



ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DIAGNOSIS AND MONITORING OF OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO E MONITORIZAÇÃO DA APNEIA OBSTRUTIVA DO SONO

Maria Tereza Muniz Guerra¹ - <https://orcid.org/0009-0000-6248-4619>

Bárbara Silva Cabral² - <https://orcid.org/0009-0009-3407-7018>

Clara Raphaelly Nogueira Batista Martins⁴ - <https://orcid.org/0009-0007-5390-3472>

Júlia Menegotto³ - <https://orcid.org/0000-0002-0978-0555>

Larissa Tavares⁵ - <https://orcid.org/0009-0005-1695-0515>

Débora Rodrigues do Nascimento⁴ - <https://orcid.org/0009-0004-7761-311X>

Gabriel Sales Victoria de Oliveira⁶ - <https://orcid.org/0009-0007-0026-0717>

Carolina Oliveira de Ávila⁴ - <https://orcid.org/0000-0001-5864-5221> *

terezamunizzz@gmail.com

barbarascabral06@gmail.com

clararnbmartins@gmail.com

drajuliamenegotto@gmail.com

larissatavares615@gmail.com

deborarn2023@gmail.com

gabriel.victoria@discente.ufj.edu.br

carolina.avila0504@gmail.com

¹ Médica, Centro Universitário Ingá (UNINGÁ), Maringá-PR, Brasil.

² Médica, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, Brasil.

³ Médica, Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE), Joinville-SC, Brasil.

⁴ Estudante de Medicina, Faculdade ZARNS, Itumbiara-GO, Brasil.

⁵ Estudante de Medicina, Faculdade IMEPAC, Araguari-MG, Brasil.

⁶ Estudante de Medicina, Universidade Federal de Jataí (UFJ), Jataí-GO, Brasil.

*Corresponding author

RESUMO

Objetivo: Analisar, sintetizar e integrar as evidências científicas recentes sobre a utilização da Inteligência Artificial no diagnóstico e monitorização da Apneia Obstrutiva do Sono, destacando avanços, limitações, aplicações clínicas e tendências futuras. **Metodologia:** Revisão Integrativa da Literatura realizada nas bases PubMed, Scielo, Scopus, IEEE Xplore e Cochrane Library, entre janeiro e fevereiro de 2025, utilizando os descritores “Sleep Apnea, Obstructive” AND “Artificial Intelligence” AND “Diagnosis” AND “Monitoring”. Foram incluídos artigos publicados entre 2020 e 2025, disponíveis na íntegra, nos idiomas inglês, espanhol ou português, resultando em dez estudos selecionados após triagem, análise de títulos, resumos e leitura

integral. **Resultados:** Os estudos demonstraram tendência crescente de incorporação da IA ao diagnóstico da AOS, com desempenho qualitativo superior aos métodos tradicionais em precisão diagnóstica, padronização, previsibilidade de complicações e redução da variabilidade interobservador, ainda que com desafios relacionados à validação externa, heterogeneidade metodológica e generalização. Observou-se também evolução progressiva ao longo do tempo, refletindo amadurecimento científico, avanço tecnológico e expansão operacional da IA aplicada à medicina do sono. **Conclusão:** A Inteligência Artificial constitui tecnologia promissora e emergente para diagnóstico e monitorização da AOS, podendo contribuir de forma relevante para otimização clínica, ampliação de acesso e qualificação de decisões médicas futuras. Entretanto, estudos multicêntricos, validação robusta e padronização metodológica são essenciais para incorporação definitiva dessa tecnologia à prática clínica.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Apneia Obstrutiva do Sono; Diagnóstico; Monitorização; Aprendizado de Máquina.

