briggs Institute* (JBI) e as divergências foram resolvidas por um terceiro revisor.

Os seguintes dados foram extraídos dos estudos selecionados: autores, ano de publicação, desenho do estudo, número e características dos participantes (Hoehn e Yahr,

duração da doença, idade média dos participantes), tamanho da amostra, tipos de tecnologia de visão computacional, medida de validade (precisão, sensibilidade e especificidade) e principais resultados.

Entre pixels e passos: a visão computacional no estudo do congelamento

O congelamento da marcha pode ser definido como uma ausência breve, episódica ou redução acentuada da progressão dos pés para frente, apesar da intenção de andar. Sua manifestação impede o início, capacidade de virar-se ou continuar a andar e tem um autorrelato de provocar uma sensação como tendo "o pé colado no chão". O congelamento da marcha é um sintoma motor comum e incapacitante que acontece em pessoas com doença de Parkinson (DP). Se apresenta nos diversos estágios da doença, em estágios mais precoces afeta cerca de 50% e o número aumenta para até 80% à medida que a doença progride (Nutt et al., 2011; Perez-Lloret et al., 2014; Tan et al., 2011).

Atualmente, existem três tipos fenomenológicos distintos e identificados de episódios de congelamento: assimétrico-motor, sensório-atencional e congelamento ansioso. O congelamento motor assimétrico ocorre principalmente durante o giro, o início do movimento ou ao caminhar por passagens estreitas. Já o congelamento sensório-atencional está frequentemente associado ao caminhar no escuro, em espaços desorganizados ou quando a superfície é inclinada. Por fim, o congelamento ansioso é desencadeado em situações estressantes, como quando se está sob pressão de tempo ou realizando múltiplas

tarefas (Ehgoetz Martens et al., 2018; Falla; Cossu; Di Fonzo, 2022).

Uma revisão sistemática recente identificou uma grande quantidade de tarefas de marcha nos estudos que avaliaram o congelamento em pessoas com DP. Contudo, três tarefas (Giro, dupla tarefa e marcha reta) emergiram como as mais utilizadas. Virar-se (28%) foi identificado como o movimento mais associado aos eventos de congelamento, seguido por caminhar por locais estreitos (14%) e dupla tarefa (10%). Além disso, vários cenários são considerados desencadeantes de congelamento e têm sido associados à condição, como por exemplo, movimentos de transferência para cadeira, desvio de obstáculos e ansiedade, entre outros (Conde et al., 2023).

A avaliação do congelamento da marcha em um contexto clínico pode ser desafiadora devido à natureza imprevisível e à variedade de sintomas apresentados. A maioria dos episódios ocorre em situações cotidianas, pois a consciência de ser observado pode melhorar o desempenho da marcha, dificultando o estudo do sintoma durante uma avaliação clínica, seja em ambiente médico ou em pesquisas clínicas. Buscando uma solução para esse contexto, existem alguns estudos que se concentram em analisar as atividades da marcha de pessoas com DP usando diferentes métodos e ferramentas (Nieuwboer; Giladi, 2008; Snijders et al., 2012).

Alguns métodos de análise da marcha parkinsoniana baseados na visão computacional têm sido desenvolvidos. Inicialmente, o registro dos vídeos na visão sagital foi aplicado para registrar a marcha humana, posicionando-se uma câmera lateralmente aos seres humanos. A partir disso, dados de padrões de marcha foram caracterizados pelos padrões de movimento, incluindo comprimento da passada, ângulo da perna e tempo médio de ciclo. Além da visão sagital, os registros em

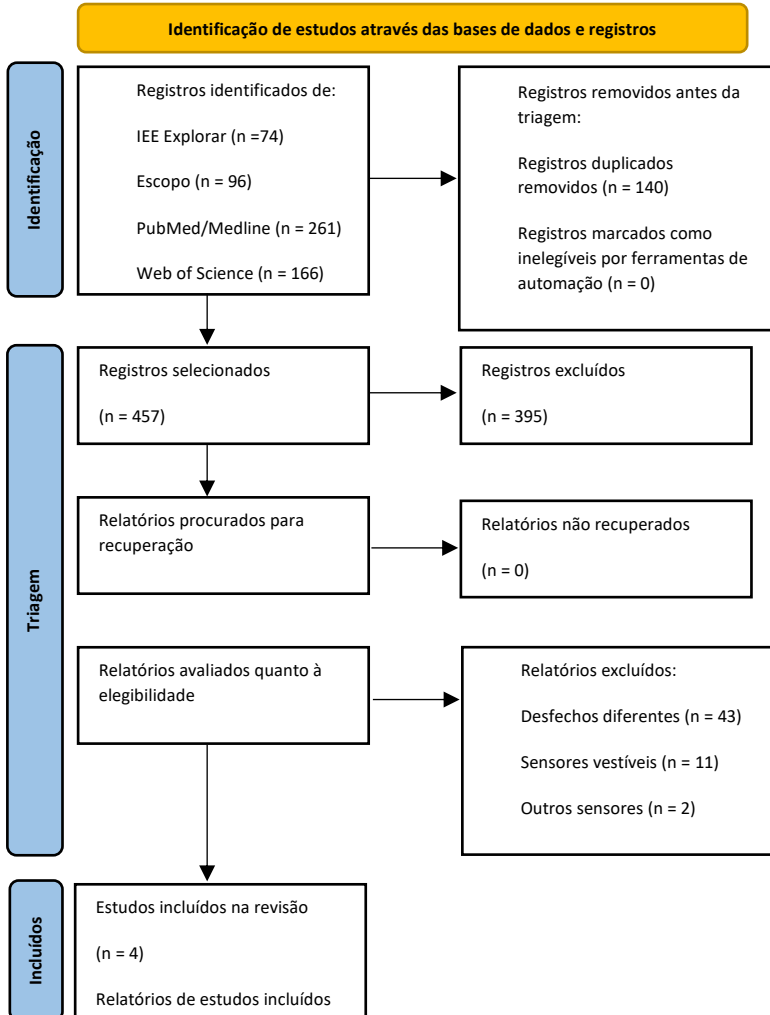
visão frontal também têm sido utilizados devido ao melhor manuseio de espaço físico, já que o indivíduo é obrigado a caminhar em aproximação e afastamento da câmera (Khan; Westin; Dougherty, 2013; Nieto-Hidalgo et al., 2016a, 2016b).

