

Escarro sem erro: Condutas de Enfermagem para a coleta de qualidade e prevenção de contaminações

Sputum without error: Nursing conducts for quality collection na contamination prevention

Espujo sin error: Conductas de Enfermería para una recolección de contaminaciones

Recebido: 19/11/2025 | Revisado: 27/11/2025 | Aceitado: 28/11/2025 | Publicado: 30/11/2025

Maria Alice Barbosa Serique

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5952-8307>
Centro Universitário Fametro, Brasil
E-mail: alice_serique2@hotmail.com

Karolayne Lima Marques

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1210-1369>
Centro Universitário Fametro, Brasil
E-mail: karolaynelima0925@outlook.com

Ludmilla Bianca Martins Mousinho

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0335-3432>
Centro Universitário Fametro, Brasil
E-mail: biancaludmilla19@gmail.com

Maria Eduarda Vale Da Silva Santos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3186-982X>
Centro Universitário Fametro, Brasil
E-mail: Eduardasantos04@icloud.com

Nayla Leonora de Paula Miranda

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9334-0344>
Centro Universitário Fametro, Brasil
E-mail: Leonoranayla@gmail.com

Suri Vitória De Oliveira Feitosa

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8580-730X>
Centro Universitário Fametro, Brasil
E-mail: hayashidasuri@gmail.com

Thiago Dos Santos Contadini

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9997-6944>
Centro Universitário Fametro, Brasil
E-mail: tcontadini67@gmail.com

Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar as evidências científicas relacionadas às condutas de enfermagem na coleta de escarro para diagnóstico de doenças respiratórias, com ênfase na tuberculose pulmonar, identificando práticas que garantem a qualidade da amostra e previnem contaminações. Trata-se de uma revisão integrativa conduzida segundo o PRISMA 2020, que incluiu dez estudos publicados entre 2020 e 2025. Os resultados demonstram que a qualidade do escarro depende diretamente da orientação adequada ao paciente, do uso correto dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), da supervisão técnica e do cumprimento das normas de biossegurança. As falhas mais frequentes incluem coleta de saliva em vez de secreção das vias aéreas inferiores, manipulação inadequada do frasco e transporte tardio, resultando em prejuízo diagnóstico e risco biológico. A literatura evidencia que a padronização da técnica, o treinamento contínuo da equipe de enfermagem, a indução de escarro quando necessária e o uso de protocolos institucionais reduzem contaminações, qualificam a assistência e aumentam a confiabilidade microbiológica. Conclui-se que a atuação da enfermagem é determinante para a precisão diagnóstica e para o controle das infecções respiratórias, especialmente em contextos de vigilância da tuberculose.

Palavras-chave: Enfermagem; Escarro; Biossegurança; Tuberculose.

Abstract

The aim of this study was to analyze scientific evidence on nursing practices in sputum collection for the diagnosis of respiratory diseases, particularly pulmonary tuberculosis, identifying strategies that ensure sample quality and prevent contamination. This is an integrative review conducted according to PRISMA 2020, including ten studies published between 2020 and 2025. The findings show that sample quality depends directly on adequate patient guidance, proper use of Personal Protective Equipment (PPE), technical supervision, and strict adherence to biosafety procedures. The most frequent errors include collecting saliva instead of lower airway secretions, mishandling of the container, and delayed transport, which compromise diagnostic accuracy and increase biological risk. The literature highlights that

technique standardization, continuous professional training, sputum induction when necessary, and the use of institutional protocols significantly reduce contamination, improve nursing performance, and enhance microbiological reliability. It is concluded that nursing plays a decisive role in diagnostic accuracy and in strengthening respiratory infection control actions, especially within tuberculosis surveillance programs.

Keywords: Nursing; Sputum; Biosafety; Tuberculosis.