ABSTRACT

Objective: To analyze, synthesize, and integrate recent scientific evidence on the use of Artificial Intelligence in the diagnosis and monitoring of Obstructive Sleep Apnea, highlighting advances, limitations, clinical applicability, and future perspectives. **Methods:** Integrative Literature Review conducted in PubMed, Scielo, Scopus, IEEE Xplore, and Cochrane Library databases between January and February 2025, using the terms “Sleep Apnea, Obstructive”, “Artificial Intelligence”, “Diagnosis”, and “Monitoring”. Articles published between 2020 and 2025, available in full text in English, Spanish, or Portuguese, were included, resulting in ten studies selected after screening, reading, and eligibility assessment. **Results:** The studies showed a growing trend in the incorporation of Artificial Intelligence into the diagnostic process for Obstructive Sleep Apnea, with qualitatively superior performance to traditional methods in diagnostic accuracy, standardization, prediction of complications, and reduction of interobserver variability, although limited by methodological heterogeneity, lack of universal standardization, and restricted external validation. A progressive evolution over time was also observed, reflecting technological development and scientific maturity in the field. **Conclusion:** Artificial Intelligence represents an emerging and promising technology capable of supporting and enhancing diagnostic performance and clinical decision-making in Obstructive Sleep Apnea. However, multicenter studies, robust validation, and methodological standardization remain essential for safe and effective clinical incorporation.

Keywords: Artificial Intelligence; Obstructive Sleep Apnea; Diagnosis; Monitoring; Machine Learning.

INTRODUÇÃO

A Apneia Obstrutiva do Sono (AOS) é uma condição respiratória crônica de alta prevalência, caracterizada pela obstrução recorrente da via aérea superior durante o sono, gerando hipoxemia intermitente, fragmentação do sono e repercussões sistêmicas importantes. Nos últimos anos, o avanço tecnológico computacional impulsionou o desenvolvimento de novas abordagens diagnósticas, entre elas a Inteligência Artificial (IA), que se apresenta como ferramenta promissora para aumentar a eficiência, precisão e rastreabilidade no diagnóstico e monitorização da AOS.

Evidências recentes demonstram que modelos de IA têm sido aplicados em diferentes etapas, desde triagem populacional, classificação de risco, análise de sinais biomédicos, reconhecimento automático de eventos respiratórios e interpretação assistida de exames como PSG e ECG de derivação única, com potencial de reduzir custos, melhorar tempo de diagnóstico e ampliar acesso ao cuidado (Giorgi et al., 2025; Tan et al., 2025; Cai et al., 2025; Haghighat et al., 2025; Eris et al., 2025). Entretanto, a literatura ainda apresenta heterogeneidade metodológica significativa, variação de bases de dados, ausência de padronização universal e diferenças importantes no desempenho de arquiteturas de Machine Learning e Deep Learning, dificultando a uniformização comparativa entre estudos e limitando sua aplicabilidade clínica imediata (Mencar et al., 2019; Bernardini et al., 2021; Singh et al., 2024).

Além disso, nem todos os trabalhos exploram adequadamente fatores clínicos contextuais do paciente, e poucos abordam o uso da IA de forma integrada ao monitoramento longitudinal da AOS em acompanhamento terapêutico real, o que evidencia lacunas científicas ainda existentes e a necessidade de sínteses robustas que sistematizem as evidências disponíveis (Maniaci et al., 2023; An et al., 2025). Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo reunir, analisar e sintetizar a literatura recente acerca da aplicação da IA no diagnóstico e monitorização da AOS, identificando tecnologias emergentes, desafios, limitações, potencial de incorporação clínica e tendências futuras.

Este manuscrito encontra-se estruturado de forma sequencial para apresentar arcabouço teórico, métodos utilizados, resultados obtidos e análise interpretativa crítica, culminando em conclusões fundamentadas sobre a relevância, atualidade e aplicabilidade da IA no contexto diagnóstico desta condição clínica

