

ISSN 2675-3510

REVISTA CIENTÍFICA ESPAÇO MULTICADÊMICO
Volume 5, número 2

Vila Velha
2026

EXPEDIENTE

**Publicação Semestral
ISSN 2675-3510**

**Revisão Português
Andressa Borsoi Ignêz**

**Capa
*Marketing Faculdade Multivix Vila Velha***

Os artigos publicados nesta revista são de inteira responsabilidade de seus autores e não refletem, necessariamente, os pensamentos dos editores.

Correspondências
Coordenação de Pesquisa e Extensão Faculdade Multivix Vila Velha
Rod. do Sol, 3990 - Jockey de Itaparica, Vila Velha - ES, 29129-640
E-mail: espaçomultiacademico@multivix.edu.br

FACULDADE MULTIVIX VILA VELHA**DIRETOR EXECUTIVO**

Tadeu Antônio de Oliveira Penina

DIRETORA ACADÊMICA

Eliene Maria Gava Ferrão Penina

DIRETOR ADMINISTRATIVO E FINANCEIRO

Fernando Bom Costalonga

DIRETOR GERAL

Poline Fernandes Fialho

COORDENADORA ACADÊMICA

Fabiana Salvador

COMISSÃO EDITORIAL

Alexandra Barbosa Oliveira

Fabiana Salvador

Vagner Rocha Simonin de Souza

BIBLIOTECÁRIA

Alexandra Barbosa Oliveira

COORDENADORES DE CURSO

Eduarda Barboza Layber de Jesus

Fabio da Silva Mattos

Francarlo Luiz dos Santos Silva

Glauciene Januário de Sousa

Henrique Meiroz de Souza Almeida

Isabella dos Santos Alves

Jose Ramos de Sousa

Júlio Marco Mainenti Rosalém

Fernando Vicente Rébulo Segundo

Raul Victor Fernandes da Costa

Thais Roberta Correa Vieira

Thaisa Helena Fonseca Medeiros

Vagner Rocha Simonin de Souza

Revista Científica Espaço Multiacadêmico / Faculdade Multivix
Vila Velha Ensino, Pesquisa e Extensão Ltda – v. 2. n. 2,
2025 – Vila Velha: MULTIVIX, 2026

Semestral
ISSN **2675-3510**

1. Produção Científica - Periódicos. I. Faculdade Multivix
Vila Velha.

CDD. 005

APRESENTAÇÃO

A Revista Científica Espaço Multiacadêmico, criada em 2021 e aprovada com registro ISSN: 2675-3510, trata-se de um órgão oficial de divulgação científica da Faculdade Multivix Vila Velha e tem por finalidade compartilhar publicações originais e inéditas de interesse nas áreas da Ciências Humanas, Exatas e da Saúde.

A Revista admite artigos originais, artigos de revisão, artigos de atualização e/ou divulgação, relato de caso, relatos de experiências, resenhas e artigos de atividade de ensino de discentes e docentes desta instituição, bem como de colaboradores externos no âmbito da graduação, com o intuito de propagar uma produção intelectual de qualidade no cenário nacional e internacional.

Desde a sua origem, a Revista cumpre fielmente os requisitos de periodicidade semestral e normalização para publicação científica, sendo a mesma de acesso aberto e submissão contínua, após a aprovação pelo Conselho Editorial, composto por docentes da Faculdade Multivix Vila Velha.

Nossa missão é publicar manuscritos de elevado nível técnico-científico que contribuam, direta ou indiretamente, para a promoção do conhecimento nas mais diversas áreas.

Que tenhamos uma boa leitura!

SUMÁRIO

ESTUDO DE CASO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO NA GRANDE VITÓRIA	8
Gabriel Rigoni Bom, Marcelo Soares da Silva, Lucas Broseghini Totola.	
OCORRÊNCIAS E CAUSAS DE LESÕES EM CORREDORES DE RUA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA	32
Leonardo Báfica do Nascimento, Lorena Rodrigues da Silva Madeira, Pedro Henrique Bessa Pinheiro, Simone Alves de Almeida Simões	
<i>ALLIUM SATIVUM</i> NO COMBATE AO STAPHYLOCOCCUS AUREUS RESISTENTE À METICILINA	44
Bárbara Muliterno Correa, Débora Mozer Carminati, Giovanna Pereira Cabral Dias, Mayara Fumiere Lemos.	
O PROCESSO DE INCLUSÃO ESCOLAR DE UM ALUNO COM TRANSTORNOS DO NEURODESENVOLVIMENTO	76
Letícia Guimarães Mora Barroso; Durdienne Souza Santos; Poliana Soares Barreto, Matheus Ícaro Vaz	
O PAPEL DO CIRURGIÃO-DENTISTA NA IDENTIFICAÇÃO DE ABUSO SEXUAL INFANTIL.....	91
Livia Quintino Nogueira, Lúcia Helena de Lima Nunes, Sarah de Lourdes Costa Quaresma, Lygia Rostoldo Macedo.	
PERSPECTIVAS DO USO DO COGUMELO REISHI NA SAÚDE MENTAL.....	113
Ana Beathriz dos Santos Silva. Andrei Silva Azevedo, Lizandra dos Santos Ferrari, Mayara Fumiere Lemos	
COMPARATIVO TÉCNICA ENTRE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA 2.0 ASPIRADO X 1.0 TURBO	139
Breno Souza Bonadiman Garcia, Sara Gambarini do Carmo, Vitor da Silva Vieira, Gilberto Estevão Bastos	
AVALIAÇÃO DE SOLDABILIDADE EM AÇOS INOX SUPER DUPLEX.....	160
Henry Kemper, Jader Fernandes de Oliveira, Lívia França dos Santos, Alan Victor Ferreira Modolo	
TRISMO INDUZIDO POR RADIOTERAPIA EM PACIENTES ONCOLÓGICOS DE CABEÇA E PESCOÇO: ANÁLISE DESCRITIVA LONGITUDINAL COM OHIP.....	182
Beatriz Costa Kil, Beatriz Vitório de Souza, Laryssa Nogueira Penido, Eduarda Barboza Layber de Jesus	
DESAFIOS DA GESTÃO INTELIGENTE EM CONDOMÍNIOS DE SHOPPING: UMA ANÁLISE TEÓRICA SOBRE CUSTOS E MELHORIAS COM USO DE TECNOLOGIA.....	197
Lusmar dos Santos Rangel, Simone Alves de Oliveira, Simone Ferreira da Silva de Jesus, Maycon da Silva Dellatorri	

PREVENÇÃO DE QUEDAS EM IDOSOS: FORTALECIMENTO ATRAVÉS DO EXERCÍCIO FÍSICO214

Isaque Pereira Lima, Vinicius Monteiro Caetano, Fabio Luiz Jesus Magalhães

TÉCNICAS DE CONDICIONAMENTO ODONTOLÓGICO EM CRIANÇAS PORTADORAS DO ESPECTRO AUTISTA231

Isabela Auer Guss, Monique Oliveira, Thanysnaira Camuzzi, Eduarda Layber de Jesus

ESTUDO DE CASO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO NA GRANDE VITÓRIA

Gabriel Rigoni Bom¹

Marcelo Soares da Silva¹

Lucas Broseghini Totola²

Assistente técnico civil, acadêmico do curso de Engenharia Civil¹

Mestre em Engenharia Civil – Docente Multivix - Vila Velha²

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar as manifestações patológicas observadas em um condomínio residencial de 13 pavimentos e 78 unidades habitacionais, localizado no bairro Praia de Itaparica, município de Vila Velha – ES, cuja estrutura é composta por lajes protendidas. A pesquisa apresenta relevância por contribuir para a compreensão das causas e da evolução de danos que comprometem a durabilidade, segurança e desempenho das edificações, especialmente em regiões litorâneas sujeitas à ação agressiva da maresia, alta umidade relativa do ar e variações térmicas. A metodologia baseou-se em visitas técnicas para inspeção visual, registro fotográfico e análise qualitativa das manifestações, com posterior comparação aos parâmetros estabelecidos pelas normas ABNT NBR 6118:2023 e NBR 15575:2021. Entre as patologias identificadas destacam-se fissuras e trincas em fachadas e áreas comuns, exposição localizada de armaduras, infiltrações associadas às trincas e trincas em vãos de janelas e básculas, relacionadas à ausência ou inadequação de vergas, contravergas e reforços em argamassas de revestimento. Os resultados evidenciaram correlação entre os danos e falhas construtivas, execução inadequada, ausência de manutenção preventiva e influência de agentes ambientais típicos da região.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas; Edificações; Manutenção Predial; Durabilidade Estrutural.

1 INTRODUÇÃO

O concreto armado consolidou-se como um dos materiais mais utilizados na construção civil por sua elevada resistência, versatilidade e capacidade de conformação. A combinação entre concreto e aço garante bom desempenho mecânico em diversos tipos de edificações. Entretanto, Mehta e Monteiro (2014) ressaltam que sua durabilidade depende diretamente da qualidade dos materiais, da execução e das condições ambientais às quais a estrutura é exposta.

Em regiões litorâneas como a Grande Vitória (ES), as edificações enfrentam ambiente agressivo, marcado por alta umidade, salinidade e ventos com partículas marinhas (Silva e Santos, 2020). Esses fatores aceleram a corrosão das armaduras, fissuração e perda de resistência. Dal Molin (2011) aponta que aerossóis marinhos e variações térmicas intensificam a deterioração em fachadas e elementos estruturais. Segundo Neville (2011), ambientes agressivos com ciclos de umedecimento e secagem, variações térmicas e presença de cloretos geram reações expansivas no concreto e perda de aderência aço–matriz, reduzindo a integridade estrutural. Ribeiro (2019) destaca que, em fachadas de áreas marítimas, a penetração de cloretos e a carbonatação são os principais agentes de deterioração precoce.

Além do ambiente, fatores construtivos influenciam a origem de anomalias. Custódio (2018) observa que falhas de execução, como adensamento inadequado, cura insuficiente e ausência de juntas de dilatação, favorecem fissuras e infiltrações. Santos (2017) verificou que materiais de baixa qualidade e ausência de controle tecnológico estão associados a manifestações de degradação em alvenarias estruturais.

Outro aspecto relevante é a manutenção das edificações. A falta de inspeções periódicas e de um plano de manutenção preventiva é um dos principais fatores que intensificam a deterioração das estruturas. Silva e Santos (2020) afirmam que a ausência de um cronograma sistematizado de manutenção resulta em aumento dos custos de recuperação e redução significativa da vida útil das construções.

Portanto, relevância deste estudo está na necessidade de compreender as causas e os mecanismos que promovem a deterioração do concreto armado em ambientes costeiros, contribuindo para o desenvolvimento de medidas de prevenção e correção mais eficazes. Ribeiro (2019) enfatiza que a análise das condições de

durabilidade em ambientes agressivos é essencial para a melhoria das práticas construtivas e de manutenção predial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico, serão abordados os principais conceitos teóricos e fundamentos técnicos relacionados às manifestações de degradação em estruturas de concreto armado, com ênfase nos mecanismos que comprometem sua durabilidade e desempenho ao longo do tempo. O referencial teórico tem por objetivo contextualizar os fenômenos físico-químicos e construtivos que influenciam o surgimento e a evolução dessas manifestações, além de discutir as práticas de prevenção e manutenção aplicáveis a edificações situadas em ambientes litorâneos.

2.1 Carbonatação

A carbonatação é um dos processos químicos mais relevantes na degradação do concreto armado. Ocorre pela penetração de dióxido de carbono (CO_2) atmosférico nos poros do concreto, reagindo com o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) e formando carbonato de cálcio (CaCO_3), o que reduz o pH do concreto e elimina a camada passiva que protege o aço contra a corrosão (Mehta; Monteiro, 2014). Essa perda de alcalinidade é o principal gatilho para o início do processo corrosivo.

A intensidade da carbonatação está diretamente associada à qualidade do concreto e às condições ambientais. Relações água/cimento elevadas, cura deficiente, porosidade e cobertura insuficiente da armadura aceleram o avanço da frente carbonatada. Ribeiro *et al.* (2023) destacam que concretos com baixa densidade ou má compactação apresentam até o dobro da profundidade de carbonatação em relação a concretos de alto desempenho.

De acordo com Neville (2011), a corrosão eletroquímica do aço no concreto ocorre em meio úmido, quando há presença simultânea de oxigênio e umidade. Essa reação resulta na formação de óxidos de ferro, cujo volume pode ser até seis vezes maior que o do metal original, provocando fissuras longitudinais e deslocamento do concreto de cobertura. Em regiões litorâneas, como a Grande Vitória, a presença de cloretos, provenientes da maresia, intensifica o processo corrosivo mesmo antes da carbonatação atingir o aço.

A NBR 6118 (ABNT, 2014) recomenda medidas preventivas, como maior cobertura nominal e uso de concretos de alta densidade em ambientes de agressividade moderada a forte. Ensaios de controle, como esclerometria e ultrassom, auxiliam na detecção precoce de fissuras e zonas deterioradas (Souza; Ripper, 2015). Assim, compreender as causas e mecanismos de carbonatação e corrosão é fundamental para definir estratégias adequadas de prevenção e reparo.

2.2 Umidade e Infiltrações

A umidade é um dos fatores mais significativos no surgimento de anomalias em edificações, podendo afetar elementos estruturais e não estruturais. Segundo Barbosa, Marco e Florian (2023), a infiltração da água no concreto ocorre por poros, fissuras ou falhas em sistemas de impermeabilização, comprometendo a integridade e a durabilidade da estrutura.

As infiltrações podem ter diversas origens, como falhas construtivas, ausência de juntas de dilatação, impermeabilização inadequada ou deterioração de revestimentos protetores (Marco e Florian, 2023). Quando a água penetra e permanece retida, há dissolução de sais e formação de eflorescências visíveis em paredes e lajes (Neville, 2011). A umidade constante também favorece a lixiviação, transportando compostos solúveis de cálcio para fora do concreto e ocasionando perda de massa e resistência. A Figura 1 exemplifica essa patologia, evidenciando manchas escurecidas, eflorescências e desprendimento parcial da pintura, resultantes da ação contínua da água sobre o revestimento.

Figura 1: Manifestações de umidade e infiltração em parede interna.



Fonte: Engenharia.com (2012).

Conforme Oliveira, Castro e Souza (2024), a infiltração não causa apenas danos estéticos, mas também altera o desempenho térmico e compromete a habitabilidade dos ambientes. Em casos mais graves, a água atua como agente condutor de íons cloreto, intensificando a corrosão das armaduras e reduzindo a vida útil do concreto. Estudos realizados em edificações habitacionais mostraram que mais de 60% das patologias observadas estavam relacionadas a falhas em impermeabilização e drenagem. (Souza; Ripper, 2015).

A norma NBR 9575 (ABNT, 2010) estabelece diretrizes para projeto e execução de sistemas de impermeabilização, destacando a importância do planejamento adequado e da manutenção periódica. A negligência nesse aspecto é uma das principais causas de infiltrações recorrentes, especialmente em subsolos, lajes de cobertura e fachadas expostas.

2.3 Fissuras e Trincas no Concreto Armado

As fissuras e trincas são manifestações patológicas comuns e visíveis que indicam a ocorrência de tensões internas no concreto, sejam elas de origem física, química ou mecânica. Segundo Dal Molin (2011), as fissuras resultam da incapacidade de o concreto resistir às tensões de tração, surgindo como descontinuidades superficiais ou profundas.

Custódio (2018) classifica as fissuras quanto à sua causa em: estruturais (provenientes de sobrecargas ou recalques diferenciais), não estruturais (de origem térmica ou de retração) e patológicas (decorrentes de falhas de execução, materiais ou ação de agentes externos). Fissuras plásticas, por exemplo, surgem logo após a concretagem, em função da evaporação acelerada da água, enquanto fissuras por retração hidráulica aparecem em fases posteriores, conforme o concreto endurece e perde umidade.

A Figura 2 apresenta fissuras e trincas em elemento de concreto armado, manifestações que indicam perda de continuidade do material e possível comprometimento de seu desempenho estrutural e estético. Essas aberturas podem resultar de retrações plásticas e térmicas, movimentações diferenciais, sobrecargas ou falhas construtivas, como ausência de juntas e insuficiente cobrimento das armaduras.

Figura 2: Fissuras e trincas em elemento de concreto armado (viga).