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar la evidencia científica relacionada con las conductas de enfermería en la recolección de esputo para el diagnóstico de enfermedades respiratorias, especialmente la tuberculosis pulmonar, identificando prácticas que garanticen la calidad de la muestra y prevengan contaminaciones. Se trata de una revisión integradora realizada según PRISMA 2020, que incluyó diez estudios publicados entre 2020 y 2025. Los resultados muestran que la calidad del esputo depende directamente de la orientación adecuada al paciente, del uso correcto de los Equipos de Protección Personal (EPP), de la supervisión técnica y del cumplimiento riguroso de las normas de bioseguridad. Los errores más frecuentes incluyen la recolección de saliva en lugar de secreciones de las vías aéreas inferiores, la manipulación inadecuada del recipiente y el retraso en el transporte, lo que compromete la precisión diagnóstica y aumenta el riesgo biológico. La literatura destaca que la estandarización de la técnica, la capacitación continua del personal de enfermería, la inducción de esputo cuando es necesaria y el uso de protocolos institucionales reducen significativamente las contaminaciones, mejoran la calidad de la atención y aumentan la confiabilidad microbiológica. Se concluye que la enfermería desempeña un papel decisivo en la precisión diagnóstica y en el fortalecimiento de las acciones de control de infecciones respiratorias, especialmente en los programas de vigilancia de la tuberculosis.

Palabras clave: Enfermería; Espudo; Bioseguridad; Tuberculosis.

1. Introdução

A coleta de escarro constitui um dos métodos essenciais para o diagnóstico de doenças respiratórias, especialmente a tuberculose pulmonar, sendo considerada etapa determinante para a detecção do *Mycobacterium tuberculosis* e de outros agentes etiológicos clínicos relevantes (Brasil, 2022; Silva et al., 2021). A qualidade da amostra obtida impacta diretamente a precisão do diagnóstico microbiológico, de modo que procedimentos inadequados podem comprometer a efetividade das ações de vigilância e retardar o início oportuno do tratamento (Schultz et al., 2024).

Diversos estudos destacam que os principais erros relacionados à coleta decorrem da expectoração incorreta — geralmente saliva em vez de secreção traqueobrônquica — da manipulação inadequada do frasco coletor, do não cumprimento das normas de biossegurança e da ausência de supervisão técnica durante o procedimento (Silva et al., 2022; Ferreira & Almeida, 2021; Santos & Pacheco, 2024). Essas falhas comprometem a sensibilidade dos métodos diagnósticos, elevam a probabilidade de resultados falso-negativos e ampliam o risco de transmissão comunitária da tuberculose (World Health Organization [WHO], 2023).

A literatura também evidencia que, quando o paciente apresenta dificuldade de expectoração, técnicas auxiliares como a indução de escarro podem aumentar significativamente a taxa de amostras adequadas, desde que realizadas de forma segura, em ambiente ventilado e por profissionais devidamente treinados (Dragonieri et al., 2023; Gonçalves et al., 2023; Moermans et al., 2025). Entretanto, tais estratégias exigem preparo técnico e atenção rigorosa às normas de biossegurança para evitar contaminação do ambiente e riscos ocupacionais para a equipe (Licata et al., 2024; Musso et al., 2025).

Nesse contexto, a enfermagem desempenha papel fundamental na orientação prévia do paciente, na execução correta da técnica, na supervisão direta da coleta e na garantia de que todas as etapas estejam alinhadas aos protocolos de biossegurança e às diretrizes nacionais e internacionais (Brasil, 2022; Lima, Costa & Rezende, 2023). Estudos apontam que a padronização das técnicas, o treinamento contínuo da equipe e a utilização de materiais educativos são medidas eficazes para reduzir contaminações, qualificar a assistência e elevar a confiabilidade dos resultados laboratoriais (Martínez et al., 2022; Souza et al., 2022).

Diante da relevância clínica e epidemiológica desse tema, o objetivo deste estudo foi analisar as evidências científicas relacionadas às condutas de enfermagem na coleta de escarro para diagnóstico de doenças respiratórias, com ênfase na tuberculose pulmonar, identificando práticas que garantem a qualidade da amostra e previnem contaminações.