Embora o uso da visão computacional como um dos métodos de análise da marcha parkinsoniana venha sendo proposto, sua utilização está mais relacionada à avaliação automatizada de sintomas motores em pessoas com DP e não a detectar com precisão eventos individuais de congelamento. Com essa finalidade, métodos de detecção de episódios de congelamento de marcha têm sido estudados, em menor proporção. Além disso, os algoritmos tradicionais de aprendizado de máquina utilizados, dependem da extração, supondo que um vídeo contenha apenas um paciente andando de forma independente. No entanto, em ambientes clínicos e em estágios mais graves, os indivíduos com DP são acompanhados durante avaliação; situações em que o congelamento pode ser mais evidente (Sabo et al., 2020, 2022; Sedai et al., 2013).

Discussão e resultados

Inicialmente, as buscas resultaram em 597 artigos. Pesquisas bibliográficas identificaram 457 artigos potencialmente relevantes após a remoção de 140 duplicatas. Após a triagem, foram identificadas 62 citações para leitura de texto completo, das quais quatro estudos atenderam a todos os critérios de inclusão (figura 1).

Figura 1: Processo de seleção dos artigos elegíveis



Fonte: Adaptado, PRISMA (2024)

Hu et al., (2020a, 2020b) apresenta métodos para detectar automaticamente o congelamento de marcha em pessoas com doença de Parkinson, o GS-RNN e a Representação de Grafo

Dirigido Anatomicamente. Ambos mostraram um desempenho promissor na detecção com um valor de área sob a curva (AUC) de 0,901 e 0,887, respectivamente.

Um outro modelo proposto por Zeng et al., (2022) apresenta uma rede SlowFast GCN para quantificar distúrbios da marcha parkinsoniana usando vídeos 2D. O modelo alcançou uma precisão balanceada de 87,5% e precisão de 87,9%, superando os métodos existentes.

Além dos modelos citados anteriormente, Sun et al., (2023) propõem, em sua pesquisa, um mecanismo de autoatenção de ordem superior para formular padrões de detalhes de congelamento da marcha a partir de sequências de características de pose e aparência. O método proposto alcançou uma AUC de 0,92.

Considerações finais

Este estudo forneceu uma visão abrangente da aplicação da visão computacional na detecção do congelamento da marcha em pacientes com doença de Parkinson. Através da revisão, identificamos e analisamos várias tecnologias e métodos utilizados para esse fim. No entanto, observamos que a maioria dos estudos se concentra na avaliação automatizada de sintomas motores em pessoas com DP, e não na detecção precisa de eventos individuais de congelamento.

A necessidade de métodos de detecção mais precisos e robustos é evidente. A visão computacional, com sua capacidade de analisar dados de vídeo de pacientes andando de forma independente, oferece uma estratégia promissora para o desenvolvimento desses métodos. No entanto, é necessário um

trabalho adicional para melhorar a precisão e a eficácia dessas tecnologias.

Nesse sentido, esta breve pesquisa é de grande importância para a construção de uma dissertação de mestrado sobre o tema. Ele fornece uma base sólida de conhecimento e uma visão clara das lacunas existentes na pesquisa atual. Isso pode ajudar a orientar futuras pesquisas e contribuir para o desenvolvimento de soluções mais eficazes para a detecção do congelamento da marcha em pacientes com doença de Parkinson.

Referências

CONDE, C. I. et al. Triggers for freezing of gait in individuals with Parkinson's disease: a systematic review. *Frontiers in Neurology*, v. 14, p. 1326300, 21 dez. 2023.

CONNIE, T. et al. Pose-Based Gait Analysis for Diagnosis of Parkinson's Disease. *ALGORITHMS*, v. 15, n. 12, dez. 2022.

DE CASTRO, S. M.; PERRACINI, M. R.; GANANÇA, F. F. Versão brasileira do Dynamic Gait Index. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, v. 72, n. 6, p. 817-825, dez. 2006.

DONOVAN, S. et al. Laserlight cues for gait freezing in Parkinson's disease: An open-label study. *Parkinsonism & Related Disorders*, v. 17, n. 4, p. 240-245, maio 2011.

EHGOETZ MARTENS, K. A. et al. Predicting the onset of freezing of gait: A longitudinal study. *Movement Disorders*, v. 33, n. 1, p. 128-135, jan. 2018a.

EHGOETZ MARTENS, K. A. et al. Evidence for subtypes of freezing of gait in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, v. 33, n. 7, p. 1174-1178, jul. 2018b.

ELIE MATAR et al. Identifying the neural correlates of doorway freezing in Parkinson's disease. *Human Brain Mapping*, 2019.