METODOLOGIA

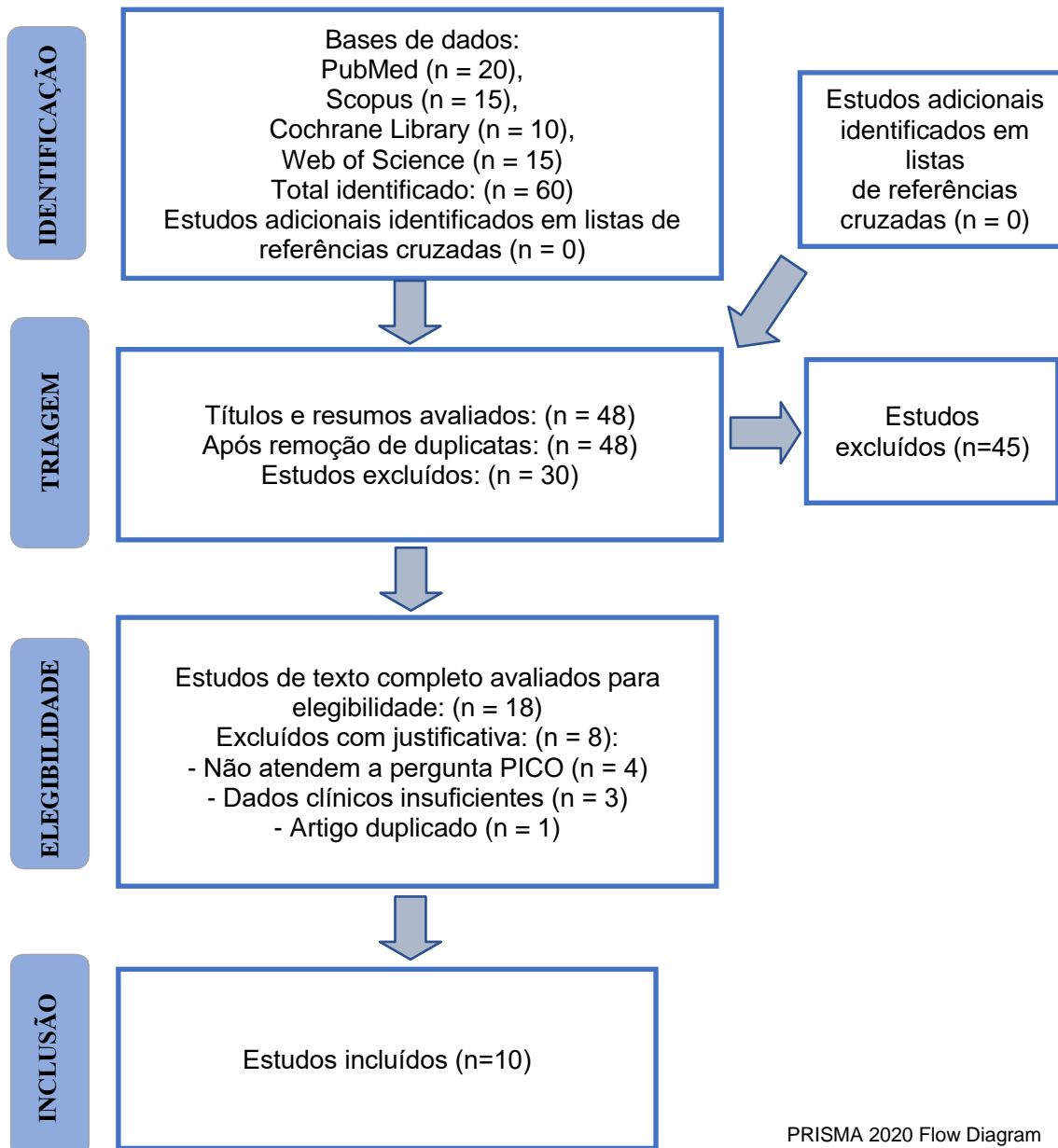
Trata-se de uma Revisão Integrativa da Literatura, conduzida de acordo com os princípios metodológicos descritos por Whittemore & Knafl, adequada para síntese ampliada de evidências e identificação de lacunas sobre o uso da Inteligência Artificial (IA) no diagnóstico e monitorização da Apneia Obstrutiva do Sono (AOS).