2. Metodologia

Fez-se uma investigação documental de fonte indireta do tipo revisão integrativa em artigos científicos (Snyder, 2019), num estudo de natureza quantitativa em relação à quantidade de 10 (Dez) artigos que foram selecionados para compor o "corpus" da pesquisa e, de natureza qualitativa em relação às discussões realizadas em relação aos artigos escolhidos (Pereira et al., 2018).

Este estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, método amplamente utilizado para sintetizar evidências científicas e permitir a integração de diferentes tipos de estudo, conforme proposto por Whitemore e Knafl (2005), consolidados no Brasil por autores como Souza, Silva e Carvalho (2010) e Botelho, Cunha e Macedo (2011). Essa abordagem possibilita uma análise abrangente e sistemática do fenômeno estudado, sendo adequada para a identificação de lacunas, convergências e tendências na produção científica em saúde.

A construção da revisão seguiu as etapas metodológicas descritas por Pereira et al. (2018), que reforçam a importância da definição clara da questão de pesquisa, estabelecimento de critérios de elegibilidade, busca sistematizada, avaliação crítica dos estudos e síntese interpretativa. Para garantir transparência e rastreabilidade, adotaram-se também as diretrizes do PRISMA 2020, amplamente recomendadas para revisões em saúde (World Health Organization [WHO], 2023).

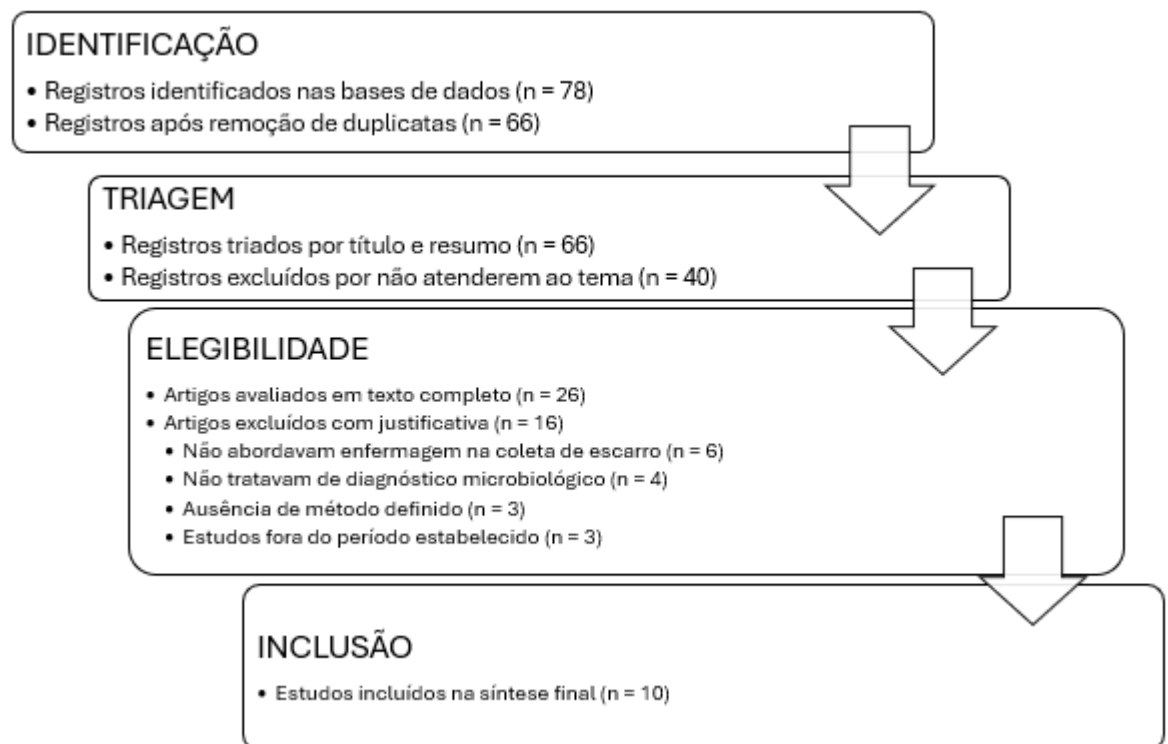
As buscas foram realizadas entre setembro e outubro de 2025 nas bases SciELO, LILACS/BVS, PubMed e Google Acadêmico, utilizando descritores combinados por operadores booleanos (AND/OR): “coleta de escarro”, “enfermagem”, “biossegurança”, “tuberculose” e “diagnóstico microbiológico”. A estratégia seguiu o rigor recomendado por Pereira et al. (2018), priorizando descritores DeCS/MeSH e garantindo reprodutibilidade das etapas de busca.