FALLA, M.; COSSU, G.; DI FONZO, A. Freezing of gait: overview on etiology, treatment, and future directions. *Neurological Sciences*, v. 43, n. 3, p. 1627-1639, mar. 2022.

HAYES, M. T. Parkinson's Disease and Parkinsonism. *The American Journal of Medicine*, v. 132, n. 7, p. 802-807, jul. 2019.

HOEHN, M. M.; YAHR, M. D. Parkinsonism: onset, progression, and mortality. *Neurology*, v. 17, n. 5, p. 427-427, maio 1967.

HU, K. et al. Graph Sequence Recurrent Neural Network for Vision-Based Freezing of Gait Detection. *IEEE Transactions on Image Processing*, v. 29, p. 1890-1901, 2020a.

HU, K. et al. Vision-Based Freezing of Gait Detection With Anatomic Directed Graph Representation. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, v. 24, n. 4, p. 1215-1225, abr. 2020b.

KHAN, T.; WESTIN, J.; DOUGHERTY, M. Motion cue analysis for parkinsonian gait recognition. *The open biomedical engineering journal*, v. 7, p. 1-8, 2013.

LIN, S.-H. et al. Quantitative measurement of Parkinsonian gait from walking in monocular image sequences using a centroid tracking algorithm. *Medical and Biological Engineering and Computing*, v. 54, n. 2-3, p. 485-496, 2016.

MARCHETTI, G. F.; WHITNEY, S. L. Construction and Validation of the 4-Item Dynamic Gait Index. *Physical Therapy*, v. 86, n. 12, p. 1651-1660, 1 dez. 2006.

MORRIS, H. R. et al. The pathogenesis of Parkinson's disease. *The Lancet*, v. 403, n. 10423, p. 293-304, jan. 2024.

MUNHOZ, R. P. et al. The clinical diagnosis of Parkinson's disease. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 82, n. 06, p. 001-010, jun. 2024.

NIETO-HIDALGO, M. et al. Vision Based Gait Analysis for Frontal View Gait Sequences Using RGB Camera. Em: GARCÍA, C. R. et al. (Eds.). *Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence. Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer International Publishing, 2016a. v. 10069p. 26-37.

NIETO-HIDALGO, M. et al. A vision based proposal for classification of normal and abnormal gait using RGB camera. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 63, p. 82-89, out. 2016b.

NIEUWBOER, A.; GILADI, N. The challenge of evaluating freezing of gait in patients with Parkinson's disease. *British Journal of Neurosurgery*, v. 22, n. sup1, p. S16-S18, jan. 2008.

NUTT, J. G. et al. Freezing of gait: moving forward on a mysterious clinical phenomenon. *The Lancet Neurology*, v. 10, n. 8, p. 734-744, ago. 2011.

PEREZ-LLORET, S. et al. Prevalence, Determinants, and Effect on Quality of Life of Freezing of Gait in Parkinson Disease. *JAMA Neurology*, v. 71, n. 7, p. 884, 1 jul. 2014.

ROMERO, M.; ATEHORTÚA, A.; ROMERO, E. Quantifying Gait Patterns in Parkinson's Disease. (E. Romero et al., Eds.) Universidad Nacional de Colombia. Anais... Em: 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MEDICAL INFORMATION PROCESSING AND ANALYSIS. 2017.

RUPPRECHTER, S. et al. A Clinically Interpretable Computer-Vision Based Method for Quantifying Gait in Parkinson's Disease. *SENSORS*, v. 21, n. 16, ago. 2021.

SABO, A. et al. Assessment of Parkinsonian gait in older adults with dementia via human pose tracking in video data. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, v. 17, n. 1, p. 97, 14 jul. 2020.

SABO, A. et al. Estimating Parkinsonism Severity in Natural Gait Videos of Older Adults With Dementia. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, v. 26, n. 5, p. 2288-2298, maio 2022.

SARAH J. BANKS et al. Non-motor predictors of freezing of gait in Parkinson's disease. *Gait & Posture*, 2019.

SEDAI, S. et al. 3D human pose tracking using Gaussian process regression and particle filter applied to gait analysis of Parkinson's disease patients. 2013 IEEE 8th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA). Anais... Em: 2013 IEEE 8TH CONFERENCE ON INDUSTRIAL ELECTRONICS AND APPLICATIONS (ICIEA 2013). Melbourne, VIC: IEEE, jun. 2013. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6566631/>>. Acesso em: 13 abr. 2024

SNIJDERS, A. H. et al. Freezer or non-freezer: Clinical assessment of freezing of gait. *Parkinsonism & Related Disorders*, v. 18, n. 2, p. 149-154, fev. 2012.

SUN, R. et al. Higher Order Polynomial Transformer for Fine-Grained Freezing of Gait Detection. *IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL NETWORKS AND LEARNING SYSTEMS*, 12 abr. 2023.

TAN, D. M. et al. Freezing of Gait and Activity Limitations in People With Parkinson's Disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 92, n. 7, p. 1159-1165, jul. 2011.