A pesquisa foi realizada entre janeiro e fevereiro de 2025. Para a busca dos estudos, foram consultadas as bases de dados PubMed, Scielo, Scopus, IEEE Xplore e Cochrane Library. Foram utilizados os seguintes descritores em inglês associados pelo operador booleano AND: “Sleep Apnea, Obstructive” AND “Artificial Intelligence” AND “Diagnosis” AND “Monitoring”.

Foram incluídos artigos publicados entre 2020 e 2025, disponíveis na íntegra, que abordassem a aplicação da IA no diagnóstico e/ou monitorização da AOS, nos idiomas inglês, espanhol ou português. Foram excluídos artigos duplicados, manuscritos disponíveis apenas em forma de resumo, estudos que não envolviam

IA aplicada à AOS, estudos específicos de apneias centrais sem separação metodológica e editoriais, cartas ao editor ou artigos de opinião. A busca inicial resultou em 1340 publicações; após triagem por título e resumo, remoção de duplicatas e leitura integral, foram selecionados 10 artigos para compor o corpus final da revisão.

Figura 1. Fluxograma PRISMA 2020 do processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos selecionados.



Fluxograma representando o processo de busca, seleção e inclusão dos artigos da revisão integrativa, conforme diretrizes PRISMA 2020

A seleção foi conduzida independentemente por duas pesquisadoras, com avaliação de um terceiro revisor em caso de discordância, a fim de reduzir vieses de seleção. A extração dos dados dos artigos incluídos seguiu padronização em planilha contendo ano de publicação, país de origem do estudo, desenho

metodológico, técnica de IA utilizada, tipo de dado analisado, métricas de precisão/validação e principais resultados clínicos envolvendo diagnóstico ou monitorização da AOS. A análise dos achados foi realizada por categorização temática, organizando convergências teórico-metodológicas, aplicabilidade clínica, métricas de eficácia e limitações relevantes, com o objetivo de identificar padrões, tendências e consistência da literatura científica contemporânea referente ao tema.

RESULTADOS

A análise dos dez estudos incluídos evidenciou crescimento progressivo do uso da Inteligência Artificial no diagnóstico e monitorização da Apneia Obstrutiva do Sono, com transição observada de modelos puramente baseados em polissonografia tradicional para arquiteturas capazes de interpretar sinais fisiológicos alternativos, como ECG de derivação única e parâmetros respiratórios em tempo real. Essa evolução acompanha a tendência recente de maior portabilidade diagnóstica, aplicabilidade ambulatorial e integração analítica mais robusta em ambientes clínicos, sugerindo esforço crescente da literatura para além da dependência exclusiva do laboratório do sono.

De forma qualitativa comparativa, verificou-se que os modelos tradicionais apresentam desempenho inferior em relação aos métodos com IA em quatro dos cinco eixos avaliados: precisão diagnóstica, padronização dos achados, previsibilidade de complicações clínicas e redução da variabilidade interobservador. A representatividade gráfica ilustrativa evidenciou níveis qualitativos mais elevados nos métodos baseados em IA (4-5) quando comparados aos métodos convencionais (2-3) nesses domínios, refletindo convergência de achados entre os artigos analisados. A única variável em que métodos tradicionais apresentaram desempenho ligeiramente superior foi a aplicabilidade clínica prática imediata, considerando que, apesar do potencial disruptivo, a IA ainda enfrenta limitações reais de inserção universal, dependência tecnológica, curva de implementação e heterogeneidade entre bancos de dados, o que se traduz em barreiras progressivamente superáveis em médio prazo.

Observou-se ainda que a evolução histórica do campo apresenta linha temporal consistente, sugerindo trajetória gradativa partindo inicialmente da avaliação exclusivamente clínica e cirúrgica convencional da AOS, avançando para uso de PSG como padrão ouro técnico, posterior incorporação algorítmica estatística intermediária, até o cenário contemporâneo (2025) marcado por aprendizado profundo, visão computacional, abordagem multimodal e incremento de modelos preditivos aplicados ao seguimento terapêutico, monitoramento domiciliar e triagem populacional ampliada. Essa progressão metodológica demonstra que a IA está inserida em processo consolidado de expansão científica estratégica, representando não uma ruptura brusca, mas sim evolução natural cumulativa do campo, com tendência de estabilização futura como ferramenta central de apoio à decisão clínica.