Fonte: US- EPA (2015)

As fissuras nas fachadas são manifestações patológicas que comprometem a durabilidade dos revestimentos e a estanqueidade da envoltória, pois permitem a entrada de água, umidade e agentes agressivos. Quando não tratadas, favorecem a deterioração progressiva, aumentando o risco de infiltrações, descolamentos e perda de desempenho da edificação. Segundo Santos (2017), podem surgir por movimentações térmicas, retração de materiais, esforços estruturais ou falhas executivas, como a ausência de vergas e contravergas em vãos. Sem tratamento adequado, essas aberturas intensificam infiltrações, destacamento do revestimento e, em casos mais severos, corrosão das armaduras do concreto.

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), o limite de abertura das fissuras em estruturas de concreto deve variar entre 0,2 mm e 0,4 mm, conforme o grau de agressividade ambiental, para evitar a penetração de agentes agressivos e garantir a durabilidade da armadura. Para Santos (2017) a ausência de juntas de dilatação e a execução inadequada de concretagens contínuas são fatores que contribuem significativamente para a ocorrência desse tipo de patologia.

As fissuras podem ser classificadas em ativas e inativas, conforme seu comportamento ao longo do tempo. As ativas apresentam variação de abertura devido a movimentações térmicas, recalques ou deformações estruturais, enquanto as inativas permanecem estáveis (ABNT, 2010). Essa distinção é fundamental para o diagnóstico e o tratamento: fissuras ativas exigem selantes flexíveis, enquanto as inativas podem ser reparadas com injeção de resina epoxídica ou argamassas de reparo (Souza; Ripper, 2015).

Mehta e Monteiro (2014) reforçam que o controle das fissuras começa na escolha dos materiais e na execução adequada do concreto. Uma boa cura, o

controle da relação água/cimento e o uso de aditivos redutores de retração são medidas fundamentais para minimizar o risco de fissuração. Além disso, a manutenção periódica e o monitoramento com equipamentos como fissurômetros são recomendados para avaliar a evolução e definir estratégias de intervenção.

2.4 Patologias Relacionadas ao Ingresso de Umidade em Elementos Construtivos

Santos (2017) afirma que as infiltrações constituem uma das manifestações patológicas mais recorrentes em edificações residenciais, especialmente em regiões de clima úmido e com alta incidência de chuvas, como as áreas litorâneas da Grande Vitória. Esse tipo de anomalia decorre, geralmente, da falha na impermeabilização, da execução inadequada de revestimentos ou da deterioração de materiais de vedação, permitindo a penetração de água nas estruturas. De acordo com Ferreira (2016), as infiltrações tendem a se manifestar inicialmente em pontos vulneráveis como juntas de dilatação, encontros entre alvenarias e elementos estruturais podendo evoluir para danos mais severos, como eflorescências, destacamentos e comprometimento do desempenho funcional das fachadas.

Além dos efeitos estéticos e do desconforto aos usuários, as infiltrações afetam diretamente a durabilidade das edificações, acelerando processos de corrosão das armaduras e desagregação do concreto. Ribeiro (2019) destaca que a umidade proveniente da infiltração contribui para a redução da alcalinidade do concreto, tornando-o mais suscetível à carbonatação e, conseqüentemente, à corrosão das armaduras. Tal processo compromete a resistência estrutural e pode gerar custos significativos com reparos, caso não sejam adotadas medidas corretivas adequadas e tempestivas.

No controle e reparação de infiltrações, é fundamental diagnosticar corretamente a origem do problema antes de aplicar qualquer solução. Segundo Pereira (2016), o tratamento adequado requer eliminar a causa do ingresso de água e, em seguida, recompor as camadas de proteção, aplicar argamassas impermeáveis e, quando necessário, utilizar aditivos hidrofugantes nos revestimentos externos. Essa abordagem aumenta a eficiência do reparo e a durabilidade das soluções. A Figura 3 exemplifica um caso de infiltração em

concreto, evidenciado pelo deslocamento do revestimento e deterioração localizada da superfície.

Figura 3: Infiltrações em estruturas de concreto.



Fonte: Carvalho (2020)

2.5 Manutenção Preventiva e Durabilidade

A manutenção preventiva é um dos pilares da gestão de edificações e desempenha papel decisivo na durabilidade das estruturas, uma vez que visa identificar e corrigir falhas antes que elas evoluam para danos estruturais graves. Segundo Silva e Santos (2020), a ausência de inspeções regulares e de um plano de manutenção sistematizado constitui uma das principais causas do agravamento das manifestações patológicas em construções, especialmente em edificações expostas a intempéries e variações térmicas acentuadas. Além disso, a negligência na manutenção rotineira compromete o desempenho global da edificação, reduz sua vida útil e eleva consideravelmente os custos com reparos emergenciais, podendo inclusive gerar riscos à segurança dos usuários e à integridade da estrutura.

Souza e Ripper (2015) afirmam que a manutenção preventiva deve incluir inspeções visuais periódicas, limpeza de drenos e calhas, verificação do estado de revestimentos e sistemas de impermeabilização, além do monitoramento constante de fissuras, trincas e infiltrações. Essas ações, quando realizadas de forma planejada e contínua, permitem a detecção precoce de anomalias e o tratamento adequado antes que o problema se agrave. Para Oliveira et al. (2024) a execução de manutenções preventivas também contribui para manter o desempenho térmico e estético das edificações, assegurando conforto e segurança aos ocupantes. Dessa forma, além de reduzir custos futuros, a manutenção preventiva representa uma

prática de gestão eficiente e sustentável, alinhada aos princípios da engenharia de manutenção moderna.

A durabilidade estrutural, conforme Neville (2011), depende da interação entre projeto, materiais e ambiente, sendo fortemente influenciada por fatores como qualidade do concreto, cobertura das armaduras, métodos construtivos e condições de exposição. Em regiões de alta agressividade ambiental, como a Grande Vitória, é fundamental adotar concretos de alto desempenho, aditivos impermeabilizantes e seguir rigorosamente as normas técnicas de execução e controle tecnológico. Segundo Costa e Almeida (2022) o uso de revestimentos protetores, selantes e barreiras de impermeabilização contribui significativamente para reduzir a penetração de agentes agressivos, como cloretos e dióxido de carbono, retardando os processos de corrosão e deterioração.

A NBR 15575 (ABNT, 2021) estabelece critérios de desempenho e vida útil de projeto das edificações habitacionais, destacando que a manutenção deve ser contínua, planejada e devidamente documentada. O não cumprimento dessas diretrizes acarreta perda de desempenho e comprometimento da segurança estrutural ao longo do tempo. Estudos recentes, como o de Oliveira *et al.* (2024), evidenciam que o custo médio de reparo de patologias pode ser até cinco vezes superior ao custo de prevenção, reforçando a importância da manutenção preventiva como estratégia essencial para a sustentabilidade e a longevidade das construções.

Um aspecto relevante no contexto da manutenção preventiva é a conscientização dos usuários e gestores prediais quanto à importância das inspeções periódicas e do cumprimento dos planos de manutenção estabelecidos em projeto. De acordo com Costa e Almeida (2022), muitas edificações sofrem degradação prematura devido ao uso inadequado dos espaços e à ausência de acompanhamento técnico especializado após a entrega da obra. A manutenção preventiva deve, portanto, ser entendida como uma prática integrada, envolvendo engenheiros, síndicos, administradores e moradores, todos comprometidos com a conservação do patrimônio.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de Estudo

O estudo foi realizado em um edifício residencial localizado no bairro Praia de Itaparica, município de Vila Velha – ES. Por motivos de confidencialidade, o nome e o endereço do empreendimento não são divulgados. Trata-se de uma edificação concluída em 2015, composta por 13 pavimentos e 78 unidades habitacionais, construída em estrutura de concreto armado com lajes protendidas, vedação em alvenaria de blocos cerâmicos e revestimento em argamassa com pintura acrílica.

As inspeções foram realizadas nas fachadas externas, áreas comuns e garagem, locais onde se observaram fissuras, infiltrações e pontos de exposição das armaduras. O objetivo foi identificar as causas e os mecanismos associados a essas manifestações, correlacionando-os às condições construtivas e ambientais do entorno, além das ações de manutenção registradas ao longo do tempo.

3.2 Método de Pesquisa

A pesquisa apresenta natureza aplicada, uma vez que busca propor soluções práticas para problemas de degradação observados no edifício analisado. O enfoque é empírico e descritivo, pois baseia-se em observações diretas do objeto de estudo e na análise das condições reais da edificação.

Foram empregadas técnicas qualitativas e comparativas, permitindo compreender a origem, evolução e consequências das manifestações de degradação. As atividades de campo ocorreram com autorização da administradora do condomínio e acompanhamento da síndica, assegurando a legitimidade e a segurança das inspeções realizadas. Os registros fotográficos e as medições subsidiaram a elaboração de um conjunto de fotos, que serviu como base para a análise das causas e para o cruzamento das informações com os documentos técnicos disponibilizados.

Os relatórios fornecidos pela construtora e pela projetista estrutural permitiram verificar as características do concreto utilizado (FCK de 30 MPa) e a conformidade com a ABNT NBR 6118:2023, que estabelece requisitos para o dimensionamento e execução de estruturas de concreto armado. Também foram avaliadas intervenções anteriores, como repintura e recomposição de revestimentos, realizadas entre 2020 e 2023, o que possibilitou identificar a reincidência de determinadas anomalias.

Complementarmente, aplicou-se uma entrevista semiestruturada com a síndica e dois moradores. O roteiro, elaborado pelos pesquisadores, abordou

questões como: (a) quando foram notadas as primeiras fissuras; (b) quais locais apresentam maior recorrência; (c) se houve infiltração ou desprendimento de revestimentos; (d) quais reparos foram realizados pela construtora; e (e) se há registro fotográfico ou técnico anterior às vistorias atuais, com o objetivo de compreender o histórico das manifestações e as percepções dos usuários sobre os danos e reparos realizados.

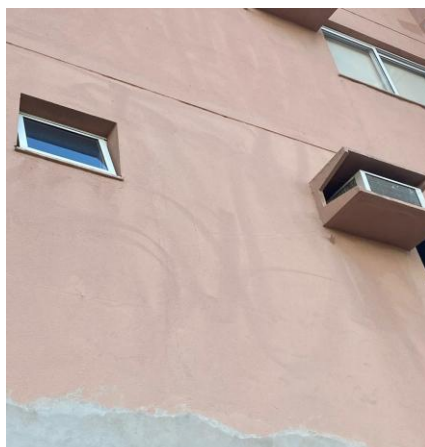
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fissuras e Trincas

Durante as inspeções visuais realizadas *in loco*, foram observadas fissuras e trincas em elementos de fachada e áreas comuns, além de exposição localizada de armaduras de aço, indicando deterioração do revestimento do concreto. Relatos de moradores confirmaram a presença de infiltrações associadas às trincas, reforçando a necessidade de avaliação técnica. Fotografias e registros técnicos foram utilizados como base documental para análise das manifestações e dos materiais empregados em reparos, permitindo identificar intervenções anteriores.

Foram identificadas trincas nos vãos de janelas e bacias (Figura 4), especialmente na região de transição entre marco e alvenaria, associadas à ausência ou ao subdimensionamento de vergas e contravergas. Estudos de Ferreira (2016), Santos (2017) e Souza (2018) evidenciam que a falta desses elementos construtivos compromete a distribuição de tensões e favorece a abertura de fissuras na interface entre o vão e o revestimento, corroborando os achados do edifício em análise.

Figura 4: Fissura encontrada em vão de bacia



Fonte: Acervo pessoal da pesquisa (2025)

Além disso, observou-se a presença de eflorescências e manchas de umidade em regiões de contato entre lajes e paredes externas, indicando a migração de água através dos poros do concreto e da argamassa. Essa patologia é frequentemente associada a falhas de impermeabilização, fissuras não tratadas e ausência de drenos adequados.

Conforme Thomaz (1986) e Teles (2010), essas fissuras (Figura 5) podem ser atribuídas à dilatação térmica dos materiais, retrações de argamassa, deformações estruturais e ausência de elementos que absorvam movimentações, como juntas e telas de reforço. Santos (2016) complementa que a falta de juntas de movimentação contribui significativamente para fissuras lineares em fachadas.

Figura 5: Fissuras relacionadas a movimentações térmicas e estruturais.



Fonte: Acervo pessoal da pesquisa (2025)

No edifício em estudo, observou-se a ocorrência de reparos recentes na fachada externa, onde áreas de tonalidade mais clara indicam intervenções realizadas para correção das fissuras (Figura 6). Nesses pontos, foram aplicadas argamassas de reparo ou selantes apropriados, com o objetivo de restabelecer a continuidade da superfície, impedir a entrada de água e preservar o desempenho do revestimento.

Figura 6: Fachada do edifício com evidência de reparos em regiões fissuradas.

Fonte: Acervo pessoal da pesquisa (2025)



Durante a vistoria, também foram notadas áreas com desprendimento de revestimento e destacamento de pintura, especialmente nas regiões expostas à ação direta da chuva e do sol. Esses danos indicam deterioração superficial decorrente da variação térmica e da umidade acumulada ao longo do tempo. De acordo com Ripper e Souza (1998), tais manifestações patológicas não devem ser tratadas apenas como problemas estéticos, mas como sintomas de falhas mais profundas no sistema construtivo. A correção adequada exige a remoção completa das partes soltas, a limpeza da superfície, a recomposição com argamassas compatíveis e o uso de revestimentos protetores de alta durabilidade, assegurando o desempenho e a segurança das fachadas.

4.2 Infiltrações

As infiltrações observadas ocorreram principalmente nas fachadas voltadas para o mar e nas marquises de cobertura, sendo frequentemente associadas à presença de trincas e ao desgaste das juntas de vedação entre elementos estruturais e revestimentos. Essa condição permitiu a penetração de água pluvial, agravando o processo de degradação dos materiais.

Foi possível observar em uma área da parede do edifício (Figura 7) sinais evidentes de infiltração, identificada pelo desprendimento do reboco, formação de bolhas na pintura e aspecto pulverulento da superfície. Segundo Ferreira (2016), esse tipo de manifestação ocorre quando a umidade penetra pela alvenaria, geralmente devido a falhas no sistema de impermeabilização externo, presença de microfissuras, desgaste natural dos revestimentos ou ausência de manutenção preventiva ao longo do tempo. Para o autor, a permanência da água no interior do revestimento compromete a aderência entre as camadas, ocasionando o deslocamento com a exposição do aço oxidado no processo de carbonatação e a deterioração progressiva do acabamento.

Figura 7: Área com deslocamento de reboco e sinais de infiltração



Fonte: Acervo pessoal da pesquisa (2025)

As causas das infiltrações estão frequentemente associadas a falhas construtivas e à ausência de manutenção periódica. Conforme Santos (2017), a degradação prematura de revestimentos externos e a má execução de juntas de vedação contribuem para o surgimento de fissuras que favorecem a penetração de água. Assim, torna-se imprescindível a adoção de um plano de manutenção preventiva que inclua inspeções periódicas, verificação do estado das fachadas, limpeza de calhas e ralos, além de reparos imediatos em revestimentos danificados.

Durante as inspeções, constatou-se que algumas infiltrações também estavam relacionadas ao escoamento inadequado de águas superficiais em calhas e platibandas, evidenciando falhas no sistema de impermeabilização e na manutenção

preventiva. Ribeiro (2019) destaca que, em regiões litorâneas, a umidade combinada com a maresia acelera o processo de corrosão das armaduras, principalmente quando há falhas de estanqueidade nas fachadas.

Na figura 8 observa-se a fachada do edifício residencial apresentando marcas verticais de umidade no revestimento, especialmente concentradas abaixo da janela e na proximidade da laje da sacada. Esse padrão de manchas sugere escoamento superficial inadequado das águas pluviais, o que favorece a absorção de água pela alvenaria. A presença contínua de umidade pode estar associada a fissuras capilares no revestimento externo, bem como a falhas no rejunte das esquadrias, permitindo a penetração de água para o interior do sistema de vedação.

Figura 8: Fachada do edifício com manchas de umidade sob janelas



Fonte: Acervo pessoal da pesquisa (2025).

A coloração mais escura do revestimento revela absorção de água pela argamassa e pintura, o que pode favorecer a proliferação de fungos e algas, como afirma Custódio (2018), além de comprometer a aderência e durabilidade do acabamento. A presença de tubulação exposta na parte inferior reforça a hipótese de drenagem deficiente e umidade ascendente.