THORP, J. E. et al. Monitoring Motor Symptoms During Activities of Daily Living in Individuals With Parkinson's Disease. *Frontiers in Neurology*, v. 9, p. 1036, 12 dez. 2018.
ZENG, Q. et al. SlowFast GCN Network for Quantification of Parkinsonian Gait Using 2D

Videos. 2022 12th International Conference on CYBER Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems (CYBER). Anais... Em: 2022 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CYBER TECHNOLOGY IN AUTOMATION, CONTROL, AND INTELLIGENT SYSTEMS (CYBER). Baishan, China: IEEE, 27 jul. 2022. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9907308/>>. Acesso em: 13 abr. 2024



SINAIS DE EEG PARA DIAGNÓSTICO DO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: UMA ABORDAGEM DE APRENDIZADO DE MÁQUINA

Wesley Gregorio Machado
Neferson Barbosa da Silva Ramos
Cristine Martins Gomes de Gusmão
Wellington Pinheiro dos Santos
Juliana Carneiro Gomes Cassemiro

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) engloba uma ampla gama de condições que afetam significativamente a capacidade de uma pessoa se comunicar e interagir socialmente, além de influenciar seus interesses e comportamentos, muitas vezes de maneira restrita e repetitiva (RUBIO-MARTÍN, S. et al., 2023). A complexidade do diagnóstico do TEA frequentemente resulta em atrasos na intervenção terapêutica, o que pode comprometer o prognóstico e o desenvolvimento das pessoas afetadas (RUBIO-MARTÍN, S. et al., 2023). Dificuldades persistentes na comunicação verbal e não verbal, juntamente com comportamentos repetitivos, são características frequentemente observadas nesse transtorno (SILVA et al., 2024).

A análise eletroencefalográfica (EEG) emergiu como uma ferramenta promissora para elucidar as bases neurobiológicas do TEA (MOHI UD DIN, 2023). No entanto, sua interpretação eficaz requer a integração de conhecimentos em neurociência e técnicas avançadas de aprendizado de máquina. Essa abordagem não apenas permite uma compreensão mais

profunda das alterações no funcionamento cerebral associadas ao TEA, mas também oferece perspectivas valiosas para o desenvolvimento de métodos diagnósticos mais precisos e personalizados.

Além disso, essa pesquisa e suas aplicações estão alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. O ODS 3 - Saúde e Bem-Estar visa reduzir a mortalidade prematura por doenças não transmissíveis e promover saúde mental, sendo o aprimoramento do diagnóstico e intervenção do TEA uma contribuição direta para esse objetivo (Meta 3.4). Da mesma forma, o ODS 4 - Educação de Qualidade busca garantir uma educação inclusiva e equitativa para todos, especialmente para crianças com necessidades especiais, sublinhando a importância de intervenções precoces e personalizadas para o desenvolvimento pleno desde a infância (Meta 4.2).

Assim, a melhoria contínua no diagnóstico e intervenção precoce do TEA não só promove o bem-estar e a inclusão social das pessoas afetadas (ODS 3), mas também fortalece os alicerces de uma educação inclusiva e de qualidade (ODS 4), essenciais para um futuro mais equitativo e sustentável.

Metodologia

Este estudo revisou a literatura sobre o uso de eletroencefalograma (EEG) e Inteligência Artificial (IA) no diagnóstico e tratamento do Transtorno do Espectro Autista (TEA), utilizando a base de dados SCOPUS. A estratégia de busca aplicada foi "EEG and Autism and AI", abrangendo publicações até 30 de junho de 2024. A seleção dos artigos seguiu critérios específicos de inclusão e exclusão para garantir relevância e qualidade. Critérios de Inclusão: ano de Publicação: Artigos

publicados nos últimos 5 anos (2019-2024); Tipo de Publicação: Artigos; Idioma: Publicações em inglês; Disponibilidade: Acesso ao texto completo; Relevância: Estudos focados na aplicação de EEG e IA no contexto do TEA, especificamente no diagnóstico ou tratamento.

Critérios de Exclusão: tipo de documento: excluídos resumos de conferências, revisões, cartas ao editor e capítulos de livros; Foco temático: Estudos que não abordam diretamente a interseção entre EEG, TEA e IA.

Eletroencefalografia

A eletroencefalografia (EEG) é uma técnica não invasiva que registra a atividade elétrica do cérebro através de eletrodos posicionados no couro cabeludo. Essa metodologia é fundamental para o diagnóstico de distúrbios neurológicos, como a epilepsia, para o monitoramento das funções cerebrais em situações clínicas, e para a pesquisa de processos cognitivos (Rubio-Martín et al., 2023).

Com os avanços tecnológicos recentes, o EEG tem se beneficiado de técnicas sofisticadas de processamento de sinais, permitindo análises mais precisas e personalizadas. Essas melhorias incluem a utilização de algoritmos de inteligência artificial e aprendizado de máquina para interpretar os dados de forma mais eficaz. A integração do EEG com essas abordagens avançadas promete revolucionar a compreensão do funcionamento cerebral e o diagnóstico de condições neurológicas, possibilitando intervenções mais específicas e eficientes.

Ao proporcionar uma janela direta para a atividade cerebral, o EEG continua sendo uma ferramenta indispensável

na neurociência e na prática clínica, com potencial crescente para transformar o campo da neurologia através da inovação tecnológica.

Transtorno do Espectro Autista

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um conjunto de condições do neurodesenvolvimento que afeta significativamente a maneira como uma pessoa percebe o mundo, interage socialmente e se comporta. Caracterizado por dificuldades na comunicação verbal e não verbal, padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades, o TEA varia amplamente em termos de gravidade e manifestação individual (Alves et al., 2023). O diagnóstico precoce é crucial para iniciar intervenções terapêuticas e educacionais personalizadas, o que pode resultar em melhorias significativas no desenvolvimento global e na qualidade de vida das crianças afetadas. Técnicas avançadas, como o eletroencefalograma (EEG), têm emergido como promissoras na identificação precoce de indicadores biológicos associados ao autismo (O'Neill e Shear, 2018). O EEG permite a análise da atividade elétrica cerebral, oferecendo insights sobre possíveis disfunções neurobiológicas que podem estar presentes desde idades precoces, facilitando intervenções direcionadas e eficazes.