Foram incluídos artigos originais, revisões, protocolos institucionais e estudos clínicos publicados entre 2020 e 2025, disponíveis em texto completo, abertos e nos idiomas português, inglês ou espanhol (Brasil, 2022). Excluíram-se editoriais, estudos duplicados, resumos de eventos e trabalhos sem clareza metodológica ou sem relação com a atuação da enfermagem na coleta de escarro (Ferreira & Almeida, 2021; Santos & Pacheco, 2024).

A avaliação dos estudos seguiu os instrumentos de análise crítica do Joanna Briggs Institute (JBI) e do Critical Appraisal Skills Programme (CASP), conforme recomendado por Souza et al. (2010) e Botelho et al. (2011). A síntese dos achados foi organizada de forma narrativa e temática, como orientam Whitemore e Knafl (2005), contemplando: (1) técnicas e biossegurança na coleta; (2) papel da enfermagem na orientação; e (3) estratégias para reduzir contaminações e melhorar o diagnóstico (Souza et al., 2022; Lima, Costa & Rezende, 2023).

Para garantir transparência e rastreabilidade do processo de busca, seleção e elegibilidade dos estudos, apresenta-se a seguir a Figura 1 - Fluxograma PRISMA 2020, que demonstra as etapas percorridas até a composição da amostra final desta revisão.

Figura 1 - Fluxograma PRISMA 2020 – Revisão Integrativa.



Fonte: Autores (2025)

A síntese dos achados foi conduzida de forma narrativa e temática, organizada nos seguintes eixos: (1) técnicas e biossegurança na coleta de escarro; (2) papel da enfermagem na orientação e supervisão; e (3) estratégias para redução de contaminações e melhoria da qualidade diagnóstica (Souza et al., 2022; Lima, Costa & Rezende, 2023). A abordagem integrativa possibilitou comparar tendências, identificar lacunas e reunir evidências relevantes para o aprimoramento das práticas de enfermagem, com foco na padronização e segurança microbiológica.

3. Resultados e Discussão

A partir da análise dos estudos selecionados, tornou-se possível organizar os principais achados em um quadro sinóptico, permitindo visualizar de forma comparativa os tipos de pesquisa, os erros pré-analíticos identificados e as implicações para a prática de enfermagem. A seguir, apresenta-se o Quadro 1, que sintetiza os elementos centrais de cada estudo incluído na revisão integrativa, facilitando a compreensão das convergências, particularidades e contribuições de cada produção científica.

Quadro 1 - Quadro sinóptico dos estudos incluídos na revisão integrativa (n = 10).

Autor(es) / Ano	Tipo de Estudo	Principais Achados	Implicações para a Enfermagem
Silva et al. (2021)	Estudo clínico	Amostras inadequadas devido à presença de saliva e má orientação prévia.	Reforçar orientação verbal e supervisão direta.
Silva et al. (2022)	Revisão integrativa	Educação em saúde melhora qualidade do escarro e reduz erros.	Utilizar materiais educativos e explicações estruturadas.
Ferreira & Almeida (2021)	Estudo aplicado	Falhas em biossegurança impactam coleta e segurança do trabalhador.	Reforçar uso de EPI e treinamentos periódicos.
Santos & Pacheco (2024)	Estudo transversal	Riscos ocupacionais elevados em ambientes sem ventilação.	Realizar coletas em áreas abertas e ventiladas.