4.3 Deslocamentos e Corrosão das Armaduras

Foram identificados deslocamentos em pilares, lajes e vigas, com exposição de armaduras, principalmente em áreas sujeitas à umidade e fortes variações

térmicas. Essa condição evidencia a perda de aderência entre concreto e aço, causada pela corrosão das armaduras e pela expansão dos produtos de oxidação, que provoca o destacamento do revestimento. Conforme Helene (1993) e Mehta e Monteiro (2014), esse processo afeta tanto o aspecto estético quanto a capacidade estrutural dos elementos, demandando intervenções imediatas e tecnicamente adequadas. A deficiência de revestimento foi confirmada in loco, indicando penetração de agentes agressivos, corrosão e deslocamento do concreto, conforme relatado por Cunha (2001).

Conforme é possível observar na Figura 9, a laje do pavimento térreo apresenta diversas áreas de reparo pontual, resultantes de deslocamentos do concreto ocasionados pela corrosão das armaduras. As manchas de tonalidade mais escura indicam regiões onde o concreto deteriorado foi removido e recomposto, possivelmente após a limpeza e passivação das ferragens comprometidas.

Figura 9: Deslocamentos e reparos pontuais em laje



Fonte: Acervo pessoal da pesquisa (2025).

Os achados permitem correlacionar as manifestações observadas às suas causas construtivas, demonstrando que a dilatação térmica, retração de argamassa, ausência de reforços em juntas e telas, inadequação de vergas e contravergas, além do insuficiente revestimento de armaduras, são fatores primários responsáveis pelos danos. A combinação desses fatores, associada à ação das intempéries típicas do ambiente costeiro, contribui para a deterioração progressiva do revestimento e o comprometimento da durabilidade estrutural.

4.4 Medidas de Reparo

A partir da análise técnica e da anamnese realizada, foram identificadas trincas e fissuras na edificação, sendo adotadas medidas de reparo e tratamento com limpeza, selagem e recomposição das áreas afetadas. Também estão sendo executados reparos em outras patologias, como umidades, eflorescências, destacamento de revestimentos e deterioração de reboco, com ações de impermeabilização, substituição de materiais danificados e correção de infiltrações. Há planos de novas intervenções, voltadas à manutenção preventiva, incluindo revisão das instalações, reaplicação de pintura e monitoramento periódico das áreas reparadas para garantir a durabilidade das correções realizadas. Observa-se, na parte inferior da fachada do edifício analisado, áreas onde o revestimento foi removido, deixando a argamassa exposta para a execução de reparos (Figura 10).

Figura 10: Fachada inferior do edifício com reparos recentes no revestimento



Fonte: Acervo pessoal da pesquisa (2025)

Nota-se ainda a presença de tubulações aparentes, o que reforça a necessidade de revisão do sistema de escoamento e da correta aplicação de materiais impermeabilizantes. A falta de um detalhamento adequado de ralos, calhas e condutores pluviais pode gerar acúmulo de umidade nas bases das fachadas, contribuindo para a formação de eflorescências e destacamentos.

O protocolo adotado para o tratamento das fissuras e trincas seguiu as recomendações técnicas da construtora responsável. Fissuras de até 1 mm foram abertas em forma de “V” até atingir material íntegro, com remoção de pó por pincel ou escova umedecida, seguida da aplicação de fundo preparador e selante flexível tipo Sela Trinca Suvinil ou Gekril, finalizando com recomposição da área com argamassa ACIII, nivelando para o acabamento existente.

A Figura 11 mostra a fachada do edifício, onde se observam várias intervenções pontuais no revestimento externo. As áreas em tonalidade branca indicam reparos recentes em fissuras e trincas, decorrentes de movimentações térmicas, infiltrações e degradação do reboco. Embora sejam ações corretivas, por ocorrerem após a identificação do dano, quando realizadas de forma contínua e monitorada passam também a ter caráter preventivo, evitando a progressão das falhas, reduzindo o risco de deslocamento e contribuindo para a durabilidade da fachada.

Figura 11: Aplicação de selante e reparos na fachada do edifício.



Fonte: Acervo pessoal da pesquisa (2025)

- Para trincas entre 1 e 5 mm, realizaram-se aberturas de 5 a 10 cm para cada lado, com profundidade mínima de 3 mm, seguidas de limpeza cuidadosa para remoção de poeira e partículas soltas, garantindo melhor aderência. Em seguida, aplicou-se tela metálica galvanizada ou de poliéster, escolhida conforme a extensão e localização da fissura, para aumentar a resistência e evitar recorrências. O preenchimento foi feito com argamassa de alta

resistência Sika Grout Tix, adequada para reparos estruturais e não estruturais, assegurando boa aderência ao substrato e resistência à retração.

- O tratamento das armaduras expostas iniciou-se com limpeza rigorosa da superfície metálica por jato de água sob pressão e escova de aço, removendo oxidação, partículas soltas e concreto deteriorado, garantindo a exposição do aço íntegro. Após essa etapa, aplicou-se o Sika Top 108 Armatec, produto destinado à passivação e proteção anticorrosiva, que funciona como barreira contra agentes agressivos e melhora a aderência entre a armadura e o material de recomposição.
- Para os vãos de ventilação expostos à chuva, após a recuperação estrutural, foi realizada impermeabilização nas bordas internas e nas superfícies horizontais das lajes, contornando todo o perímetro com 15 cm de largura, garantindo estanqueidade e maior durabilidade ao sistema.

De acordo com o relato fornecido pelo síndico do edifício e documentos judiciais entre construtora e condomínio acessados, a correção do problema de infiltração será executada em etapas planejadas, visando restabelecer a integridade da parede e eliminar a fonte de umidade.

- Inicialmente, as partes soltas e deterioradas do reboco serão removidas até a exposição de uma superfície firme, seguida por limpeza mecânica para retirar poeira e resíduos que possam comprometer a aderência. Posteriormente, será aplicada a massa cola trinca, utilizada para preencher e selar fissuras ou aberturas, promovendo a coesão da base e evitando a penetração de água.
- Na sequência, será empregado o fundo preparador de parede, cuja função é uniformizar a absorção da superfície, aumentar a aderência entre camadas e fortalecer o substrato antes da pintura. Essa etapa é essencial para garantir que os produtos de acabamento apresentem desempenho adequado e maior durabilidade em áreas sujeitas à umidade.
- Por fim, o processo será concluído com a aplicação do sela trinca (Figura 10), responsável por vedar pequenas fissuras remanescentes e criar uma barreira elástica que acompanha as movimentações da parede, prevenindo novas infiltrações. Com isso, a intervenção proposta não apenas restaura a aparência estética da fachada, mas também reforça sua estanqueidade e durabilidade, em conformidade com as boas práticas de manutenção e conservação predial.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu identificar e caracterizar as principais manifestações patológicas presentes na edificação residencial localizada na Grande Vitória, evidenciando fissuras e trincas em fachadas e áreas comuns, infiltrações associadas, deslocamento de concreto e exposição de armaduras. As análises indicaram que tais patologias estão diretamente relacionadas à combinação de fatores construtivos, como ausência ou subdimensionamento de vergas e contravergas, deficiência no cobrimento das armaduras e falta de elementos de reforço em argamassas de revestimento, aliados à ação de agentes ambientais típicos de regiões litorâneas, incluindo maresia, alta umidade e variações térmicas.

Os procedimentos de reparo adotados, conforme protocolos da construtora e recomendações de engenheiros projetistas, demonstraram eficácia na recuperação de fissuras e trincas, na recomposição de concreto estrutural e na proteção das armaduras expostas, evidenciando a importância de técnicas padronizadas e materiais adequados. Observou-se que, nos locais em que os tratamentos já estavam sendo executados pela construtora, os problemas previamente identificados foram significativamente mitigados ou eliminados, confirmando a efetividade das intervenções aplicadas.

Dessa forma, os resultados obtidos fornecem subsídios técnicos relevantes para o aprimoramento das práticas de engenharia e de gestão predial, favorecendo a adoção de medidas mais eficazes na prevenção e no reparo de patologias construtivas. Recomenda-se, ainda, a continuidade de estudos voltados à avaliação de métodos de monitoramento, recuperação e manutenção de edificações em ambientes costeiros, a fim de contribuir para o prolongamento da vida útil das estruturas e para a redução de impactos estruturais, econômicos e ambientais.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014. Acesso em: 05 out. 2025.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9575: Impermeabilização – seleção e projeto**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. Acesso em: 07 out. 2025.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575: Edificações habitacionais – desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. Acesso em: 07 out. 2025.

BARBOSA, M. V.; MARCO, G. de; FLORIAN, F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Recima21 Journal, v. 4, n. 5, p. 1–10, 2023. Acesso em: 07 out. 2025.

ARVALHO, J. P. S. **Análise e mapeamento de fissuras em fachadas de edifícios residenciais verticais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020. Acesso em: 20 out. 2025.

CUNHA, A. M. **Durabilidade do concreto armado: influência do cobrimento na proteção das armaduras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Acesso em: 20 out. 2025.

CUSTÓDIO, R. A. **Análise de fissuras em concreto armado**. Revista de Engenharia Estrutural, v. 12, n. 3, p. 45–56, 2018. Acesso em: 23 out. 2025.

DAL MOLIN, D. C. C. **Fissuração e degradação das estruturas de concreto**. Porto Alegre: UFRGS, 2011. Acesso em: 23 out. 2025.

FERREIRA, M. L. **Patologias em alvenarias de vedação: causas e manifestações em edificações residenciais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Acesso em: 09 set. 2025.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021. Acesso em: 09 set. 2025.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concrete: microstructure, properties, and materials**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2014. Acesso em: 14 set. 2025.

NEVILLE, A. M. **Properties of concrete**. 5. ed. London: Pearson Education, 2011. OLIVEIRA, E. S.; CASTRO, M. R.; SOUZA, W. C. **Análise e prevenção de patologias causadas pela umidade em edificações habitacionais**. Revista Delos, 2024. Acesso em: 17 set. 2025.

PEREIRA, T. R. **Estudo das patologias em revestimentos argamassados de fachadas: diagnóstico e prevenção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Acesso em: 19 out. 2025.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 3. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Acesso em: 19 out. 2025.

RIBEIRO, F. C. **Avaliação da durabilidade do concreto em fachadas expostas a ambientes agressivos.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Acesso em: 26 out. 2025.

RIBEIRO, R.; SANTOS, M. S.; BARROS, W. R.; FAGUNDES, F. **Estudo comparativo entre métodos de análise da frente de carbonatação em estruturas de concreto.** Revista Construindo (FUMEC), 2023. Acesso em: 26 out. 2025.

SANTOS, G. R. **Análise das manifestações patológicas em alvenarias estruturais: estudo de caso em edificações residenciais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Acesso em: 11 nov. 2025.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** 24. ed. São Paulo: Cortez, 2017. Acesso em: 30 out. 2025.

SILVA, R.; SANTOS, L. **Estudo de caso: patologias em edifícios de Vitória.** Journal of Civil Engineering, v. 22, n. 3, p. 233–249, 2020. Acesso em: 30 out. 2025.

SOUZA, L. M. **Patologias em habitações de interesse social: estudo de campo e análise de causas construtivas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Acesso em: 02 nov. 2025.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço das estruturas de concreto.** São Paulo: Pini, 2015. Acesso em: 02 nov. 2025.

ELES, G. F. **Patologias em revestimentos argamassados de fachadas: causas e prevenção.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Acesso em: 04 nov. 2025.

THOMAZ, E. **Fissuras em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: Pini, 1986. Acesso em: 05 nov. 2025.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Acesso em: 11 nov. 2025.

SILVA, Érick G. da; SPERBER, Anderson; SILVEIRA, Fábio F. et al. **Fissuras, trincas e rachaduras em estruturas de concreto armado e alvenaria convencional** Revista UNICREA – Revista Técnico-Científica da Universidade Corporativa do CREA-SC, v. 1, n. 1, p. 199-217, 14 mar. 2023. Disponível em: <https://revistaunicrea.crea-sc.org.br/index.php/revistaunicrea/article/view/11>. Acesso em: 11 nov. 2025.

OCORRÊNCIAS E CAUSAS DE LESÕES EM CORREDORES DE RUA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Leonardo Bafica do Nascimento¹,
Lorena Rodrigues da Silva Madeira¹,
Pedro Henrique Bessa Pinheiro¹,
Simone Alves de Almeida Simões²

¹Acadêmico do curso de Educação Física

²Doutora – Docente Faculdade Multivix – Vila Velha

RESUMO

A corrida de rua tem se popularizado nos últimos anos, atraindo praticantes de diferentes idades e níveis de condicionamento. Contudo, esse crescimento vem acompanhado de maior incidência de lesões músculo-ortopédicas, principalmente nos membros inferiores, em razão da sobrecarga articular e do volume de treino. Diante disso, este estudo buscou investigar, na literatura científica, as principais causas de lesões em corredores de rua e sua relação com o tipo de calçado utilizado. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, com busca de artigos publicados entre 2010 e 2024 nas bases SciELO, PubMed, LILACS, periódicos CAPES e Google Acadêmico. Foram utilizados descritores em português e inglês relacionados a corrida, calçados e lesões. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram analisados 15 estudos. Os resultados indicaram que as lesões mais comuns afetam joelhos, tornozelos e quadris, sendo associadas a fatores como idade, gênero, IMC, volume de treino e tipo de calçado. Conclui-se que as lesões possuem origem multifatorial, e que o calçado atua como elemento complementar na prevenção e no desempenho. Destaca-se o papel do Profissional de Educação Física na orientação e prescrição de treinos individualizados.

Palavras-chave: corrida de rua; lesões esportivas; calçados esportivos; prevenção; desempenho.

INTRODUÇÃO

A corrida de rua tem apresentado crescimento expressivo de praticantes nos últimos anos, sobretudo entre corredores amadores, em razão de sua fácil acessibilidade, baixo custo e múltiplos benefícios para a saúde física e mental (Oliveira

de Souza et al., 2024). Além de contribuir para a melhora do condicionamento físico, essa modalidade promove bem-estar emocional, socialização e superação pessoal, consolidando-se como uma das práticas esportivas recreacionais mais populares da atualidade.

Entretanto, o aumento do número de praticantes tem sido acompanhado por uma maior incidência de lesões musculoesqueléticas. Estudos apontam que fatores como volume e intensidade de treino elevados, ausência de acompanhamento profissional, falta de rotinas de fortalecimento muscular e tempo insuficiente de recuperação estão entre as principais causas relacionadas a essas ocorrências (Ferreira et al., 2012; Passos et al., 2022; Melo et al., 2023).

Pesquisas realizadas em diferentes regiões do Brasil confirmam essa preocupação. Em Belo Horizonte/MG, foi identificada prevalência significativa de lesões entre corredores amadores, associadas à distância média percorrida e à variação do volume de treinamento (Ferreira et al., 2012). No Distrito Federal, tendinites e canelites apareceram como as lesões mais comuns, com o joelho sendo a região anatômica mais afetada (Teixeira et al., 2023). Além disso, estudos reforçam a importância de medidas preventivas como o fortalecimento muscular e o alongamento pós-treino para reduzir a incidência de lesões (Passos et al., 2022; Melo et al., 2023).

Apesar do aumento de evidências, muitos corredores amadores ainda não dispõem de informações adequadas sobre prevenção e estratégias de treinamento seguro. Nesse contexto, justifica-se a necessidade de analisar criticamente a literatura científica sobre o tema, buscando compreender o perfil dos corredores de rua amadores, identificar os fatores associados ao surgimento de lesões e avaliar as principais práticas preventivas relatadas.

Dessa forma, a presente revisão de literatura tem como objetivo investigar a prevalência de lesões em corredores de rua amadores, destacando seus fatores de risco mais recorrentes e discutindo estratégias de prevenção, a fim de subsidiar intervenções educativas e profissionais que contribuam para a redução de lesões e para uma prática de corrida mais segura e saudável.

REFERENCIAL TEÓRICO

Perfil dos corredores de rua amadores

A corrida de rua é uma modalidade esportiva que tem conquistado espaço significativo no cenário das práticas recreacionais de atividade física, sendo praticada por indivíduos de diferentes faixas etárias, níveis socioeconômicos e motivações pessoais. Seu crescimento é atribuído, em grande parte, à facilidade de acesso, à flexibilidade de horários e aos benefícios físicos e mentais proporcionados. Nesse contexto, compreender o perfil dos corredores amadores torna-se essencial para analisar comportamentos de treino, riscos associados e estratégias para promover saúde e bem-estar entre esses praticantes.