Além das dificuldades primárias em comunicação e interação social, indivíduos com TEA podem apresentar uma variedade de características adicionais, como sensibilidades sensoriais exacerbadas, comportamentos repetitivos e dificuldades na adaptação a mudanças na rotina. Essas peculiaridades tornam o diagnóstico uma tarefa complexa,

frequentemente dependente da observação detalhada dos comportamentos, das interações sociais e dos interesses específicos de cada pessoa (Alves et al., 2023). Não há um teste médico definitivo para o diagnóstico de TEA, o que coloca a avaliação nas mãos de profissionais de saúde treinados, que utilizam critérios diagnósticos bem estabelecidos, como os descritos no Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5). A abordagem multidisciplinar, envolvendo pediatras, psicólogos, fonoaudiólogos e outros especialistas, é essencial para assegurar um diagnóstico preciso e completo.

IA / Abordagem de aprendizado de Máquina

A Inteligência Artificial (IA) é um campo da ciência da computação que se concentra no desenvolvimento de sistemas e algoritmos capazes de realizar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana. Esses sistemas são projetados para aprender, raciocinar, perceber e tomar decisões com base em dados, de forma autônoma e adaptativa. A IA abrange uma ampla gama de técnicas, incluindo aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural, visão computacional e redes neurais artificiais, com o objetivo de simular a inteligência humana em máquinas. Os sistemas de IA são treinados para reconhecer padrões complexos nos dados, extrair insights significativos e tomar decisões com base nesses padrões identificados. Por meio do aprendizado de máquina, os algoritmos de IA podem melhorar seu desempenho ao longo do tempo, ajustando-se a novas informações e refinando suas capacidades. A IA é aplicada em uma variedade de setores, incluindo saúde, finanças, manufatura, transporte e entretenimento, impulsionando a automação de tarefas, a

otimização de processos e a criação de soluções inovadoras para desafios complexos. A evolução contínua da Inteligência Artificial está transformando a maneira como interagimos com a tecnologia e como enfrentamos problemas em diversas áreas.

Discussão e resultados

Segundo Patil e Patil (2023), técnicas de EEG combinadas com um modelo de classificação alcançaram 97% de precisão na identificação de padrões cerebrais ligados ao autismo. Esses resultados são promissores, pois oferecem uma maneira objetiva e eficiente de diagnosticar o Transtorno do Espectro Autista (TEA).

Alves (2023) complementa que essa abordagem computacional não só ajuda a diferenciar entre TEA e outros distúrbios, mas também oferece uma base quantitativa para entender as alterações neurobiológicas do autismo. A inteligência artificial, portanto, pode personalizar tratamentos e intervenções, tornando-os mais eficazes para cada indivíduo com TEA.

Abdulhay et al. (2023) mostraram que a análise de EEG com um classificador neural teve uma precisão de 98,9% no teste e 95,0% na classificação geral, distinguindo eficientemente crianças com autismo de neurotípicas. Eles identificaram padrões de ativação em várias regiões cerebrais, destacando diferenças significativas. Por exemplo, crianças com autismo mostraram aumento em bandas de frequência extremas e diminuição na média, fornecendo insights valiosos sobre as características neurobiológicas do TEA. Essas variações na atividade cerebral podem estar ligadas a mudanças no

desenvolvimento cerebral e nas conexões neurais, afetando os sintomas cognitivos e comportamentais do autismo.

Considerações finais

Os estudos analisados revelam o potencial significativo das técnicas de EEG combinadas com modelos de classificação na identificação de padrões cerebrais associados ao Transtorno do Espectro Autista (TEA). A alta precisão alcançada por Patil e Patil (2023) e Abdulhay et al. (2023) evidencia a eficácia dessas abordagens na distinção entre indivíduos com autismo e neurotípicos. Alves (2023) reforça a importância dessa metodologia não apenas para o diagnóstico diferencial, mas também para a compreensão das alterações neurobiológicas subjacentes ao TEA. A aplicação de inteligência artificial na análise de sinais de EEG oferece uma ferramenta objetiva e quantitativa que pode revolucionar o diagnóstico e tratamento do autismo. Os padrões de ativação cerebral identificados proporcionam insights valiosos sobre as diferenças neurofisiológicas entre indivíduos com autismo e neurotípicos, influenciando diretamente a personalização de intervenções terapêuticas. Esses avanços sugerem que a integração de IA e neurociência pode levar a abordagens mais eficazes e adaptadas às necessidades específicas de cada pessoa com TEA, melhorando significativamente a qualidade de vida e os resultados clínicos. Além disso, essa abordagem contribui para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 3 e 4 da ONU, que visam assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos (ODS 3), e garantir uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade, promovendo oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos (ODS 4). A

continuidade e expansão dessas pesquisas são essenciais para o desenvolvimento de soluções inovadoras e inclusivas no campo do autismo.

Referências

RUBIO-MARTÍN, S. et al. Enhancing ASD detection accuracy: a combined approach of machine learning and deep learning models with natural language processing. *Health information science and systems*, v. 12, n. 1, 2024.

ALVES, C. L. et al. Diagnosis of autism spectrum disorder based on functional brain networks and machine learning. *Scientific reports*, v. 13, n. 1, p. 8072, 2023.

PATEL, M. et al. CNN-FEBAC: A framework for attention measurement of autistic individuals. *Biomedical signal processing and control*, v. 88, n. 105018, p. 105018, 2024.