Autor(es) / Ano	Tipo de Estudo	Principais Achados	Implicações para a Enfermagem
Martínez et al. (2022)	Estudo internacional	Orientação adequada aumenta taxa de amostras diagnósticas.	Implementar abordagem educativa padronizada.
Dragonieri et al. (2023)	Revisão internacional	Indução de escarro é eficaz quando bem supervisionada.	Capacitar equipe para técnica de indução.
Gonçalves et al. (2023)	Estudo observacional	Alta eficácia diagnóstica com indução de escarro.	Utilizar indução em pacientes com dificuldade de expectoração.
Musso et al. (2025)	Estudo clínico	Avalia eficácia de indução vs. broncoaspiração.	Indução pode substituir métodos invasivos em muitos casos.
Moermans et al. (2025)	Série real-life	Alta taxa de sucesso em indução com segurança.	Necessidade de protocolos rígidos de biossegurança.
Brasil (2022)	Protocolo oficial	Normas técnicas para coleta segura e transporte.	Adesão obrigatória aos POPs institucionais.

Fonte: Autores (2025).

A análise dos dez estudos incluídos nesta revisão demonstrou que a coleta de escarro é reconhecida, de forma praticamente unânime, como uma das etapas mais determinantes para o diagnóstico de infecções respiratórias, especialmente a tuberculose pulmonar. Os estudos convergem ao afirmar que a qualidade da amostra exerce impacto direto sobre a sensibilidade e especificidade dos testes microbiológicos, sendo a enfermagem o eixo central na prevenção de erros pré-analíticos e na garantia da integridade da amostra (Silva et al., 2021; Souza et al., 2022).

Os achados também revelam que os erros mais frequentes estão relacionados à obtenção de saliva em vez de secreção traqueobrônquica, ao armazenamento inadequado, ao transporte tardio, à manipulação incorreta do recipiente coletor e à ausência de orientação estruturada ao paciente. Esse padrão de falhas evidencia que a produção de uma amostra adequada não depende apenas da fisiologia do paciente, mas principalmente da comunicação efetiva entre equipe e paciente, e da supervisão direta do procedimento, reforçando o papel educativo da enfermagem (Silva et al., 2022; Martínez et al., 2022).

O componente educacional se destaca como a intervenção mais relevante para melhorar a qualidade da coleta. Os estudos destacam que instruções verbais isoladas são insuficientes; o paciente precisa compreender a origem fisiológica do escarro, o momento ideal para a coleta, a importância da higiene bucal e o padrão de expectoração esperado. A literatura mostra que estratégias multimodais — como demonstração prática, material ilustrado e orientações reforçadas — aumentam significativamente a taxa de amostras adequadas (Martínez et al., 2022; Silva et al., 2022). Essa abordagem é ainda mais necessária em pacientes com baixo nível de escolaridade ou com barreiras linguísticas, frequentemente atendidos nos serviços de atenção primária.

Outro eixo de destaque é a biossegurança. Os estudos são enfáticos ao ressaltar que a coleta de escarro gera aerossóis potencialmente contaminados, configurando risco ocupacional elevado quando executada sem o uso adequado de EPI ou em ambientes sem ventilação (Ferreira & Almeida, 2021; Santos & Pacheco, 2024). O uso de máscara N95/PFF2, avental, luvas e face shield, além da realização da coleta em áreas abertas ou salas com pressão negativa, é apontado como imprescindível. A ausência dessas condições favorece a contaminação cruzada, amplia a exposição do trabalhador e compromete a segurança do paciente — reforçando a necessidade de POPs atualizados e cumprimento rigoroso das diretrizes nacionais (Brasil, 2022).