Os corredores amadores, também conhecidos como recreacionais, compõem a maior parte dos participantes em eventos de corrida de rua. Souza et al. (2023) destacam que esse público é, em sua maioria, composto por adultos entre 20 e 50 anos, sendo predominante o sexo masculino. No entanto, observa-se um aumento progressivo na participação feminina, refletindo maior inclusão social e a busca por saúde e qualidade de vida.

No que se refere à frequência semanal de treinos, muitos corredores realizam entre três e cinco sessões por semana, com distâncias variando entre 5 km e 15 km, conforme apontado por Tiggemann et al. (2022). Essa variabilidade está associada a diferentes objetivos, como controle de peso, melhora do condicionamento físico, socialização, superação pessoal e preparação para provas variadas. De acordo com Tiggemann et al. (2022), grande parte desses praticantes treina de forma autônoma ou com apoio de aplicativos, sem orientação profissional direta.

Essa autogestão do treinamento pode representar um risco, especialmente quando há desconhecimento técnico sobre sobrecarga, progressão, aquecimento e recuperação. Segundo Teixeira et al. (2023), muitos corredores não realizam planejamento adequado de suas atividades, o que pode levar a resultados insatisfatórios e maior incidência de lesões. A ausência de acompanhamento especializado também influencia negativamente a eficiência do treinamento e o monitoramento fisiológico.

Outro aspecto fundamental do perfil desses corredores é o uso de equipamentos. O estudo de Melo et al. (2023) apontou que o calçado utilizado exerce papel importante no desempenho e na prevenção de lesões. Muitos amadores optam por tênis inadequados, seja por falta de conhecimento ou por questões financeiras, comprometendo a biomecânica da corrida. A durabilidade do calçado, o tipo de pisada e o terreno de treino também interferem nas demandas sobre o sistema musculoesquelético.

Além disso, o histórico esportivo e o nível de escolaridade exercem influência direta no

perfil do corredor amador. De acordo com Souza et al. (2023), indivíduos com histórico de prática esportiva regular e maior escolaridade tendem a apresentar hábitos de treino mais organizados, bem como maior interesse por informações relacionadas à prevenção de lesões e desempenho esportivo. Esse grupo também costuma aderir mais facilmente a estratégias complementares, como alongamento, fortalecimento muscular e alimentação adequada.

Passos et al. (2022) ressaltam que, apesar da crescente popularização da corrida, muitos amadores desconhecem práticas preventivas básicas, como exercícios de força específicos, controle da carga de treino e atenção aos sinais do corpo. Isso se deve, em parte, à crença de que “quanto mais, melhor”, que ainda predomina entre praticantes iniciantes e intermediários, levando à negligência da recuperação e ao aumento do risco de lesões por sobrecarga.

Outro dado relevante diz respeito à participação em competições. Muitos corredores amadores se inscrevem em provas de 5 km, 10 km e até meia-maratona, mesmo sem o preparo adequado. A motivação extrínseca, como medalhas, recordes pessoais e reconhecimento social, pode levar à ultrapassagem de limites de forma prejudicial. Tiggemann et al. (2022) observaram que corredores que treinam apenas para provas, sem manutenção de uma rotina de base, apresentam maior instabilidade no desempenho e maior vulnerabilidade física.

Por fim, é importante destacar o papel das redes sociais e grupos de corrida na formação do perfil dos corredores amadores. O senso de comunidade, o compartilhamento de metas e a motivação coletiva são elementos que reforçam a adesão e o comprometimento com a prática, mas também podem induzir comparações inadequadas e comportamentos de risco.

Assim, compreender o perfil dos corredores amadores permite identificar tendências, vulnerabilidades e potencialidades dessa população, servindo como subsídio para intervenções educacionais e preventivas. Tais intervenções devem priorizar a orientação sobre volume e intensidade de treino, escolha adequada de calçados, importância do fortalecimento muscular e da recuperação, além da conscientização sobre os limites individuais.

Fatores associados às lesões em corredores de rua amadores

As lesões em corredores de rua são resultado de uma combinação de fatores relacionados a características individuais, aspectos do treinamento, hábitos comportamentais e condições ambientais. Compreender esses fatores é fundamental para a elaboração de estratégias de prevenção eficazes e para garantir a longevidade

na prática da corrida.

A sobrecarga de treinamento é um dos principais elementos associados às lesões musculoesqueléticas. Quando o volume ou a intensidade dos treinos aumenta de forma abrupta, sem uma adaptação progressiva, o risco de microtraumas se eleva. Segundo Hespanhol Jr. et al. (2012), a ausência de uma progressão planejada está entre os principais motivos de afastamento de corredores amadores por lesões.

Outro fator relevante é a ausência de orientação profissional. Muitos corredores iniciam a prática da corrida sem acompanhamento especializado, baseando-se em informações de redes sociais ou aplicativos. De acordo com Tiggemann et al. (2022), a autogestão do treino, sem supervisão adequada, compromete o equilíbrio entre carga e recuperação, favorecendo o surgimento de lesões.

Ainda no campo das causas multifatoriais, é importante destacar a influência de variáveis antropométricas e fisiológicas. Indivíduos com sobrepeso, por exemplo, estão mais propensos a desenvolver lesões devido ao impacto adicional nas articulações durante a corrida. Souza et al. (2023) apontam que o índice de massa corporal elevado está diretamente relacionado ao aumento do risco de lesões em membros inferiores, especialmente joelhos e tornozelos.

A faixa etária também interfere. Corredores com idade mais avançada tendem a apresentar maior incidência de lesões devido à menor elasticidade muscular, redução da densidade óssea e presença de doenças crônicas que afetam a capacidade de recuperação (Hespanhol Jr. et al., 2012). Assim, a periodização de treino deve ser adaptada a essas particularidades.

O ambiente de treino influencia diretamente na integridade física do praticante. Terrenos irregulares ou muito inclinados impõem maior exigência sobre a musculatura estabilizadora. Passos et al. (2022) recomendam alternar tipos de superfície e usar calçados apropriados para cada tipo de piso, reduzindo os impactos cumulativos.

Além dos fatores físicos, comportamentos inadequados estão frequentemente presentes. A cultura do "quanto mais, melhor" pode levar à negligência da recuperação e ao acúmulo de sobrecarga. Passos et al. (2022) alertam que a falta de descanso adequado compromete a regeneração tecidual e favorece o surgimento de lesões por esforço repetitivo.

Práticas como aquecimento e desaquecimento também são frequentemente ignoradas, apesar de sua importância. Corredores que realizam essas etapas com regularidade demonstram menor índice de lesões musculares, conforme mostrado no estudo de Passos et al. (2022).

Outro ponto crítico é a escolha inadequada de calçados. Muitos corredores utilizam

tênis que não são apropriados ao tipo de pisada, terreno ou tempo de uso. Isso pode interferir diretamente na biomecânica da corrida e provocar desequilíbrios. De acordo com Melo et al. (2023), a má escolha do calçado é uma das causas mais comuns de lesões em corredores iniciantes.

A falta de conhecimento técnico, o despreparo físico e o excesso de motivação externa também contribuem. Muitos amadores se inscrevem em provas sem o preparo necessário, o que eleva o risco de lesões. Tiggemann et al. (2022) observaram que corredores que treinam apenas em períodos próximos às competições têm maior instabilidade de desempenho e maior incidência de lesões.

Por fim, a educação e a orientação contínua são estratégias indispensáveis para minimizar riscos. Souza Júnior et al. (2022) defendem que corredores orientados por profissionais têm maior adesão às estratégias de prevenção, como fortalecimento, controle da carga e pausas de recuperação.

Portanto, os fatores associados às lesões em corredores de rua amadores são diversos e interdependentes. A compreensão desses elementos permite o desenvolvimento de intervenções mais eficazes, contribuindo para uma prática esportiva segura e duradoura.

Estratégias de prevenção de lesões em corredores amadores

A crescente popularidade da corrida de rua entre praticantes amadores evidencia a necessidade de adotar estratégias eficazes de prevenção de lesões. Uma vez que esse público apresenta, em muitos casos, autogestão do treinamento, ausência de acompanhamento profissional e desconhecimento técnico, a adoção de medidas preventivas torna-se fundamental para garantir a continuidade da prática de forma segura e saudável (Souza et al., 2023).

Dentre as principais estratégias de prevenção, destaca-se o fortalecimento muscular, especialmente dos músculos estabilizadores do quadril, joelho e tornozelo, fundamentais para o controle biomecânico durante a corrida. Estudos mostram que programas de treino de força específicos reduzem significativamente a ocorrência de lesões por sobrecarga, além de contribuírem para o desempenho (Passos et al., 2022). Exercícios como agachamentos, avanços, ponte para glúteo e elevação de panturrilhas são amplamente recomendados.

Outra medida essencial é o controle da carga de treino. O aumento súbito de volume ou intensidade está fortemente associado ao surgimento de lesões (Teixeira et al., 2023). Dessa forma, o princípio da progressão gradual deve ser respeitado, permitindo ao corpo tempo suficiente para se adaptar a novas demandas físicas. Aplicativos e

planilhas, quando utilizados com critério, podem auxiliar nesse monitoramento, especialmente para corredores que treinam sem orientação direta.

A recuperação adequada também integra o conjunto de estratégias preventivas. Pausas regulares, sono de qualidade e alimentação equilibrada favorecem os processos regenerativos do organismo. A negligência desses aspectos contribui para fadiga acumulada e maior risco de lesões. A alternância entre dias de corrida e dias de descanso ou atividades complementares, como mobilidade ou natação, é uma prática recomendada por especialistas (Passos et al., 2022).

A escolha adequada do calçado esportivo é outro fator preventivo relevante. Tênis com boa absorção de impacto, apropriados ao tipo de pisada e ao terreno de treino, contribuem para a redução das forças de impacto sobre articulações e tecidos moles. Contudo, muitos corredores optam por calçados inadequados por desconhecimento ou limitação financeira, o que compromete a biomecânica da corrida (Melo et al., 2023). A orientação profissional, nesse caso, pode ajudar a esclarecer dúvidas e evitar escolhas equivocadas.

Além disso, práticas como aquecimento antes dos treinos e alongamento após a atividade demonstram efeitos positivos na preparação muscular e na prevenção de tensões excessivas. Embora o alongamento estático não deva ser realizado antes da corrida, sua inclusão no pós-treino auxilia na recuperação e na manutenção da flexibilidade (Souza Júnior et al., 2022).

A educação do corredor é um aspecto transversal a todas as estratégias preventivas. Quando o praticante compreende conceitos básicos de treinamento, escuta ativa do corpo, sinais de alerta e princípios de recuperação, tende a adotar comportamentos mais seguros. Tiggemann et al. (2022) reforçam que corredores com maior nível de escolaridade ou com histórico esportivo mais consistente demonstram maior adesão a práticas preventivas.

Por fim, a orientação profissional qualificada – seja por treinadores, fisioterapeutas ou profissionais de educação física – ainda é a forma mais eficaz de promover uma prática segura e individualizada. Avaliações físicas regulares, planejamento de treinos com base nas metas e limitações do praticante e ajustes periódicos são medidas que, em conjunto, reduzem o risco de lesões e favorecem a longevidade na corrida (Teixeira et al., 2023).

Conclui-se, portanto, que prevenir lesões em corredores amadores vai muito além de evitar dores ou afastamentos. Trata-se de promover saúde, qualidade de vida e continuidade em uma prática que, quando bem orientada, oferece benefícios físicos, psicológicos e sociais duradouros.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, de natureza qualitativa e exploratória, desenvolvida com o objetivo de identificar e analisar as principais evidências científicas sobre a ocorrência e as causas de lesões em corredores de rua amadores, bem como discutir as estratégias preventivas mais abordadas na literatura especializada.

A busca dos estudos foi realizada entre os meses de setembro a novembro de 2025, nas bases de dados SciELO, PubMed, LILACS, periódicos CAPES e Google Acadêmico, escolhidas por sua relevância e acessibilidade em estudos da área da saúde e ciências do esporte. Foram utilizados os seguintes descritores combinados em português e inglês: *“corrida de rua”, “lesões musculoesqueléticas”, “tipos de lesões em corredores”, “prevenção de lesões”, “calçados esportivos”, “calçados de corrida”, “running shoes” e “running injuries”*.

Os critérios de inclusão envolveram artigos, teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso publicados entre 2010 e 2024, disponíveis na íntegra, em português, inglês ou espanhol, que abordassem a prevalência, tipos, causas, influência do calçado, fatores de risco e estratégias de prevenção de lesões em corredores amadores. Foram excluídos trabalhos com amostras compostas exclusivamente por atletas profissionais, revisões duplicadas e textos sem metodologia científica clara.

O processo de seleção dos artigos seguiu três etapas sucessivas:

1. Leitura dos títulos e resumos, para eliminar publicações que não se relacionavam diretamente ao tema;
2. Leitura completa dos textos potencialmente relevantes, de modo a verificar a adequação aos critérios de inclusão;
3. Seleção final dos estudos elegíveis, que resultou em 15 artigos incluídos para análise.

Os dados extraídos de cada artigo foram organizados em um quadro sinóptico contendo informações sobre o nome do estudo, os autores presentes, o ano de publicação e os principais resultados obtidos. Essa sistematização permitiu comparar as abordagens e identificar convergências entre os achados.

A análise dos resultados foi conduzida por meio da síntese temática, que consiste na identificação de eixos de discussão comuns entre os estudos revisados, como perfil dos corredores, fatores de risco, tipos de lesões e medidas preventivas. Essa abordagem possibilitou integrar os dados quantitativos e qualitativos dos artigos selecionados,

permitindo uma visão crítica e abrangente sobre o tema.

Por se tratar de um estudo baseado em dados secundários de acesso público, não houve necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme as diretrizes da Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. Ainda assim, todas as informações foram utilizadas de forma ética, respeitando a integridade e a autoria das produções científicas analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, a corrida de rua apresenta uma ampla variedade de distâncias, sendo as mais comuns as provas de 5 km e 10 km, consideradas de curta e média duração. Já as distâncias maiores incluem a meia-maratona, com percurso de 21 km, e a maratona completa, que totaliza 42,195 km. Existem ainda desafios superiores, conhecidos como ultramaratonas, que podem alcançar 50 km, 100 km ou mais, e até competições definidas por tempo de duração, como provas de 6, 12 ou 24 horas (World Athletics, 2023).

Nas corridas de longa distância, o atleta precisa aumentar gradualmente o volume de treino semanal para suportar as exigências da prova, o que, por outro lado, eleva o risco de lesões decorrentes da sobrecarga física (Purim et al., 2014). Diante disso, torna-se essencial compreender a influência dos calçados esportivos tanto no desempenho quanto na prevenção de lesões, favorecendo uma prática mais segura e uma maior longevidade esportiva para o corredor.

Foram selecionados 15 artigos, dos quais todos foram incluídos e analisados no presente estudo. O Quadro 1 apresenta os estudos selecionados para a revisão, com informações sobre autores, ano e principais resultados, de modo a facilitar a análise comparativa dos achados.

Quadro 1: Artigos incluídos no estudo e principais resultados.