PATIL, S.; PATIL, P. A clinical diagnosis based approach for EEG-based classification of autism spectrum disorder using Hilbert transform and single label SVM. 2023 7th International Conference On Computing, Communication, Control And Automation (ICCUBEA). *Anais...IEEE*, 2023.

ABDULHAY, E. et al. A 64-channel scheme for autism detection via scaled conjugate gradient-based neural network classification of electroencephalogram ripples' complexity. *Expert systems*, v. 40, n. 4, 2023.

O'Neill, M., & Shear, T. (2018). EEG for Diagnosis of Autism Spectrum Disorder. *Pediatric Neurology Briefs*, 32, 13. <http://dx.doi.org/10.15844/pedneurbriefs-32-13>

AUTORES E AUTORAS

Alana Elza Fontes da Gama

Professora Adjunta da UFPE na área de Engenharia de Reabilitação (Departamento de Engenharia Biomédica- DEBM), coordenadora do Grupo de Pesquisa em Engenharia de Reabilitação (DEBM), pesquisadora do VOXAR Labs (Centro de Informática) e do GP de Computação Biomédica (DEBM). Professora da pós graduação de Engenharia Biomédica (PPGEB), de Design (PPGDesign). Doutora em Ciências da Computação pela UFPE (2015) com período Sanduíche na Alemanha (TUM). Mestre em Fisioterapia da UFPE (2011). Graduada em Fisioterapia pela UFPB (2008).

Alisson Luiz Ribeiro de Oliveira

Mestrando em Engenharia Biomédica pela Universidade Federal de Pernambuco. Mestre em Neurociências, POSNEURO Universidade Federal de Pernambuco em 2016. Bacharel em Fisioterapia (UNINASSAU) em 2013. Atualmente é professor do curso de fisioterapia do Centro Universitário Brasileiro (UNIBRA) e de pós graduação na área de Fisioterapia Neurofuncional e Pilates.

Andresa Monik Cardozo

Bacharel em Biomedicina (UNIT-PE) em 2021. Atualmente Mestranda em Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Pernambuco (CTG-UFPE).

Camila Tiodista de Lima

Atualmente cursando o mestrado em Engenharia Biomédica na Universidade Federal de Pernambuco, possui graduação em Engenharia Elétrica (2023) e Técnico em Eletrotécnica (2017), ambos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco Campus Pesqueira.

Claurton de Albuquerque Siebra

PhD em Inteligência Artificial (IA) pela The University of Edinburgh, Reino Unido, onde trabalhou com planejamento multiagente em domínios colaborativos. Durante o período de doutoramento, investigou e apresentou trabalhos em temas como robótica de resgate (Osaka - Japão), controle de constelações de satélites (Agência Espacial Européia - Alemanha) e Técnicas e Aplicações Avançadas em IA (University of Cambridge - Inglaterra). Também foi pesquisador visitante na La Sapienza Università di Roma, onde trabalhou com linguagens de especificação para robótica cognitiva, e na University of Reading (UK), envolvido em sistemas inteligentes de monitoramento da saúde humana. Seu postdoc foi realizado na University of Geneva (Quality of Life Technologies Lab) e Imperial College London (Department of Surgery Cancer, Faculty of Medicine).

Cristine Martins Gomes de Gusmão

Doutora em Ciência da Computação, Centro de Informática Universidade Federal de Pernambuco (CIn-UFPE) em 2007, Mestre em Ciência da Computação (CIn-UFPE) em 2001 e Bacharel em Engenharia Elétrica (CTG-UFPE) em 1993. Atualmente é (i) professora associado 3 da Universidade Federal de Pernambuco (CTG-UFPE), Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica (DEBM-UFPE), com

atividades na graduação e pós-graduação; (ii) Pesquisadora Associada do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); (iii) Coordenadora do Grupo SABER Tecnologias Educacionais e Sociais e da UNA-SUS na UFPE. Membro do *International Council for Open and Distance Education* (ICDE), desde 2017. Membro do Comitê que advoga as Recomendações da UNESCO para implementação de Recursos Educacionais Abertos (REA) do ICDE OERAC, desde 2020. Membro individual da UniRede. Professora permanente dos Programas de Pós-graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB) e em Educação Matemática e Tecnológica (Edumatec) da UFPE e do Programa de Pós-graduação em Gestão e Inovação em Saúde (PPGGIS/UFRN). Principais áreas de atuação: Práticas e Recursos Educacionais Abertos, Educação mediada por Tecnologia, Produção e Desenho de Conteúdos Educacionais, Sistemas de Informação em Saúde, Gestão de Projetos, Computação Biomédica. Interesses: Desenvolvimento Sustentável - Agenda 2030, Recursos Educacionais Abertos, Ensino por Competências e Trilhas de Aprendizagem, Educação para Saúde, Impactos e Contribuições da Formação de Profissionais de Saúde, Territórios Inteligentes, Micro certificação (*Microcredentials*), Análise de Aprendizagem (*Learning analytics*), Saúde Conectada (*connected health*).

Gleydson Douglas de Siqueira Alves

Mestrando em Engenharia Biomédica (PPGEB-UFPE), pós-graduado em Fisioterapia em Terapia Intensiva Adulto (UNIRENTOR-RJ) e Bacharel em Fisioterapia (UNIVISA). Atualmente é (i) preceptor do curso de fisioterapia da UNIVISA (ii) Responsável Técnico da clínica escola de fisioterapia da UNIVISA.