Além das estratégias educativas e de biossegurança, os estudos destacam a técnica de indução de escarro como alternativa eficaz para pacientes que não conseguem expectorar espontaneamente. Pesquisas internacionais evidenciam que a indução com solução salina hipertônica aumenta a taxa de amostras positivas sem elevar significativamente o risco de eventos adversos, desde que realizada por profissionais capacitados e em ambiente controlado (Dragonieri et al., 2023; Gonçalves et al., 2023; Moermans et al., 2025). A técnica supera abordagens invasivas, como broncoaspiração, preservando o conforto do paciente

e reduzindo custos operacionais (Musso et al., 2025; Licata et al., 2024). Contudo, exige treinamento rigoroso e monitoramento contínuo, sendo considerada uma prática segura, mas não isenta de responsabilidade técnica.

A análise integrada dos estudos também revela lacunas importantes na assistência. Em especial, a falta de padronização entre serviços, a insuficiência de treinamentos e a baixa adesão aos protocolos oficiais foram mencionados como entraves persistentes para a coleta adequada. Essas fragilidades impactam a vigilância epidemiológica, ampliam a circulação do *Mycobacterium tuberculosis* e retardam o início do tratamento (WHO, 2023; Lima, Costa & Rezende, 2023). Em contrapartida, programas de capacitação periódica, auditorias internas e implementação de checklists foram associados à melhora expressiva nos indicadores de qualidade das amostras (Souza et al., 2022; Brasil, 2022).

No conjunto, os estudos reforçam que a enfermagem desempenha papel estratégico na prevenção de contaminações, na promoção da segurança biológica e na acurácia diagnóstica. A coleta de escarro não deve ser compreendida como um procedimento isolado, mas como um processo complexo que articula conhecimento técnico, comunicação educativa, biossegurança, supervisão e julgamento clínico. Assim, a prática baseada em evidências é indispensável para qualificar o diagnóstico e fortalecer as ações de controle da tuberculose no Sistema Único de Saúde.

4. Conclusão

Os achados desta revisão integrativa reforçam que a coleta de escarro é uma etapa crítica para o diagnóstico de doenças respiratórias, sobretudo da tuberculose pulmonar, e que a qualidade da amostra depende de forma direta da atuação qualificada da enfermagem. A literatura analisada evidencia que erros pré-analíticos ainda são frequentes — especialmente a obtenção de saliva em vez de secreção pulmonar, a manipulação inadequada do recipiente coletor, o transporte tardio e falhas no cumprimento das normas de biossegurança (Silva et al., 2021; Ferreira & Almeida, 2021; Santos & Pacheco, 2024). Esses fatores comprometem a sensibilidade dos métodos microbiológicos, favorecem resultados falso-negativos e contribuem para o atraso diagnóstico, impactando a vigilância epidemiológica.

A revisão demonstra que intervenções educativas estruturadas, supervisão direta da coleta, padronização da técnica e uso rigoroso de equipamentos de proteção individual são práticas essenciais para reduzir contaminações e garantir maior acurácia diagnóstica (Silva et al., 2022; Martínez et al., 2022). Da mesma forma, a indução de escarro, quando realizada por profissionais capacitados e em ambiente seguro, configura-se como estratégia eficaz para pacientes com dificuldade de expectoração, ampliando o rendimento diagnóstico sem aumentar significativamente o risco biológico (Dragonieri et al., 2023; Gonçalves et al., 2023; Moermans et al., 2025).

Assim, conclui-se que o fortalecimento da prática de enfermagem — por meio de capacitação contínua, atualização de protocolos institucionais, educação em saúde e monitoramento da qualidade da coleta — é indispensável para aprimorar a segurança biológica e a efetividade dos programas de controle da tuberculose, em consonância com diretrizes nacionais e internacionais (Brasil, 2022; WHO, 2023). A coleta de escarro não deve ser compreendida apenas como procedimento técnico, mas como um processo complexo que envolve responsabilidade ética, biossegurança, comunicação clara e tomada de decisão clínica.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras investiguem intervenções educativas inovadoras, protocolos de indução de escarro aplicáveis à atenção primária e estratégias de auditoria que possam subsidiar melhorias contínuas na prática assistencial, contribuindo para diagnósticos mais precisos e para o fortalecimento das ações de vigilância em saúde.