Estudo	Autores	Ano	Principais Resultados
A escolha do calçado por corredores amadores: caracterização e associação com o histórico de lesão auto reportada.	Andrade et al.	2022	As características e o processo de escolha do calçado não foram associados à presença de lesões.
A influência de diferentes sistemas de amortecimento do calçado esportivo na economia de corrida e no desempenho	Dinato	2018	Não foi identificada diferença significativa em relação às variáveis e os tipos de tênis.
A moda e o desporto: análise da tecnologia e da comunicação no equipamento de corrida	Resende	2019	Afirma que os consumidores são influenciados pelas tecnologias presentes nos equipamentos e pela divulgação.
Análise do equilíbrio dinâmico do membro inferior em uma situação de instabilidade provocada pela prancha de equilíbrio e tênis instáveis	Silva	2014	O tênis instável e a imobilização parcial de tornozelo promovem alterações importantes sobre o equilíbrio dinâmico.
Aptidão física e saúde: exercício físico, saúde e fatores associados a lesões	Carvalho et al.	2019	As lesões ocorrem mais nos joelhos, tornozelos e na canela.
Corpo performer: pedagogias de produção de corpos que correm	Carlan	2019	Apresentou o tênis com placa de fibra de carbono e o relógio GPS.
Estudo da prevalência da dor crônica em praticantes de corrida	Ourique	2021	Aproximadamente 47,3% afirmaram ter dor articular. A maior prevalência de dor crônica foi nos membros inferiores.
Estudo prospectivo de lesões musculoesqueléticas em praticantes de corrida: avaliação funcional e seguimento clínico	Duarte	2020	55,5% dos participantes tiveram lesões no período de 12 semanas.
Lesões desportivas e cutâneas em adeptos de corrida de rua	Purim et al.	2014	As principais lesões são musculares, tendinites e do joelho. O tênis apertado causou unhas encravadas
Lesões em corredores de rua: análise das possíveis variáveis envolvidas	Rodrigues	2019	59% dos participantes apresentaram lesões. Fatores: idade, sexo, dados antropométricos, tempo de prática, treinamento e orientação profissional.
O consumo da corrida de rua e seus significados	Titton	2017	O tênis é considerado como investimento fundamental, assim como roupas leves e relógios GPS.
Perfil e características de treinamento dos participantes de corrida de rua no município de São José do Rio Preto-SP	Lima et al.	2018	41,4% sofreram lesões e o tipo de tênis e tipo de pisada não foram associados às causas de lesões
Performance no Ironman Brasil: impacto de equipamentos	Lorena	2015	O tênis é de escolha individual, não sendo possível medir o ganho de eficiência. Aspectos físicos apresentaram-se como fatores positivos
Prevalência de lesões e índice de arco plantar em corredores de rua de um grupo de corrida da cidade de Goiânia	Gonçalves	2016	70% dos corredores apresentaram lesão, a maioria foi na tíbia, o alto volume de treinamento é um preditor de lesões
Relação entre o tipo da pisada e cadência da passada com a frequência de lesão tibial em corredores de rua	Rocha	2019	As variáveis não estão associadas às lesões, a cadência maior indica menor índice de lesão

A literatura demonstra um crescimento expressivo na prática da corrida de rua, acompanhado do aumento proporcional de lesões entre os praticantes. Purim et al. (2014) observaram que cerca de 65,9% dos corredores já sofreram algum tipo de lesão músculo-ortopédica que impossibilitou a continuidade dos treinos. Esse dado reforça a necessidade de maior atenção às variáveis relacionadas à sobrecarga mecânica, especialmente nos membros inferiores, que são as regiões mais acometidas devido ao impacto repetitivo característico da modalidade (Ferracini, 2015). Esses achados permitem compreender os principais tipos de lesões e os fatores biomecânicos envolvidos.

Ao analisar os estudos de Carvalho et al. (2019), Ourique (2021), Purim et al. (2014), Rodrigues (2019), Lima et al. (2018) e Gonçalves (2016), nota-se que as lesões de joelho se destacam como as mais prevalentes entre corredores de rua. Além dessas, dores articulares em tornozelos e quadril, tendinopatias e lesões musculares em coxa e tibia também são recorrentes. Purim et al. (2014) ainda destacam o surgimento de desconfortos como unhas encravadas e infecções micóticas nos pés — lesões consideradas leves, mas que podem comprometer o rendimento quando não tratadas adequadamente.

A análise conjunta dessas evidências indica que a incidência de lesões está relacionada tanto a fatores intrínsecos quanto extrínsecos, conforme propôs Rodrigues (2019). Entre os fatores intrínsecos estão idade, gênero e características antropométricas; enquanto entre os extrínsecos, destacam-se o volume de treino, o tipo de calçado e a orientação profissional. No que diz respeito à idade, Carvalho et al. (2019) apontaram maior vulnerabilidade entre 28 e 32 anos, enquanto Rodrigues (2019) observou incidência superior acima dos 40. Essa divergência pode estar associada à adaptação biomecânica, ao tempo de prática e à capacidade de recuperação muscular, que variam conforme o perfil de cada corredor. Portanto, a idade e a experiência do corredor influenciam diretamente o risco de lesões.

Quanto ao gênero, Duarte (2020) identificou que mulheres possuem risco aproximadamente quatro vezes maior de sofrer lesões em comparação aos homens, com predominância de tendinopatias. Em contrapartida, Purim et al. (2014) e Lima et

al. (2018) não encontraram diferença significativa entre os sexos, mas constataram que as mulheres tendem a apresentar mais lesões cutâneas e das unhas, enquanto os homens sofrem mais com lesões musculares em função do alto volume de treino. Esses achados reforçam que o tipo de lesão pode variar segundo as particularidades biomecânicas e hormonais de cada grupo, e não apenas pelo sexo biológico, mas também pelas características individuais e volume de treino.

As características antropométricas também se mostraram relevantes. Rodrigues (2019) relatou que corredores com maior índice de massa corporal (IMC) tendem a apresentar mais lesões devido à sobrecarga articular e muscular. Esse resultado é coerente com o princípio biomecânico de que o aumento de massa corporal eleva o impacto nas articulações durante a corrida. Além disso, Gonçalves (2016) verificou que o volume de treino é um fator determinante para a incidência de lesões, sobretudo em atletas que se preparam para provas longas e de resistência. Da mesma forma, Rodrigues (2019) observou que a corrida de velocidade pode aumentar o risco de lesões por exigir maior força excêntrica e impacto articular. Esses fatores reforçam a importância de controle de carga e adaptação progressiva do treino. Ourique (2021) observou que indivíduos menos habituados à corrida relataram maior frequência de dores, especialmente nos membros inferiores, enquanto Purim et al. (2014) verificaram que corredores com quilometragem semanal superior a 95 km apresentaram maior incidência de lesões micóticas e unhas encravadas. Esses resultados indicam que tanto o excesso quanto a falta de prática podem ser fatores de risco, evidenciando a importância do equilíbrio entre volume, intensidade e recuperação.

Outro aspecto relevante identificado nos estudos é a forma como os corredores lidam com as lesões. Rodrigues (2019) e Lima et al. (2018) constataram que muitos praticantes não buscam orientação profissional ao sentir desconfortos, o que pode agravar o quadro e aumentar o tempo de afastamento. Rocha (2019) complementa, destacando que corredores sem histórico de lesão tendem a apresentar maior frequência de passada, reduzindo o impacto por contato com o solo. Esse dado demonstra como pequenos ajustes técnicos podem ter papel preventivo. Observa-se, portanto, que o comportamento preventivo e o suporte profissional são determinantes para a longevidade esportiva.

No que se refere ao calçado esportivo, a maioria dos corredores utiliza tênis específicos para a prática, possuindo de um a três pares (Lima et al., 2018; Andrade

et al., 2022; Purim et al., 2014). Purim et al. (2014) verificaram que o tamanho inadequado do calçado pode causar lesões ungueais, enquanto a instabilidade de alguns modelos favorece entorses de tornozelo. Silva (2014) observou que o uso de calçados instáveis, associado a exercícios proprioceptivos, pode melhorar a resposta neuromuscular e reduzir o risco de torções, reforçando a importância da estabilidade e do ajuste adequado. Por outro lado, Lima et al. (2018) e Andrade et al. (2022) não encontraram relação direta entre o tipo de pisada e a ocorrência de lesões, sugerindo que outros fatores, como o padrão motor e a carga de treino, têm maior influência. Assim, o tipo de calçado exerce influência secundária em relação à biomecânica e ao planejamento do treino.

Além dos aspectos relacionados à prevenção de lesões, diversos estudos também abordam os efeitos dos calçados esportivos sobre o desempenho dos corredores. Resende (2019) destacou que a busca por tecnologias aplicadas aos calçados é resultado da necessidade de melhorar a eficiência e o conforto durante a prática, fatores que têm influência direta na performance. Essa tendência de inovação é reforçada por Tilton (2017), que apontou o tênis como o principal investimento dos praticantes de corrida, devido à sua relação com amortecimento, estabilidade e durabilidade. Esses estudos mostram também como o marketing e as tendências tecnológicas influenciam o comportamento de consumo, podendo levar a escolhas inadequadas de calçado quando priorizam estética em vez de função.

De forma semelhante, Carlan (2019) observou que o uso de modelos com tecnologias avançadas, como o Nike Vaporfly®, pode gerar vantagens biomecânicas conhecidas como “doping mecânico”, provocando aumento de propulsão e economia de energia. No entanto, esses benefícios ainda são debatidos, uma vez que o desempenho depende mais de fatores individuais do que exclusivamente do calçado. Essa visão é compartilhada por Lorena (2015), que concluiu que a altura, o peso corporal e o percentual de gordura do atleta influenciam mais no rendimento do que o tipo de calçado utilizado.

Em contrapartida, Dinato (2018) comparou calçados minimalistas e modelos com tecnologia TPE, verificando que os de entressola mais robusta podem oferecer melhor economia de energia, embora sem diferenças significativas no tempo de prova. Isso reforça a ideia de que a tecnologia pode auxiliar o corredor, mas não substitui o treinamento adequado e o acompanhamento profissional. Esses resultados reforçam

a necessidade de orientação profissional para que o uso da tecnologia seja integrado ao planejamento de treino, e não visto como solução isolada.

Esses resultados complementam as análises anteriores, demonstrando que o calçado deve ser compreendido não apenas como instrumento de proteção, mas também como um elemento que influencia, de forma limitada, o desempenho e a eficiência da corrida. Portanto, a escolha do calçado ideal deve considerar não apenas o conforto, mas também a individualidade biológica e o perfil de treino do corredor.

Diante desses achados, percebe-se que as lesões em corredores de rua decorrem de uma combinação de variáveis, sendo o calçado apenas uma delas. O profissional de Educação Física deve, portanto, compreender o papel do tênis não como fator determinante, mas como elemento complementar dentro de uma abordagem multifatorial de prevenção e desempenho. O acompanhamento técnico, a periodização adequada do treino e o fortalecimento muscular específico continuam sendo as medidas mais eficazes para a redução de lesões e melhora da performance.

Concluindo a discussão, ressalta-se a necessidade de políticas educativas voltadas à formação e orientação de corredores amadores, com foco na conscientização sobre planejamento de treino, uso adequado de calçados e práticas de prevenção de lesões. A integração entre ciência e prática profissional é fundamental para que o conhecimento produzido nas pesquisas se traduza em intervenções eficazes, promovendo segurança, desempenho e adesão sustentável à corrida de rua.

CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo identificar, por meio de revisão integrativa, as principais causas e fatores associados às lesões em corredores de rua, além de analisar o papel do calçado esportivo na prevenção de lesões e no desempenho do praticante. Desse modo, a literatura demonstrou que as lesões em corredores de rua resultam de uma interação complexa entre fatores intrínsecos, como idade, gênero, composição corporal e experiência prévia, e fatores extrínsecos, especialmente o volume e a intensidade do treinamento, além do tipo de calçado utilizado.

A partir da análise de 15 artigos científicos publicados entre 2010 e 2024, a literatura analisada indica que, embora o tênis exerça papel importante na prevenção

e no conforto durante a corrida, ele não é o único determinante do desempenho nem o principal agente de proteção contra lesões.

Os estudos revisados demonstram que o calçado ideal deve atender às necessidades individuais do praticante, considerando aspectos como biomecânica, padrão de pisada, superfície de treino e nível de condicionamento físico. As evidências apontam que tecnologias modernas, como materiais de alta absorção de impacto e placas de propulsão, podem contribuir para a eficiência mecânica e energética, mas seus efeitos são limitados quando não acompanhados de planejamento adequado de treino e fortalecimento muscular específico. Esses achados reforçam que o avanço tecnológico dos calçados deve ser interpretado de forma complementar, e não como fator isolado de prevenção.

Observou-se também que muitos corredores carecem de conhecimento técnico para lidar com as lesões, o que reforça a importância da atuação do profissional de Educação Física como mediador entre a ciência e a prática. Esse profissional deve orientar a escolha adequada do calçado, monitorar a carga de treinamento e promover estratégias preventivas que envolvam condicionamento físico, controle de volume e técnica de corrida.

Dessa forma, conclui-se que a prevenção de lesões e o aprimoramento do desempenho na corrida de rua dependem da integração entre treinamento inteligente, orientação profissional e escolha adequada dos equipamentos, sendo o calçado um componente complementar dentro de um contexto multifatorial.

Por fim, destaca-se a necessidade de novas pesquisas que aprofundem a relação entre diferentes tipos de calçado, variáveis biomecânicas individuais e padrões de corrida em provas de longa duração, de modo a oferecer evidências mais robustas que subsidiem tanto a prescrição segura de treinos quanto a evolução tecnológica dos equipamentos esportivos. Recomenda-se, ainda, a implementação de políticas educativas voltadas à orientação de corredores amadores, promovendo a integração entre ciência, prevenção e prática esportiva segura.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Rodrigo Ébete; SANTOS, Thiago Ribeiro Teles. A escolha do calçado por corredores amadores: caracterização e associação com o histórico de lesão auto reportada. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 29, n. 4, p. 386-396, out. 2022.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-2950/22016129042022pt>. Acesso em: 11 out. 2025.

ANDRÉS, Leandro Rubio. A IMPORTÂNCIA DOS TREINOS DE VELOCIDADE PARA CORREDORES DE LONGA DISTÂNCIA. **REVISTA FOCO**, v. 17, n. 3, p. e4665, 15 mar. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v17n3-096>. Acesso em: 26 out. 2025.

CARLAN, Carina Prina. **Corpo performer: pedagogias de produção de corpos que correm**. 2019. 208 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2019. Disponível em: https://www.academia.edu/44240161/CorpoPerformer_TeseCPC. Acesso em: 25 out. 2025.

CARVALHO, Ariston Nunes; MONTE NERO, Dário da Silva. Lesões em corredores de rua amadores: síndrome da tibia medial – canelite. In: NERO, Dário da Silva Monte (org.). **Aptidão física e saúde: exercício físico, saúde e fatores associados a lesões**. v. 3, p. 77-97. São Paulo: Pimenta Cultural, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.31560/pimentacultural/2019.799.77-97>. Acesso em: 18 out. 2025.

COMO Elaborar Projetos de Pesquisa. 4. ed. [S. l.]: Atlas, 2002. ISBN 9788522431694.

COSTA LIMA, F. S.; DURIGAN, A. N. DO A. Perfil e características de treinamento dos praticantes de corrida de rua no município de São José do Rio Preto- SP. **RBPFEEX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 12, n. 77, p. 675-685, 26 out. 2018. Disponível em <https://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/1465>. Acesso em: 18 out. 2025.

DINATO, Roberto Casanova. **A influência de diferentes sistemas de amortecimento do calçado esportivo na economia de corrida e no desempenho**. 2018. 106 f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/39/39135/tde-20062018->

[095440/publico/Roberto_Casanova_Dinato_Tese_doutorado_final_Versao_corrigida.pdf](#).

Acesso em: 11 out. 2025.

DUARTE, Danilo Teixeira de Barros. **Estudo prospectivo de lesões musculoesqueléticas em praticantes de corrida: avaliação funcional e seguimento clínico**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde Aplicadas ao Sistema Locomotor) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.17.2020.tde-23082020-142818>. Acesso em: 25 out. 2025.

FERREIRA, Alberto Cantídio *et al.* Prevalência e fatores associados a lesões em corredores amadores de rua do município de Belo Horizonte, MG. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 4, p. 252-255, ago. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1517-86922012000400007>. Acesso em: 12 out. 2025.

FERRACINI, Silvia Helena Fusco. **Prevalência de lesões em triathlon de longa distância – Ironman®**. 2015. 1 recurso online (91 p.). Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2015. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1627416>. Acesso em: 26 out. 2025.

GONÇALVES, Gabriel. **Prevalência de lesões e índice de arco plantar em corredores de rua de um grupo de corrida da cidade de Goiânia**. 2017. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Educação Física e Dança, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016. Disponível em <http://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/12026>. Acesso em: 26 out. 2025

HESPANHOL JUNIOR, Luiz C. *et al.* Perfil das características do treinamento e associação com lesões musculoesqueléticas prévias em corredores recreacionais: um estudo transversal. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 16, n. 1, p. 46-53, fev. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-35552012000100009>. Acesso em: 12 out. 2025.

LORENA, Pedro Henrique Vaz. **Performance no Ironman Brasil: impacto de equipamentos**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Insper,

São Paulo, 2015. Disponível em: <https://repositorio.insper.edu.br/handle/11224/2228>. Acesso em: 25 out. 2025.

MELO, Danielly Ferreira *et al.* Uso do tênis no desempenho da corrida e lesões acometidas entre os corredores. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 2, p. 5590-5599, 15 mar. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n2-090>. Acesso em: 11 out. 2025.

OLIVEIRA DE SOUZA, Gustavo; GOLIN, Carlo Henrique; SERRA BARUKI, Silvia Beatriz. PERFIL DOS PARTICIPANTES DO CIRCUITO DE CORRIDA DE RUA EM CORUMBÁ-MS, NA FRONTEIRA BRASIL-BOLÍVIA. **Revista GeoPantanal**, v. 18, n. 35, 22 fev. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55028/geop.v18i35.19820>. Acesso em: 12 out. 2025.