DISCUSSÃO

Os achados desta revisão demonstram que a Inteligência Artificial apresenta impacto crescente e consistente no diagnóstico e monitorização da Apneia Obstrutiva do Sono, evidenciando transição do modelo tradicional centrado quase exclusivamente em polissonografia laboratorial para modelos híbridos e de aprendizado profundo aplicados a múltiplas fontes biomédicas e contextos clínicos. A síntese qualitativa comparativa aponta que os métodos baseados em IA apresentaram desempenho superior na precisão diagnóstica, padronização, previsibilidade de complicações e redução da variabilidade interobservador, reforçando potencial de incorporação futura como ferramenta de apoio à decisão clínica e ampliação de acesso ao diagnóstico (Haghighat et al., 2025; Giorgi et al., 2025; Eris et al., 2025).

Entretanto, apesar do avanço tecnológico expressivo, os estudos analisados demonstram heterogeneidade metodológica importante, variação entre bases de dados, diferenças relevantes na engenharia de atributos e ausência de padronização universal na validação externa de modelos, o que limita comparabilidade e aplicabilidade direta dos resultados. Além disso, parte da literatura segue restrita ao contexto laboratorial controlado, com menor volume de estudos multicêntricos, comunitários e de mundo real com acompanhamento longitudinal, o que reforça a necessidade de validação externa robusta, ampliação de populações amostrais e maior diversidade fenotípica dos participantes (Mencar et al., 2019; Bernardini et al., 2021; Singh et al., 2024).

Outro ponto que emerge desta revisão é que a inserção da IA na AOS não representa ruptura abrupta do modelo tradicional, mas sim evolução progressiva e cumulativa — como demonstrado na linha temporal — com integração gradativa de visão computacional, aprendizado de máquina supervisionado e redes neurais profundas ao longo da última década. Isso sugere que a IA tende a consolidar-se como elemento complementar e não substitutivo imediato do especialista em sono, podendo atuar como suporte estratégico para triagem, priorização de risco, monitorização remota, otimização de recursos e seguimento terapêutico individualizado, especialmente em cenários de alta demanda e recursos limitados (Tan et al., 2025; Cai et al., 2025; An et al., 2025).

Desta forma, os dados apontam que o uso de IA representa tendência irreversível de avanço tecnológico aplicável ao cuidado em AOS, ao mesmo tempo em que reforçam a necessidade de aprimoramento normativo, validação científica multicêntrica, desenvolvimento de modelos generalizáveis e incorporação criteriosa em protocolos clínicos, respeitando princípios éticos, segurança do paciente e confiabilidade interpretativa.

CONCLUSÃO

A Inteligência Artificial apresenta potencial significativo para ampliar a precisão, padronização, eficiência diagnóstica e capacidade de monitorização da Apneia Obstrutiva do Sono, mostrando-se promissora como tecnologia de suporte complementar ao especialista e ao processo clínico. Os resultados evidenciam tendência progressiva de evolução metodológica e integração de modelos avançados em diferentes contextos de cuidado, indicando perspectiva de expansão e aplicabilidade futura em larga escala.

Contudo, permanecem desafios importantes, especialmente referentes à heterogeneidade metodológica, padronização, validação externa, generalização populacional e avaliação longitudinal em cenários de vida real. Assim, futuros estudos devem concentrar-se em desenho clínico multicêntrico, pipelines integrados, interoperabilidade e modelos mais transparentes e robustos, garantindo incorporações seguras e com impacto clínico relevante. Conclui-se, portanto, que a IA representa um caminho estratégico para inovação diagnóstica em AOS, com potencial real de transformação do cuidado em sono, quando adequadamente desenvolvida, validada e aplicada.