Guaraci Guimarães Bastos Junior

Doutor em engenharia pela Université de Liège (Bélgica), mestre em mecânica computacional e graduado em engenharia mecânica - ambos pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atualmente é Professor Adjunto da UFPE, atuando no DEMEC e no PPGEB. Seus trabalhos de pesquisa atuais estão relacionados aos manipuladores robóticos flexíveis e soft (manipuladores cuja deformação estrutural deve ser controlada, permitindo redução de massa e maior velocidade). Particularmente, tem interesse na dinâmica/vibração, comando ótimo, identificação de sistemas, estimação, controle, projeto mecânico estrutural, otimização e geração de trajetória com detecção de colisão; considerando essencialmente os aspectos matemáticos e computacionais, além de validações experimentais. Tem interesse ainda na robótica cirúrgica (manipulação soft) e micro-inspeção (atuadores soft); além de áreas da engenharia aeronáutica/aeroespacial.

Juliana Carneiro Gomes Casseiro

Engenheira Biomédica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE-2016) com período sanduíche pelo programa Ciências sem Fronteiras (CAPES) nos Estados Unidos, onde cursou um ano letivo na Mercer University e atuou como pesquisadora no Advanced Imaging Algorithms and Instrumentation Laboratory (AIAI Lab da Johns Hopkins University School of Medicine, que proporcionou experiência na área de Processamento de Imagens de Tomografia Computadorizada (CT). Mestre em Engenharia Biomédica CTG/UFPE (2019), com pesquisa desenvolvida na área de Tomografia por Impedância Elétrica (TIE), com ênfase na reconstrução de imagens utilizando Redes Neurais Artificiais. Doutora em Engenharia da Computação na Universidade de

Pernambuco (UPE) e membro do Grupo de Pesquisa de Computação Biomédica - UFPE, com pesquisa com ênfase em Neurociências aplicadas. Atuou como professora substituta do Departamento de Física da UFPE e foi representante discente na Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior (CONAES). Atualmente pós-doutoranda no Departamento de Engenharia Biomédica (UFPE), docente temporária do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica (UFPE) e docente na Especialização em Ciências de Dados e Saúde Digital (UFPE).

Margareth Barbosa de Lacerda de La Puente

Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Especialista em Saúde Pública e UTI pelo Centro de Ensino Superior Dom Alberto em 2022; e, em Estomaterapia pela Faculdade de Enfermagem Nossa Senhora das Graças (FENSG - UPE) em 2011. Graduada em Direito pela Faculdade de Ciências Humanas (SOPECE) em 2017; e, em Enfermagem pela Universidade Salgado de Oliveira (UNIVERSO) em 2007. Atualmente, é Gerente de Enfermagem da Policlínica Centro, da Prefeitura da Cidade do Recife; e, Presidente do Comitê de Ética de Enfermagem do Hospital Ulysses Pernambucano (COREN-PE).

Marilu Gomes Netto Monte da Silva

Professora Adjunta no Departamento de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A formação acadêmica inclui a obtenção do diploma de graduação em Engenharia Biomédica pela UFPE em 2008, seguido por um Mestrado em Engenharia Elétrica Eletrônica em 2011 e um Doutorado em Engenharia Elétrica Telecomunicações em 2014, ambos também pela UFPE. É líder do Grupo de Pesquisa em Instrumentação Biomédica, concentrando esforços em pesquisa

e inovação. A trajetória profissional é direcionada à área de Engenharia Biomédica, com um foco específico na Instrumentação Médico-hospitalar, abrangendo tanto hardware quanto software para a aquisição e processamento de sinais e imagens. A expertise também abrange a aplicação de técnicas de inteligência artificial e reconhecimento de padrões nesse contexto. Uma área de pesquisa que recebe intensa dedicação é a Interface Humano-Máquina e a engenharia de reabilitação. As atividades também se estendem para a esfera de saúde pública, com envolvimento em pesquisas e desenvolvimento de tecnologias para monitorar o *Aedes aegypti* e auxiliar no diagnóstico das doenças causadas por esse vetor. Além disso, são conduzidos projetos que se concentram na monitoração remota de sinais vitais por meio de dispositivos vestíveis, buscando oferecer soluções de saúde mais acessíveis e práticas. Há uma participação ativa na avaliação de tecnologias médicas e dispositivos vestíveis, com o objetivo de contribuir para a melhoria contínua dessas ferramentas. Atua no desenvolvimento de próteses mioelétricas de baixo custo, utilizando tecnologias como a impressão 3D, visando facilitar o acesso a essas soluções para aqueles que delas necessitam. A atuação se estende também ao desenvolvimento de dispositivos médicos inovadores e simuladores de pacientes, essenciais para a calibração e avaliação dessas tecnologias.

Mayke Felipp de Araujo Martins

Residência Multiprofissional em Saúde Coletiva (SESAU-RECIFE) em 2021, Pós Graduação em Saúde Pública (Asces-Unita) em 2020 e Bacharel em Biomedicina (Asces-Unita) em 2017. Atualmente é Mestrando em Engenharia Biomédica (CTG-UFPE) e Servidor Público - Biomédico (HGV/SES-PE).