OURIQUE, Teresa Corrêa Mendes de Lima. **Estudo da prevalência da dor crônica em praticantes de corrida**. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2021. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/6afb2c0cf5fd23bb162c96930a0815d0/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>. Acesso em: 19 out. 2025.

PASSOS, Ricardo Pablo *et al.* LESÃO EM CORREDORES: ASPECTOS PREVENTIVOS ATRAVÉS DO TREINAMENTO DE FORÇA. **Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 14, v14n2, p. 1, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.36692/v14n3-01r>. Acesso em: 14 out. 2025.

PURIM, Kátia Sheylla Malta *et al.* Lesões desportivas e cutâneas em adeptos de corrida de rua. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 4, p. 299- 303, ago. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1517-86922014200401795>. Acesso em: 11 out. 2025.

RAPOSO, Michell Victor Quádrio *et al.* Análise de parâmetros de programa de treinamento e lesões em corredores amadores. **Fisioterapia Brasil**, v. 22, n. 4, p. 573-583, 5 set. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33233/fb.v22i4.4845>. Acesso em: 12 out. 2025.

RESENDE, Carolina Nobre Pinto. **A moda e o desporto: análise da tecnologia e da comunicação no equipamento de corrida**. 2019. Dissertação de

Mestrado. Universidade da Beira Interior (Portugal). Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/5e6a2a62ca498fd75edb59b1c8e01fd7/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>. Acesso em: 19 out. 2025.

ROCHA, Victor Matheus da. **Relação entre o tipo da pisada e cadência da passada com a frequência de lesão tibial em corredores de rua**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24224>. Acesso em: 18 out. 2025.

RODRIGUES, Dennis Alves. **Lesões em corredores de rua: análise das possíveis variáveis envolvidas**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/64063>. Acesso em: 19 out. 2025.

SILVA, G. G. **Análise do equilíbrio dinâmico do membro inferior em uma situação de instabilidade provocada pela prancha de equilíbrio e tênis instáveis**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) -Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/105350>. Acesso em: 18 out. 2025.

SOUZA JÚNIOR, José Roberto de *et al.* Conhecimento, interesse e preferência por programas de retreinamento de corrida em corredores de rua: estudo transversal. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 29, n. 1, p. 68-73, jan. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-2950/21016929012022pt>. Acesso em: 12 out. 2025.

TEIXEIRA, Andreia Cristina Alves Salomão *et al.* Fatores associados à ocorrência e tipos de lesões em corredores amadores no Distrito Federal, Brasil. **Fisioterapia Brasil**, v. 24, n. 4, p. 412-425, 6 set. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.33233/fb.v24i4.5438>. Acesso em: 12 out. 2025.

TIGGEMANN, Carlos Leandro; GOSSMANN, Janice; CREMONESE, Cleber. PERFIL, PREVALÊNCIA E FATORES DE RISCO A LESÕES EM CORREDORES AMADORES DO RIO GRANDE DO SUL. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 26, n. 3, 21 out. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.25110/arqsaude.v26i3.2022.8896>. Acesso em: 11 out. 2025.

TITTON, Laís Ruiz Fuchs. **O consumo da corrida de rua e seus significados**. 2017. Dissertação (Mestrado em Administração) -Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/3307>. Acesso em: 18 out. 2025.

World Athletics. Nosso esporte. 2023. Disponível em: <https://worldathletics.org>. Acesso em: 26 out. 2025.

ALLIUM SATIVUM NO COMBATE AO STAPHYLOCOCCUS AUREUS RESISTENTE À METICILINA

Gabrielly Nascimento Marques¹,
Maria Eduarda da Silva¹,
Thaynan Lima Salarolli¹,
Krysthian de Oliveira Pinto Ribeiro²

¹ Acadêmicos do curso Biomedicina - Multivix Vila Velha

² Docente da Multivix Vila Velha, Pós-Graduado em Microbiologia, Mestrando em
Ciências Farmacêuticas

RESUMO

O aumento da resistência bacteriana aos antibióticos sintéticos, especialmente em cepas como o *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA), representa um grave desafio à saúde pública, impulsionando a busca por alternativas naturais. Neste contexto, este trabalho, por meio de revisão bibliográfica, objetiva identificar e analisar os principais compostos organossulfurados do *Allium sativum* (alho), com ênfase em seus mecanismos de ação antibacterianos frente ao MRSA, avaliando o sinergismo com antibióticos β -lactâmicos, a estabilidade sob processamento e o potencial para desenvolvimento de novos fármacos. A pesquisa foi realizada em bases como PubMed, ScienceDirect, Scopus e Google Scholar, selecionando 17 artigos publicados entre 2020 e 2025, que demonstraram atividade bactericida expressiva da alicina, ajoeno e outros compostos sulfurados, com zonas de inibição de até 42 mm, redução de MIC e MBC, inibição de biofilmes em até 78% e sinergismo total com meticilina. Assim, o *Allium sativum* consolida-se como alternativa promissora e complementar no combate à multirresistência.

Palavras-Chave: *Allium sativum*; organossulfurados; MRSA; β -lactâmicos; resistência bacteriana.

1. INTRODUÇÃO

O crescente aumento da resistência bacteriana aos antibióticos sintéticos representa um dos maiores desafios para a medicina moderna e a saúde pública global (Murray *et al.*, 2022). Esse fenômeno está associado à notável capacidade adaptativa das bactérias frente às pressões seletivas, intensificada pelo uso inadequado de antibióticos, o que aumenta a gravidade das infecções causadas por diversas espécies bacterianas (Abrantes; Nogueira, 2021). Como resultado, a resistência bacteriana tornou-se uma das principais causas de mortalidade em escala

global, comprometendo a eficácia dos tratamentos disponíveis e impulsionando o aumento contínuo de bactérias multirresistentes. (Davies, D.; Davies, J., 2010).

Entre os microrganismos que mais preocupam nesse cenário, destaca-se o *Staphylococcus aureus*, uma bactéria altamente prevalente e de grande impacto clínico, naturalmente presente na microbiota da pele e das vias respiratórias, capaz de causar uma ampla gama de infecções, representando um desafio significativo para o controle epidemiológico, especialmente em ambientes hospitalares, devido à sua elevada transmissibilidade (Nascimento *et al.*, 2024). A situação é agravada pelo surgimento de cepas multirresistentes desse patógeno, como o *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA), que possui baixa sensibilidade a múltiplos antibióticos, sendo sua resistência aos β -lactâmicos particularmente significativa, pois essa classe é amplamente utilizada e essencial no tratamento de infecções, resultando na limitação de opções terapêuticas cruciais (Turner *et al.*, 2019).

Diante desse cenário, cresce o interesse por estratégias terapêuticas alternativas, especialmente aquelas baseadas em compostos naturais, como os fitoterápicos obtidos a partir de extratos vegetais, que vêm sendo amplamente investigados por oferecerem vantagens como baixo custo, menor toxicidade, fácil acesso e forte vínculo com o conhecimento tradicional transmitido entre gerações (Silva; Nogueira, 2021).

Entre as espécies vegetais de maior interesse, destaca-se o *Allium sativum*, popularmente conhecido como alho, historicamente reconhecido por suas propriedades medicinais e por seu potencial na formulação de fitoterápicos devido à sua diversidade de compostos bioativos, sobretudo os compostos organossulfurados, que são os mais abundantes e responsáveis por grande parte de suas atividades biológicas (Ríos; Recio, 2005). Estes por sua vez, exibem várias atividades antibacterianas, incluindo atividades bactericidas e antibiofilme, contra muitas bactérias, incluindo cepas multirresistentes (MDR) (Nakamoto *et al.*, 2020).

Nesse contexto, o *Allium sativum* (alho) destaca-se pelas propriedades antibacterianas de seus compostos organossulfurados, que oferecem perspectivas promissoras no combate ao *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA). Portanto este estudo, conduzido por meio de uma revisão bibliográfica, tem como objetivo a identificação, análise e descrição dos principais compostos organossulfurados presentes no *Allium sativum*, com ênfase em seus mecanismos de ação frente a bactérias do gênero *Staphylococcus*, especialmente o MRSA, avaliando seu efeito sinérgico com os antimicrobianos β -lactâmicos e explorando seu potencial para o desenvolvimento de novos fármacos destinados ao tratamento de infecções

por MRSA, ademais busca avaliar a estabilidade dos compostos sulfurados sob condições de processamento, consolidando evidências sobre as propriedades fitoquímicas do *Allium sativum*, visando contribuir para o desenvolvimento de alternativas terapêuticas complementares, auxiliando no enfrentamento da multirresistência bacteriana.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 STAPHYLOCOCCUS AUREUS E SUA PATOGÊNESE

Staphylococcus aureus são cocos Gram-positivos e catalase-positivos, medindo em média de 0,5 a 1,5 micrômetros, esses microrganismos se caracterizam como imóveis, não formadores de esporos e, em sua maioria, não encapsulados e podem ser observados isoladamente, em pares, cadeias curtas ou em aglomerados irregulares que lembram um cacho de uvas (Trabulsi; Teixeira; Bueris, 2004). O gênero *Staphylococcus* pertence à família *Micrococcaceae*, composto por 33 espécies, das quais 17 podem ser isoladas a partir de amostras biológicas humanas (Cassetari *et al.*, 2005).

Este patógeno destaca-se pela capacidade de colonizar diversas superfícies do corpo humano, especialmente as células epiteliais do nariz, da pele e das mucosas. Nessa condição, atua como um comensal inofensivo em aproximadamente 20% a 30% dos indivíduos saudáveis, sem provocar sintomas. No entanto, essa colonização, sobretudo na cavidade nasal, favorece a disseminação do microrganismo, tanto em ambientes hospitalares quanto comunitários (Wertheim *et al.*, 2005).

Ou seja, embora geralmente inofensivo, trata-se de um patógeno oportunista e altamente versátil pois quando há ruptura da barreira cutânea ou imunossupressão, podem ocorrer infecções com diferentes graus de severidade (Levinson *et al.*, 2022). O *S. aureus* invade folículos pilosos causando necrose e lesões purulentas como furúnculos, disseminando-se por vias linfática/hematogênica para tromboflebite, abscessos, osteomielite e manifestações sistêmicas (Miller *et al.*, 2022). Produz doenças por toxinas, como SSSS (descolamento epidérmico por toxinas esfoliativas) e síndrome do choque tóxico (Chambers; DeLeo, 2020). Enzimas como a coagulase, proteases, lipases promovem destruição tecidual e evasão imune (Murray; Rosenthal; Pfaller, 2023).

Essa versatilidade patogênica está diretamente relacionada ao sistema de quorum sensing (QS) que permite que as bactérias ajustem a expressão gênica em resposta à sua densidade populacional. Para isso, muitas espécies secretam moléculas de sinalização química, chamadas autoindutores, cuja concentração

umenta à medida que a população cresce. Quando o nível de autoindutores atinge um limiar crítico, sinais são transmitidos a reguladores que podem induzir ou reprimir genes-alvo (Rutherford; Bassler, 2012). Em *Staphylococcus aureus*, esse mecanismo é mediado pelo operon autorregulador Agr, que atua como sistema QS (Novick; Geisinger, 2008), dando origem a ampla gama de fatores de virulência produzidos pela bactéria, incluindo toxinas, enzimas, proteínas de superfície e biofilmes que são essenciais para sua sobrevivência, disseminação e evasão das defesas do hospedeiro (Ryu *et al.*, 2014).

Outro componente de relevância é a proteína A, também chamada de SpA (staphylococcal protein A), que está presente na maioria das cepas de *S. aureus* (Prévost, *et al.*, 2003). Os quais conferem sua principal atividade de virulência: a ligação à região Fc das imunoglobulinas G (IgG), impedindo que os anticorpos interajam com as células fagocitárias e bloqueando, assim, a fagocitose (Prévost, *et al.*, 2003). Além disso, a proteína A atua como adesina em infecções intravasculares, ao se ligar a proteínas do endotélio vascular lesado, (Thammavongsa *et al.*, 2015).

O *S. aureus* também é conhecido pela produção de toxinas com diferentes mecanismos de ação, entre elas destacam-se a α -toxina e a leucocidina, que formam poros na membrana dos leucócitos, promovendo a perda do conteúdo celular e a morte dessas células (Pazian; Sass, 2006).

Adicionalmente o *S. aureus* possui capacidade de formar biofilmes, uma população bacteriana organizada, caracterizada por uma matriz extracelular, semelhante a uma membrana, formada pela adesão de colônias bacterianas e de substâncias poliméricas extracelulares como polissacarídeos, ácidos nucleicos e proteínas secretadas durante o crescimento (Karygianni *et al.*, 2020). Sendo considerada um modo de crescimento protegido que possibilita às bactérias adaptarem-se a ambientes hostis (Hall-Stoodley *et al.*, 2004).

O *S. aureus* secreta, ainda, uma série de enzimas extracelulares com funções associadas à infecção. A coagulase é a mais conhecida, sendo utilizada como marcador laboratorial da espécie. Embora o nome sugira ação hidrolítica, essa enzima induz a coagulação do plasma ao converter a protrombina em trombina, o que resulta na formação de fibrina a partir do fibrinogênio (Madigan *et al.*, 2010).

Outras enzimas relevantes incluem a catalase, a desoxirribonuclease (DNase), a hialuronidase, as lipases, as proteases e a estafiloquinase (ou fibrinolisinase), que converte o plasminogênio em plasmina, promovendo a dissolução de coágulos e facilitando a disseminação bacteriana pelos tecidos (Tetrationato, Hidr, 2010).

Portanto é notável que *Staphylococcus aureus* destaca-se como um patógeno

oportunista de alta relevância clínica devido à sua capacidade de adaptar-se a diferentes condições e causar infecções graves. Sua virulência, mediada pelo sistema de quorum sensing Agr, produção de toxinas, enzimas e biofilmes, aliada à proteína A que inibe a fagocitose, confere ao microrganismo notável habilidade de evadir defesas do hospedeiro e disseminar-se, representando um desafio constante para a saúde pública em contextos comunitários e hospitalares (Tauaitia, *et al.* 2025).

2.1.1 *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (MRSA)

Um dos primeiros antibióticos a ser amplamente utilizado no combate a *Staphylococcus aureus* foi a penicilina, considerada um marco na medicina moderna por sua eficácia contra diversas infecções bacterianas (Harkins CP *et al.*, 2017). Contudo, pouco tempo após sua introdução na década de 1940, surgiram cepas produtoras de β -lactamase (penicilinase), capazes de hidrolisar o anel β -lactâmico da penicilina, tornando-a ineficaz. Essa resistência ocorre pela produção da enzima β -lactamase, codificada pelo gene blaZ, que impede a ligação do antibiótico às proteínas ligadoras de penicilina (PBPs), essenciais para a síntese da parede celular, mantendo a integridade estrutural da bactéria e conferindo resistência à penicilina G e V (Lowy, 2003).

Diante desse cenário, foi desenvolvida a meticilina, um antibiótico β -lactâmico sintético criado especificamente para combater as cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes à penicilina (Lee *et al.*, 2001). Introduzida clinicamente em 1959, a meticilina apresenta modificações estruturais que a tornam resistente à ação degradante das β -lactamases bacterianas, o que permitiu restabelecer temporariamente a eficácia dos tratamentos antimicrobianos disponíveis. Contudo, poucos anos após sua implementação clínica, começaram a surgir cepas capazes de resistir também à meticilina, originando o que atualmente é conhecido como MRSA (Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*) (Turner *et al.*, 2019).

O *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina, possui grande relevância clínica devido à sua capacidade de causar infecções graves em ambientes hospitalares, comunitários e associados ao gado (Klevens, *et al.*, 2007). Sua resistência aos antibióticos β -lactâmicos, uma classe essencial de antimicrobianos, e frequentemente a outras classes, limita severamente as opções terapêuticas, tornando o MRSA um desafio significativo na saúde pública.

A base molecular central da resistência intrínseca no MRSA é o gene mecA, que codifica a PBP2a, permitindo a manutenção das ligações cruzadas do peptidoglicano

e a reconfiguração da via de síntese da parede celular mesmo na presença de antibióticos β -lactâmicos (Abebe., *et al* 2023). Ainda assim, esse mecanismo isolado não explica a heterogeneidade fenotípica e a adaptação ambiental observadas, que variam conforme o tipo de SCCmec adquirido pela cepa. Além disso, a família de genes *fem* regulam a eficiência funcional da PBP2a ao modular o metabolismo dos precursores de peptidoglicano. (Gopal; Divya, 2017), enquanto o sistema de quorum sensing agr ajusta indiretamente fenótipos de resistência, favorecendo biofilme ou resistência osmótica a antibióticos, por meio da regulação dinâmica de fatores de virulência. (Rimi, *et al.*, 2024).