Referências

African Journal of Thoracic and Critical Care Medicine (AJTCCM). (2024). *Safety and yield of sputum induction for diagnosis*. AJTCCM, 30(1), 1–5.

- Botelho, L. L. R., Cunha, C. C. A., & Macedo, M. (2011). O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Administração: Ensino e Pesquisa*, 12(1), 1–22.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2022). *Guia de orientações para coleta de escarro*. Brasília: Ministério da Saúde.
- Dragonieri, S., Carpagnano, G. E., Lacedonia, D., Foschino-Barbaro, M. P., & Carratù, P. (2023). Methodological aspects of induced sputum. *Diagnostics*, 13(7), 1–13.
- Ferreira, T. M., & Almeida, C. L. (2021). Capacitação da equipe de enfermagem na coleta de escarro: Impacto na biossegurança e qualidade diagnóstica. *Revista Enfermagem Atual In Derme*, 95, 1–7.
- Gonçalves, B., Silva, R. F., & Torres, A. L. (2023). Sputum induction and its diagnostic applications. *Frontiers in Allergy*, 2023, 1–13.
- Licata, M. A., Rodrigues, P., & Gomez, E. (2024). Clinical utility of induced sputum and bronchoalveolar lavage. *Pathogens*, 13(2), 1–12.
- Lima, P. S., Costa, M. F., & Rezende, D. C. (2023). Práticas seguras de coleta de escarro na atenção primária: Desafios e perspectivas. *Revista de Saúde Pública*, 57, 1–8.
- Martínez, J. R., Valdez, M. A., & Sánchez, D. (2022). Patient education strategies to improve sputum sample quality for tuberculosis diagnosis. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 46, e1–e9.
- Moermans, C., et al. (2025). The success rate and safety of induced sputum: A large real-life series. *Respiratory Medicine*, 2025, 1–10.
- Musso, M., Herrera, C., & López, R. (2025). Diagnostic yield of induced sputum and bronchoalveolar lavage in suspected pulmonary tuberculosis. *BMC Infectious Diseases*, 25, 1–9.
- Pereira, A. L. F., Nascimento, D. R., & Rodrigues, J. D. M. (2018). Revisão integrativa: conceitos e métodos utilizados na enfermagem. *Revista Enfermagem Atual In Derme*, 84, 1–7.
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [ebook gratuito]. Santa Maria: Editora da UFSM.
- Santos, E. L., & Pacheco, R. F. (2024). Biossegurança na coleta de escarro: Riscos ocupacionais e medidas preventivas. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 77(1), 1–11.
- Silva, R. A., Moreira, D. A., & Campos, P. S. (2021). A importância da qualidade da amostra na coleta de escarro para diagnóstico da tuberculose pulmonar. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 74(4), 1–9.
- Silva, K. N., Almeida, J. F., & Souza, M. R. (2022). Tecnologias educativas para orientação da coleta de escarro da tuberculose pulmonar: Revisão integrativa. *Revista Enfermagem em Foco*, 13(2), 1–10.
- Snyder, H. (2019). Revisão da literatura como metodologia de pesquisa: uma visão geral e diretrizes. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2019.07.039>.
- Souza, V. M., Teles, A. C., & Moura, C. E. (2022). Orientação e supervisão da coleta de escarro: O papel da enfermagem na prevenção de resultados falso-negativos. *Revista de Enfermagem do Centro-Oeste Mineiro*, 12, 1–10.
- Souza, M. T., Silva, M. D., & Carvalho, R. (2010). Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein*, 8(1), 102–106.
- Whittemore, R., & Knafl, K. (2005). The integrative review: Updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, 52(5), 546–553.
- World Health Organization (WHO). (2023). *Operational handbook on tuberculosis: Module 3 – Diagnosis*. Geneva: WHO.