Neferson Barbosa da Silva Ramos

Doutorando em Educação Matemática e Tecnológica pelo (PPGEduamatec/UFPE em cotutela à Universidade de Coimbra - Portugal. Mestre pelo (PPGEduamatec/UFPE). Bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Licenciado em Pedagogia, especialista em gestão da educação e coordenação. Autor do livro "Metodologias Ativas na Educação On-line: uma análise a partir das Coreografias Didáticas na Educação Superior". Membro pesquisador da Rede de Territórios Inteligentes e Sustentáveis no âmbito Social e Educativo (Rede TISSE), ligada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Núcleo de Estudos e Pesquisas de Práticas Inovadoras (NEPPI- UFPE). Professor do ensino superior nas áreas: tecnologias digitais da informação e comunicação na educação (TDICs), políticas educacionais e legislação de ensino, fundamentos e novas práticas na educação inclusiva. Foi Design Instrucional bolsista do Núcleo de Telessaúde do Hospital das Clínicas (UFPE), design educacional na Eu Médico Residente e Analista Pedagógico do FAB LAB Recife. Atualmente participa do Observatório de Filosofia (CFCH-UFPE). Pesquisa territórios inteligentes, recursos educacionais abertos (REAS), curadoria digital, Metodologias ativas, protagonismo estudantil, EAD, educação on-line, ensino remoto, coreografias didáticas e tecnologias assistivas.

Patrícia Janaine Nunes Viana

Mestranda em Engenharia Biomédica (UFPE), especialista em Terapia Intensiva (Residência Multiprofissional em Terapia Intensiva - RHP/UFPE) em 2023, Bacharel em Fisioterapia (UNIFIS) em 2018.

Rebeca da Silva Fraga Botelho

Mestranda em Engenharia Biomédica, pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica (UFPE). Pós-graduada em Gestão em Saúde e Controle de Infecção Hospitalar, pela Faculdade INESP, em 2021, Especialista em Enfermagem do Trabalho, pela Universidade Dom Bosco (UCDB), em 2015, e em Saúde Coletiva, pelo Instituto Brasileiro de Pós-graduação e Extensão (IBPEX), em 2011. Bacharel em Enfermagem pela Faculdade Maurício de Nassau, em 2009. Pesquisadora do grupo de pesquisa ReaDS - Open, Flexible and Sustainable Learning (UFPE). Atualmente atuou como enfermeira no Serviço de Controle de Infecção Hospitalar (SCIH) do hospital da Restauração.

Thifany Ketuli Silva de Souza

Engenheira Biomédica e mestranda em Engenharia Biomédica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Possui experiência acadêmica em Inteligência Artificial aplicada ao diagnóstico de câncer de mama e foi membro do grupo de pesquisa em Computação Biomédica do Departamento de Engenharia Biomédica (DEBM) da UFPE. Membro fundador da Liga Acadêmica de Engenharia de Reabilitação de Pernambuco (LAERPE). Fez parte de pesquisa na avaliação da reabilitação motora de pacientes pós acidente vascular encefálico. Atualmente, atua como pesquisadora no Projeto CIN/Samsung SABIÁ e é membro do Grupo de Pesquisa em Engenharia de Reabilitação da UFPE.

Wellington Pinheiro dos Santos

Graduação em Engenharia Elétrica Eletrônica (2001) e mestrado em Engenharia Elétrica (2003) pela Universidade Federal de Pernambuco, e doutorado em Engenharia Elétrica pela

Universidade Federal de Campina Grande (2009). Atualmente é Professor Associado (dedicação exclusiva) do Departamento de Engenharia Biomédica do Centro de Tecnologia e Geociências - Escola de Engenharia de Pernambuco, Universidade Federal de Pernambuco, atuando na Graduação em Engenharia Biomédica e no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, do qual foi um dos fundadores (2011). Fundou o Núcleo de Tecnologias Sociais e Bioengenharia da Universidade Federal de Pernambuco, NETBio-UFPE (2012). É também membro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação da Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, desde 2009. É coordenador do Eixo Computação Biomédica e Bioengenharia do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Complexo Econômico-Industrial da Saúde - iCEIS. Tem experiência nas áreas de Engenharia Biomédica e Ciência da Computação, com ênfase em Processamento Gráfico (Graphics), atuando principalmente nos seguintes temas: processamento digital de imagens, reconhecimento de padrões, visão computacional, computação evolucionária, métodos numéricos de otimização, inteligência computacional, técnicas de formação de imagens, realidade virtual, game design e aplicações de Computação e Engenharia em Medicina e Biologia. É membro da Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica (SBEB), da Sociedade Brasileira de Inteligência Computacional (SBIC, ex-SBRN), e da International Federation of Medical and Biological Engineering (IFMBE).

Wesley Gregorio Machado

Mestrando em Engenharia Biomédica pela UFPE, Bacharel em Fisioterapia (2022), Atualmente Psicomotricista e Fisioterapeuta em clínicas multidisciplinares no Autismo.

Willams Francisco da Rocha

Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica (UFPE). Bacharel em fisioterapia pelo Instituto Pernambuco de Ensino Superior (2020). Especialista em Fisioterapia em Unidade de Terapia Intensiva - CEFFAP (2022). Experiência profissional em âmbito hospitalar (emergência, enfermarias e unidade de terapia intensiva) - Hospital da Restauração, Hospital Metropolitano Norte Miguel Arraes (HMA) e UPAs. Preceptor de alunos de graduação e residentes de Fisioterapia no HMA(2021-atual).

<i>Titulo</i>	Coletânea de Estudos teórico-práticos na
<i>Organização</i>	Engenharia Biomédica. Vol. 2 Neferson Barbosa da Silva Ramos Cristine Martins Gomes de Gusmão
<i>Formato</i>	Livro impresso e E-book (PDF)
<i>Tipografia</i>	Trebuchet MS





Esta obra está licenciado sob [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) por Universidade Federal de Pernambuco