A aquisição do SCCmec é o evento que transforma *Staphylococcus aureus* suscetível a meticilina em MRSA tratando-se de um elemento genético móvel que carrega *mecA* e seus reguladores, podendo transferir-se entre organismos e, uma vez inserido no cromossomo, promover a expressão de PBPs com baixa afinidade por β -lactâmicos (PBP2a/2c) (Uehara, 2022). Neutralizando a inibição da síntese de parede celular e conferindo resistência aos β -lactâmicos (Lakhundi; Zhang, 2018). Esse cassete, uma ilha genômica, é responsável pelo fenótipo de resistência à meticilina e pode incluir genes acessórios que ampliam o espectro de resistência ou adicionam outras funções biológicas. (Monecke, *et al.*, 2024).

Adicionalmente, no componente enzimático complementar, muitos isolados clínicos de MRSA mantêm gene *blaZ*, cujo produto, a β -lactamase, hidrolisa o anel β -lactâmico e inativa o fármaco. (Bush, Bradford., 2016). Entretanto, a presença de β -lactamase, por si só, não confere resistência à meticilina (nem a β -lactâmicos estáveis a β -lactamases); o fenótipo MRSA exige a expressão coordenada de PBP2a, de modo que a combinação de PBP2a e β -lactamase sustenta a resistência ampla aos β -lactâmicos (Lade, Kim., 2023).

Nos mecanismos adquiridos por modificação de alvo, a pressão seletiva de uso prolongado de antibióticos favorece a emergência de fenótipos heterorresistentes e resistência a moléculas-chave. A heterorresistência do patógeno decorre de mutações pontuais recorrentes em genes ligados à biossíntese e ao transporte de membrana, bem como à arquitetura peptidoglicano/ácido teicoico, gerando subpopulações com diferentes níveis de resistência dentro da mesma linhagem (Heidarian, 2024). A adaptação estrutural da célula também contribui para a resistência reduzindo a permeabilidade da membrana e diminuindo a entrada de antimicrobianos como aminoglicosídeos (Mlynarczyk-Bonikowska., 2022).

Outros fatores auxiliares Aux, garantem precursores e suporte à montagem da parede que é crítico para a resistência aos beta-lactâmicos; eles incluem genes

envolvidos no metabolismo do nitrogênio, biossíntese de ácidos graxos e modificações dos lipídios da membrana celular, essas proteínas Aux atuam por mecanismos diferentes da alteração dos níveis de PBP2a ou das principais características estruturais da parede celular (Mikkelsen, *et al.*, 2021) Finalmente, a formação de biofilme sustenta infecções persistentes e refratariedade terapêutica. O processo exige adesão a superfícies, sinais ambientais (limitação nutricional, estresse antibiótico, variações de pH), quorum sensing e secreção de matriz extracelular (Hernández-Cuellar., *et al*, 2023).O que confere maior plasticidade, evasão de fagocitose e maior tolerância a antimicrobianos, a matriz também abriga células dormentes (*persisters*), com metabolismo reduzido, pouco sensíveis a antibióticos que dependem de processos energéticos (como síntese de ATP); cessado o estresse, essas células podem reativar crescimento e restaurar a infectividade, perpetuando a persistência clínica e a recidiva (O'Neill., *et al.*, 2007).

2.2 ALLIUM SATIVUM

O *Allium sativum*, conhecido como alho, é uma das plantas mais antigas, usada há mais de 4.000 anos como tempero, alimento e medicamento popular, sendo a planta medicinal mais utilizada (Thomson; Ali, 2003). Pertencente à família Alliaceae, é originária de regiões áridas ou moderadamente úmidas do sudoeste asiático, tendo cultivo anual, idealmente entre julho e novembro, é sensível a temperatura, fotoperíodo e pH do solo, que afetam germinação, desenvolvimento foliar e floração (Martins *et al.*, 2016). Destacando-se pela diversidade de variedades e fitoconstituintes, servindo como importante matéria-prima (Bazaraliyeva *et al.*, 2022).

No que diz respeito à morfologia, o bulbo do *Allium sativum* é subgloboso e formado por 6 a 20 bulbilhos, popularmente chamados de dentes de alho, de tamanhos variados, envolvidos por folhas escamosas membranáceas, esses bulbilhos fixam-se a um caule, de onde se origina o escapo na parte superior e raízes adventícias fibrosas na porção inferior, sendo revestido por um prófalo escarioso que protege um catáfilo carnoso e suculento, sendo este utilizado para fins medicinais (Anvisa, 2019).

Quanto à composição química, diferentes partes do alho concentram fitoconstituintes variados, em aproximadamente um bulbilho, são identificados cerca de 33 compostos contendo enxofre. (Silva *et al.*, 2010). Essa diversidade química confere ao alho múltiplas propriedades terapêuticas, incluindo ações antineoplásicas, antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes, imunoestimulantes, hipotensoras e reguladoras dos níveis glicêmicos e lipídicos, além de benefícios ao trânsito intestinal (Lopes *et al.*, 2021).

Diante do exposto, observa-se que o *Allium sativum* reúne características agronômicas, morfológicas e fitoquímicas que justificam seu uso milenar como planta medicinal. A diversidade de compostos bioativos distribuídos em suas diferentes estruturas, aliada à facilidade de cultivo e ampla aceitação popular, torna o alho uma espécie de grande relevância.

2.2.1 Fitoconstituintes do *Allium sativum*

O *Allium sativum* é rico em fitoconstituintes sulfurados, como aliina, alicina, ajoenos (E-ajoeno e Z-ajoeno), tio-sulfatos, alil-mercaptano, dialil-sulfeto, S-alilcisteína e compostos γ -glutâmicos, que conferem à planta propriedades terapêuticas. Esses compostos organossulfurados são responsáveis pelo sabor e odor característicos do alho, e existem em formas hidrossolúveis e lipossolúveis (Queiroz, 2010). É importante ressaltar que a maioria desses constituintes não está presente no alho intacto, mas são formados após o bulbo ser moído, partido ou mastigado, quando ocorre a interação entre diferentes moléculas, desencadeando reações químicas (Leite; Santos, 2021).

Dessa forma, nas células intactas do alho, encontra-se o sulfóxido de (+) -S-alil-L- cisteína, composto inodoro conhecido como aliina, quando há ruptura ou degradação da membrana plasmática, essa aliina interage com a enzima aliinase, localizada nos vacúolos intracelulares, sendo então convertida em alicina (tio-sulfato de dialila). Esse composto, gerado após a quebra do parênquima, é um dos mais relevantes do alho, no entanto, apesar de sua importância, a alicina apresenta alta reatividade e baixa estabilidade térmica, decompondo-se facilmente na presença de oxigênio e água, resultando na formação de subprodutos como ajoene, vinilditiína e polissulfanos durante o processamento ou armazenamento do alho esses subprodutos, por sua vez, mantêm suas atividades biológicas (Borlinghaus *et al.*, 2014).

A alicina é um biocida dependente da concentração, com amplo espectro de ação contra diversos microrganismos, incluindo bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, fungos, vírus e parasitas (Gruhlke *et al.*, 2016). Sua volatilidade permite que apresente atividade antibacteriana e antifúngica não apenas em solução, mas também na fase gasosa, sendo eficaz contra bactérias patogênicas pulmonares (Leontiev *et al.*, 2018).

Dessa forma, os mecanismos de ação antimicrobiana da alicina envolvem múltiplos processos celulares, como uma espécie reativa de enxofre, a alicina reage com grupos tióis livres, como os presentes em resíduos de cisteína nas proteínas ou

na glutathione, formando adutos S-alilmercapto (Gruhlke *et al.*, 2019). Essa S-tioalilação de cisteínas pode inibir enzimas essenciais, alterar a conformação tridimensional de proteínas e impedir a ligação de cofatores metálicos, resultando na interrupção de vias metabólicas críticas e na inativação de enzimas vitais (Brandes *et al.*, 2009). Em somatória, a oxidação da glutathione pela alicina leva à formação de S-alilmercaptoglutationa, reduzindo o reservatório celular de glutathione e induzindo estresse oxidativo (Rabinkov *et al.*, 2000).

Tendo em vista o seu mecanismo de ação, alicina apresenta propriedades germicidas de amplo espectro e eficácia superiores à de diversos antibióticos convencionais. Comparativamente, enquanto a penicilina não atua contra certas bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, a alicina é eficaz contra ambas, incluindo cepas multirresistentes. Contra o *S. aureus*, por exemplo, demonstrou inibição ativa do crescimento bacteriano, resultado de sua interação com grupos sulfidril de cisteína por meio de uma reação semelhante à troca de dissulfeto (Ahmed; Wang, 2021).

Um dos principais produtos gerados pela alicina são os Ajoenos, geralmente líquidos e incolores, formados a partir do rearranjo químico de três moléculas de alicina. Eles possuem grupos funcionais sulfóxido e dissulfeto, responsáveis por suas potentes propriedades antimicrobianas, atuando na inibição do crescimento de bactérias e fungos (Nakamoto *et al.*, 2020).

Outros subprodutos formados a partir da alicina são os dissulfetos de dialil (DADs) que constituem os principais componentes do óleo de *Allium sativum*, sendo resultado do processo de destilação a vapor utilizado na produção do óleo de alho (Ezeorba *et al.*, 2022). A eficácia antimicrobiana dos DADs está relacionada ao número de átomos de enxofre presentes em sua estrutura, compostos contendo mais de cinco átomos de enxofre tendem a exibir uma atividade antibacteriana mais intensa (Khameneh *et al.*, 2019).

A S-alil cisteína (SAC), outro composto organossulfurado, é hidrofílica e possui biodisponibilidade de quase 100%, com segurança e eficácia não decepcionantes (Rais *et al.*, 2023). A SAC é conhecida por ser um agente produtor de sulfeto de hidrogênio e é um dos compostos bioativos mais abundantes obtidos de *Allium sativum* envelhecido. (Vona *et al.*, 2021).

Além desses fitoconstituintes sulfurados, o *Allium sativum* contém carboidratos, minerais, oligoelementos e vitaminas A, complexo B e C. Entre os minerais, o potássio está presente em altas concentrações, enquanto o ferro, o magnésio e o fósforo aparecem em quantidades ligeiramente menores (Świdorski *et al.*, 2007). Juntamente,

estão presentes saponinas, esteroides, pectina, adenosina, compostos fenólicos, mucilagens, frutanas e açúcares redutores, que tornam o alho um alimento funcional com atividade nutricional relevante. (Block *et al.*, 2010).

A composição e o rendimento dos extratos de alho variam significativamente conforme o tipo de solvente e as condições aplicadas durante o processo de extração. Entre os diferentes métodos estudados, destacam-se as soluções aquosas, alcoólicas e os óleos essenciais, além de fatores como temperatura, pressão, tempo e tamanho das partículas, que influenciam diretamente a obtenção e a estabilidade dos compostos bioativos (Bar *et al.*, 2022).

Nas soluções aquosas, a alicina é o principal composto bioativo, seguida por menores quantidades de sulfeto de alila e diallyl dissulfeto. Nos extratos alcoólicos, o principal composto também é a alicina, enquanto alila e diallyl dissulfeto aparecem em menores concentrações (Bajac *et al.*, 2018). Os óleos essenciais de alho, obtidos principalmente por destilação a vapor com solventes como n-hexano ou éter de petróleo, apresentam como principais compostos diallyl dissulfeto e diallyl trissulfeto, responsáveis pelo odor característico e pelas propriedades biológicas (Milner; Rivlin, 2001).

2.2.2 Propriedades antimicrobianas dos compostos do *Allium sativum* em *Staphylococcus aureus*

A alicina apresenta ampla ação antibacteriana contra *Staphylococcus aureus*, mesmo em baixas concentrações, o que está relacionado à sua capacidade de interagir com a proteína ligadora de penicilina PBP3. Essa interação envolve a formação de uma ligação de hidrogênio com o resíduo Y636 e múltiplas interações hidrofóbicas, conferindo estabilidade ao complexo alicina–PBP3 e comprometendo a síntese da parede celular bacteriana, o que resulta na inibição do crescimento microbiano (Bhuvaneshwari *et al.*, 2024). O principal mecanismo envolvido em seu efeito antimicrobiano é a inibição de enzimas microbianas que contêm grupos tiol, pela rápida reação dos tiosulfinais com esses grupos (Rabinkov *et al.*, 1998).

Além de seu efeito bactericida, a alicina também apresenta propriedades antivirulência. Estudos relatam que ela impede a formação das enterotoxinas estafilocócicas A, B e C1, bem como da termonuclease (Gonzalez-Fandos *et al.*, 1994). Em *S. aureus*, concentrações subinibitórias de alicina reduzem a atividade hemolítica de forma dependente da dose, ao inibir a produção da α -toxina, uma das principais responsáveis pelos efeitos patogênicos dessa bactéria (Dinges *et al.*, 2000).

A produção da α -toxina em *S. aureus* é regulada por diversos sistemas de

controle, incluindo Agr, Sae, Sar e Rot (Cheung; Li, 2008). A alicina atua especificamente reduzindo os níveis de transcrição do gene *agrA*, que regula positivamente a expressão do gene *hla*, responsável pela síntese da α -toxina (Novick; Geisinger, 2008). Dessa forma, o mecanismo pelo qual a alicina reduz a produção dessa toxina está relacionado, ao menos em parte, à inibição do sistema regulador Agr (Leng *et al.*, 2011).

A alicina também desempenha um papel importante na inibição da formação de biofilme, ao impedir a adesão bacteriana inicial e a secreção de substâncias poliméricas extracelulares (EPS) (Ranjbar-Omid *et al.*, 2015). Além disso, reduz a secreção de fatores de virulência ao modular o sistema de quorum sensing (QS) (Xu *et al.*, 2019). Compostos sulfurados estruturalmente relacionados, como o ajoeno e o dialildissulfeto (DAS2), apresentam mecanismos semelhantes. O ajoeno regula a formação de biofilme bloqueando a produção de fatores de virulência induzida por QS (Jakobsen *et al.*, 2017), enquanto o DAS2 inibe a formação de biofilme por meio da supressão da expressão de genes-chave relacionados a esse sistema (Høiby, 2017).

No sistema QS de *S. aureus*, o sinal químico responsável pela comunicação entre as células é um peptídeo contendo um grupo tioéster, que atua como autoindutor essencial para a ativação do sistema regulador Agr (Vasquez *et al.*, 2017). Esse grupo tioéster é fundamental para o controle da expressão de toxinas e da formação de biofilme. Assim, compostos sulfurados como a alicina e o DAS2 podem reagir com esse grupo tioéster, impedindo sua função e, conseqüentemente, bloqueando a sinalização do QS. Essa interferência reduz a virulência e a capacidade de formação de biofilme de *S. aureus*, contribuindo para a diminuição da resistência bacteriana e de infecções persistentes (Nakamoto *et al.*, 2020).

2.3 ANTIBIÓTICOS B-LACTÂMICOS

Os antibióticos β -lactâmicos formam o grupo mais amplamente prescrito na prática clínica, sendo fundamentais no tratamento de infecções bacterianas. Essa classe inclui compostos naturais e sintéticos, todos caracterizados pela presença do anel β -lactâmico em sua estrutura. Esse anel, composto por um átomo de nitrogênio e três de carbono, é responsável pelas propriedades antibacterianas específicas, influenciando diretamente o espectro de ação desses fármacos. A variabilidade nas cadeias laterais ligadas ao anel β -lactâmico determinam as diferenças entre os agentes, permitindo adaptações a distintos contextos clínicos (Azevedo., 2014).

As penicilinas são antibióticos β -lactâmicos caracterizados por um anel tiazolidínico de cinco membros fundido ao anel β -lactâmico, o que lhes confere as

propriedades antibacterianas (Arruda, *et al.*, 2019). Descobertas em 1928 por Alexander Fleming, são produzidas naturalmente pelo fungo *Penicillium chrysogenum*. As penicilinas naturais, como a penicilina G (benzilpenicilina) e a penicilina V (fenoximetilpenicilina), são obtidas pela adição de precursores específicos ao meio de cultura, como o ácido fenilacético para a penicilina G e o ácido fenoxiacético para a penicilina V (Wright., 1999).