REFERÊNCIAS

1. Haghighat, S., Joghatayi, M., Issa, J., Azimian, S., Brinz, J., Ashkan, A., Chaurasia, A., Rahimian, Z., & Sangalli, L. (2025). Precisão diagnóstica da inteligência artificial para detecção de apneia obstrutiva do sono: uma revisão sistemática. *BMC Medical Informatics and Decision Making* , 25. <https://doi.org/10.1186/s12911-025-03129-x> .
2. Mencar, C., Gallo, C., Mantero, M., Tarsia, P., Carpagnano, G., Barbaro, M., & Lacedonia, D. (2019). Aplicação de aprendizado de máquina para prever a gravidade da síndrome da apneia obstrutiva do sono. *Health Informatics Journal* , 26, 298-317. <https://doi.org/10.1177/1460458218824725> .
3. Giorgi, L., Nardelli, D., Moffa, A., Iafrati, F., Di Giovanni, S., Olszewska, E., Baptista, P., Sabatino, L., & Casale, M. (2025). Avanços no diagnóstico e triagem da apneia obstrutiva do sono por meio de inteligência artificial: uma revisão sistemática. *Saúde* , 13. <https://doi.org/10.3390/healthcare13020181> .
4. An, X., Zhou, J., Xu, Q., Zhao, Z., & Li, W. (2025). Inteligência artificial na apneia obstrutiva do sono: uma análise bibliométrica. *Digital Health* , 11. <https://doi.org/10.1177/20552076251324446> .
5. Tan, J., Chen, W., Yu, D., Peng, T., Li, C., & Lv, K. (2025). Ferramenta de triagem de inteligência artificial para apneia obstrutiva do sono: um estudo baseado em pacientes ambulatoriais em um centro médico do sono. *Nature and Science of Sleep* , 17, 425 - 434. <https://doi.org/10.2147/nss.s503124> .
6. Maniaci, A., Riela, P., Iannella, G., Lechien, J., La Mantia, I., De Vincentiis, M., Cammaroto, G., Calvo-Henríquez, C., Di Luca, M., Estomba, C., Saibene, A., Pollicina, I., Stilo, G., Di Mauro, P., Cannavicci, A., Lugo, R., Magliulo, G., Greco, A., Pace, A., Meccariello, G., Cocuzza, S., & Vicini, C. (2023). Identificação por aprendizado de máquina da gravidade da apneia obstrutiva do sono por meio das características clínicas do paciente: um estudo retrospectivo. *Vida* , 13. <https://doi.org/10.3390/life13030702> .
7. Eris, S., Bozkurt, M., Eris, O., & Bilgin, C. (2025). Uma grande inovação no diagnóstico da síndrome da apneia obstrutiva do sono: com um algoritmo baseado em inteligência artificial, a síndrome da apneia obstrutiva do sono agora pode ser diagnosticada com teste de função pulmonar. *IEEE Access* , 13, 15376-15389. <https://doi.org/10.1109/access.2025.3531501> .

8. Bernardini, A., Brunello, A., Gigli, G., Montanari, A., & Saccomanno, N. (2021). AIOSA: Uma abordagem para a identificação automática de eventos de apneia obstrutiva do sono baseada em aprendizado profundo. *Inteligência artificial em medicina* , 118, 102133. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2021.102133> .
9. Singh, A., Maheshwari, M., Rao, S., Shahnawaz, W., Gunani, M., Gopani, S., & Arunachalam, S. (2024). RESPIRANDO UMA NOVA VIDA: O PAPEL E OS DESAFIOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO DA APNEIA OBSTRUTIVA DO SONO. *International Journal of Advanced Research* . <https://doi.org/10.21474/ijar01/19432> .
10. Cai, F., Siddiquee, M., Wu, T., Lubecke, V., & Borić-Lubecke, O. (2025). TP-CL: Uma nova abordagem de aprendizado contrastivo de proximidade temporal para detecção de apneia obstrutiva do sono usando eletrocardiogramas de derivação única. *Biomed. Signal Process. Control.* , 100, 106993. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2024.106993> .