Com o surgimento de cepas bacterianas resistentes à penicilina, iniciaram-se buscas de ativos para o desenvolvimento de novos antimicrobianos. Foi então descoberto o ácido 6-aminopenicilânico (6-APA), obtido por fermentação do *Penicillium chrysogenum*. Essa molécula permitiu a criação das penicilinas semissintéticas, como a meticilina. Essas novas versões foram projetadas para apresentar maior resistência às β -lactamases (Sousa., 2006).

Após como alternativa às cepas que se tornaram resistentes a ambos os medicamentos, foram desenvolvidos os inibidores de β -lactamases, que apresentam estrutura semelhante à das penicilinas, com ligação amida do grupo β -lactâmico e cadeia lateral modificada, resultando em configuração bicíclica. Essas características estruturais permitem que esses compostos se liguem de forma irreversível às β -lactamases, atuando como substratos suicidas e inativando essas enzimas, restaurando, assim, a eficácia do antibiótico principal. (Lee *et al.*, 2001).

Ademais, temos as cefalosporinas que são classificadas em cinco gerações, conforme a amplitude de seu espectro de ação contra diferentes microrganismos. oferecendo o espectro mais amplo entre os β -lactâmicos (Arruda, *et al.*, 2019). Sua origem remonta a 1945, quando Giuseppe Brotzu descobriu a primeira cefalosporina a partir do fungo *Cephalosporium acremonium*(Sharma *et al.*, 2011). Em 1959, a identificação do ácido 7-aminocefalosporânico (7-ACA), possibilitou o desenvolvimento de derivados semissintéticos por modificação de seus radicais, ampliando mais o espectro de ação do grupo (Muñiz *et al.*, 2007).

Em somatória, temos os carbapenêmicos, estruturalmente compostos por um anel pirrólico fundido ao anel β -lactâmico, com ligação insaturada e cadeia lateral hidroxietílica em configuração trans (Bradley *et al.*, 1999). Por fim, os monobactâmicos que compõem uma classe distinta de antibióticos β -lactâmicos, caracterizando-se por sua estrutura monocíclica, contendo o grupo 2-oxoazetidina-1-sulfônico, sem fusão a outro anel (Cimarusti; Sykes, 1983).

2.3.1 Efeito Sinérgico do *Allium sativum* com antibióticos β -Lactâmicos no Combate a Infecções Bacterianas

De acordo com Costa, 2017, a vancomicina, antibiótico que atua sobre a síntese de parede celular bacteriana por meio da ligação à região terminal D-Ala-D-Ala do peptidoglicano apresentou aumento de atividade antimicrobiana quando associada ao extrato aquoso de *A. sativum* em diferentes estudos, reforçando o potencial terapêutico dessa interação e sugerindo a possível associação sinérgica deste tratamento.

A oxacilina também apresentou melhora de resposta quando combinada com extrato de alho, sugerindo que os compostos sulfurados presentes no extrato podem exercer ação complementar à droga. A literatura indica que a alicina pode atuar de forma semelhante à ciprofloxacina, interferindo em processos relacionados à replicação do DNA (Eja *et al.*, 2007). Cefalosporinas como a ceftriaxona, que também interferem na síntese da parede bacteriana após ligação às proteínas ligadoras de penicilina (Silva *et al.*, 2014), apresentaram comportamento semelhante. De acordo com Rang, Dale e Ritter (2008), esse tipo de fármaco atua desencadeando lise celular bacteriana, o que cria a hipótese de que antibióticos com alvo na parede celular apresentam maior probabilidade de resposta sinérgica quando associados ao extrato de *A. sativum*.

No caso da penicilina G, a literatura demonstra que historicamente este antibiótico já foi uma droga de escolha no tratamento de infecções causadas por *S. aureus* (Simon, 1962;). Entretanto, ao longo das décadas, níveis progressivos de resistência foram relatados (Zavadinack-neto *et al.*, 2001), o que torna relevante investigar alternativas adjuvantes capazes de recuperar a eficácia terapêutica desse fármaco. Nesse sentido, alguns estudos demonstram que o extrato aquoso de alho pode favorecer a atividade de penicilinas, reforçando sua possível aplicabilidade terapêutica complementar (Betoni *et al.*, 2006).

Por outro lado, antibióticos cuja atuação ocorre em vias metabólicas diferentes, como o cotrimoxazol, uma combinação de sulfonamida e trimetoprima que interfere na síntese de folato, não demonstraram comportamento sinérgico de forma consistente quando combinados ao extrato aquoso de alho. Isso indica que o sinergismo não é universal, mas parece estar mais condicionado a antibióticos que atuam sobre alvos estruturais da parede celular. (Rang; Dale; Ritter, 2008).

Em conclusão Machado *et al* 2019, aponta que os antibióticos vancomicina, oxacilina, ceftriaxona e penicilina apresentam sinergia com o extrato aquoso de alho, especialmente no tratamento com adição de extrato 50%, apontando para a associação da antibioticoterapia com extrato de alho, como uma abordagem terapêutica complementar e promissora para o tratamento de doenças bacterianas.

3. METODOLOGIA

O procedimento técnico adotado se trata de uma revisão integrativa de bibliografia. Fundamentada na revisão de materiais publicados, como artigos científicos, livros, teses e dissertações acessíveis ao público, com o objetivo de compreender a área de estudo e embasar as argumentações de forma adequada e consistente (Lunetta; Moura, 2021). A busca por literatura foi realizada nas bases de dados PubMed, ScienceDirect, Scopus e Google Scholar, utilizando palavras-chave como “*Allium*”, “*Allium sativum*”, “compostos organossulfurados”, “alho”, “atividade antimicrobiana”, “ β -lactâmicos”, “antimicrobiano”, “antibacteriano” e “farmacologia”. Foram incluídos artigos em português, espanhol e inglês, publicados no período de 2020 a 2025, para garantir a atualidade das informações.

Nesse contexto, os critérios de exclusão abrangeram estudos fora do escopo temático, redigidos em idiomas diferentes dos definidos, com baixa qualidade científica, formato inadequado, conteúdo duplicado, texto completo indisponível ou com foco em modelos irrelevantes, assegurando a consistência e a relevância científica da análise.

Em complemento, a abordagem adotada será qualitativa, pois, conforme conceitos estabelecidos por Gerhardt e Silveira (2009), o estudo analisará dados não numéricos, baseando-se em informações interpretativas extraídas de textos científicos, por meio de categorização temática. Ademais, a pesquisa possui natureza básica, com o objetivo de aprofundar o conhecimento teórico sobre a capacidade antimicrobiana do *Allium sativum*, especialmente em relação aos mecanismos de resistência bacteriana, como os observados em MRSA. (Gil., 2017).

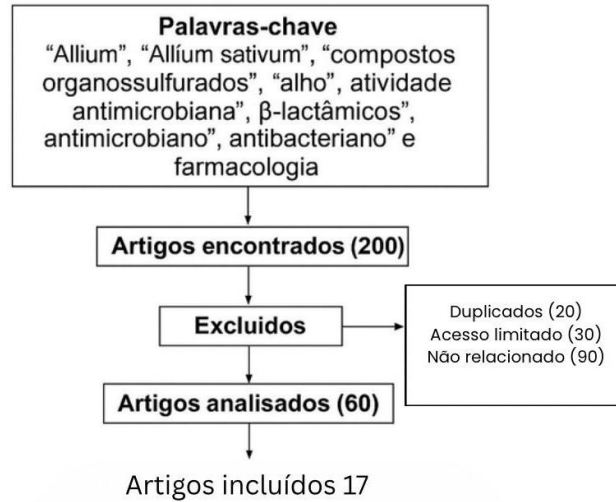
Por fim, no que tange aos objetivos, o estudo é caracterizado como uma pesquisa explicativa, pois auxilia a compreender os mecanismos de ação dos compostos organossulfurados do *Allium sativum* e seu potencial para neutralizar a resistência bacteriana. Segundo Severino (2013), esse tipo de pesquisa vai além de descrever as especificações, buscando identificar os fatores que os originaram por meio de interpretações qualitativas baseadas em textos científicos. Assim, o estudo contribuirá para a construção de um embasamento teórico que possa orientar futuras aplicações práticas no combate à resistência bacteriana.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da metodologia estabelecida resultou na identificação de 200 artigos. Posteriormente, procedeu-se à leitura dos resumos com o intuito de verificar a

adequação dos estudos ao objetivo da pesquisa, sendo excluídos aqueles que não atendiam aos critérios previamente definidos. Após essa etapa de triagem, foram selecionados 17 estudos, os quais apresentaram maior relevância e pertinência ao tema investigado.

Figura 1: Etapas do processo de seleção dos estudos



Fonte: Produzido pelo autor.

Os artigos incluídos na pesquisa foram organizados em um quadro contendo seus respectivos autores e data de publicação, título, objetivo e resultados (Tabela 1).

TABELA 1 – Artigos selecionados sobre a atividade antimicrobiana do *Allium Sativum*.

Autor/Ano	Título	Objetivo	Resultados
Nandhini <i>et al.</i> , 2024	In-vitro antibacterial activity of Kodai hill garlic (<i>Allium sativum</i>) aqueous extract against wound infection pathogens including MRSA	Avaliar a atividade antibacteriana do extrato aquoso de alho da variedade Kodai Hill frente a patógenos de feridas, incluindo MRSA.	O Extrato aquoso apresentou halos de 18,06 ± 0,42 mm a 42,06 ± 0,55 mm, com forte atividade contra MRSA.
Mohammed <i>et al.</i> , 2021	In-vitro Antibacterial Activity of Crude Garlic (<i>Allium sativum</i>) Extract Against Clinical Isolates of Methicillin Resistant <i>Staphylococcus aureus</i>	Determinar a atividade antibacteriana dos extratos aquoso e etanólico de <i>A. sativum</i> frente a isolados clínicos de MRSA.	O Extrato etanólico: 18 mm; aquoso: 16 mm. Ambos inibiram significativamente MRSA.
Barbu <i>et al.</i> , 2023	Phytochemical Characterization and Antimicrobial Activity of Several <i>Allium</i> Extracts	Avaliar a composição fitoquímica e a atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoólicos de seis espécies de <i>Allium</i> .	O <i>Allium sativum</i> demonstrou alta atividade antimicrobiana, com zonas de inibição entre 25 e 28 mm frente a <i>Staphylococcus aureus</i> . A combinação dos extratos na proporção 1:1 potencializou essa ação, resultando em halos de inibição de até 30 mm.
Bagde <i>et al.</i> , 2024	Antibiofilm properties of garlic (<i>Allium sativum</i>) and its interaction with methicillin against methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>	Investigar as propriedades antibiofilme do extrato fresco de alho (FGE) e sua interação com metilina frente a MRSA.	O extrato formou MIC entre 187,5–312,5 µL/mL; halos de 10,56–22,44 mm; redução de biofilme em até 78%, e sinergismo total com metilina.

El-Gayar <i>et al.</i> , 2022	Evaluation of lyophilized royal jelly and garlic extract emulgels using a murine model infected with methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>	Avaliar in vivo emulsões de geleia real e extrato aquoso de alho em feridas infectadas por MRSA.	A Formulação MF3 (4% geleia real + 50% alho) resultou em cura total em 10 dias com intensa ação antibacteriana e cicatrizante.
Ebadi <i>et al.</i> , 2021	Evaluation of the properties and antibacterial activity of microchitosan film impregnated with Shirazi thyme (<i>Zataria multiflora</i>) and garlic (<i>Allium sativum</i>) essential oils	Avaliar filmes de microquitosana contendo óleo essencial de alho e tomilho frente a MRSA.	O óleo de alho isolado não apresentou inibição (0 mm); combinação com tomilho resultou em halo de 35,8 ± 0,6 mm, indicando efeito sinérgico.
Liu <i>et al.</i> , 2022	Garlic essential oil in water nanoemulsion prepared by high-power ultrasound: Properties, stability and its antibacterial mechanism against MRSA isolated from pork	Desenvolver nanoemulsão aquosa de óleo essencial de alho por ultrassom e investigar sua estabilidade e ação antimicrobiana contra MRSA isolado de carne suína.	A nanoemulsão com 10 min de ultrassom apresentou MIC de 0,125% (1,25 mg/mL) e halos >12 mm. O mecanismo envolveu danos à membrana bacteriana, vazamento de proteínas e ácidos nucleicos e colapso estrutural celular comprovado por MEV.
Swangsri <i>et al.</i> , 2024	Exploring the antimicrobial potential of crude peptide extracts from <i>Allium sativum</i> and <i>Allium oschaninii</i> against antibiotic-resistant bacterial strains	Avaliar extratos peptídicos brutos de <i>A. sativum</i> e <i>A. oschaninii</i> frente a cepas resistentes, incluindo MRSA.	Os Peptídeos de <i>A. sativum</i> apresentaram MIC de 1,43 µg/mL e MBC de 5,72 µg/mL contra MRSA, com estabilidade por 30 dias a -20°C e efeito aditivo quando combinados com <i>A. oschaninii</i> .
Hossain <i>et al.</i> , 2023	Antibacterial and wound-healing potential of garlic extract against methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i> in diabetic wound models	Avaliar o efeito cicatrizante e Antibacteriano do extrato de alho em feridas infectadas por MRSA em modelo animal diabético.	O Extrato apresentou halo de 22 mm e aceleração da cicatrização em 35%, com redução significativa da carga bacteriana em 72 h.

Dahiya <i>et al.</i> , 2022	Synergistic antimicrobial efficacy of garlic (<i>Allium sativum</i>) and honey formulations against MRSA	Investigar a atividade antimicrobiana e sinérgica de formulações de alho e mel frente ao MRSA.	A Formulação combinada apresentou halo de 25 ± 0,4 mm, superior ao uso isolado (alho 15 mm; mel 10 mm), indicando forte sinergismo.
Park <i>et al.</i> , 2021	Effects of aged garlic extract on virulence gene expression of MRSA	Avaliar o efeito do extrato envelhecido de alho sobre genes de virulência e resistência de MRSA.	O extrato reduziu significativamente a expressão dos genes <i>mecA</i> , <i>spa</i> e <i>hla</i> , enfraquecendo a resistência e virulência bacteriana.
Farahani <i>et al.</i> , 2022	Development and antibacterial activity of chitosan-garlic extract composite films against MRSA	Avaliar a incorporação do extrato de alho em filmes de quitosana com ação antimicrobiana.	O filme composto apresentou aumento de 60% na inibição bacteriana em comparação ao filme de quitosana puro.
Reiter <i>et al.</i> , 2020	Mechanism of allicin antibacterial action: disruption of membrane integrity and inhibition of thiol enzymes	Esclarecer o mecanismo de ação da alicina frente a MRSA.	A alicina promoveu oxidação de grupos sulfidríla, levando à ruptura da membrana e morte celular.
Lee <i>et al.</i> , 2020	Protein expression changes in MRSA treated with garlic-derived organosulfur compounds	Identificar alterações proteômicas em MRSA exposto a compostos sulfurados de alho.	Os Compostos do alho alteraram proteínas essenciais do metabolismo bacteriano, bloqueando síntese proteica e energética.
Indira <i>et al.</i> , 2024	Antibacterial Activity of the <i>Allium sativum</i> Crude Extract against Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>	Avaliar a atividade antibacteriana do extrato bruto de alho frente a MRSA, investigando o mecanismo de ação da alicina.	O extrato aquoso apresentou halos de 5 mm (10 µL), 12 mm (25 µL), 15 mm (50 µL) e 18 mm (100 µL). A combinação com cefoxitina ampliou o halo para 24 mm. In silico, a alicina mostrou alta afinidade pela PBP3 (- 30,384 kcal/mol), reforçando o potencial terapêutico.

Putri <i>et al.</i> , 2021	The Antibacterial Effect of Ethanol Extract of Garlic (<i>Allium sativum</i> L.) on MRSA In Vitro	Determinar a atividade antibacteriana do extrato etanólico de alho contra MRSA, avaliando MIC e MBC.	O Extrato etanólico apresentou efeito bactericida dependente da concentração; MIC não pôde ser determinada devido à coloração do extrato. MBC = 256 mg/mL, com ausência total de crescimento nas concentrações de 256, 512 e 1024 mg/mL.
Furner-Pardoe <i>et al.</i> , 2020	Anti-biofilm efficacy of a medieval treatment for bacterial infection requires the combination of multiple ingredients	Avaliar a eficácia antibacteriana e anti-biofilme da formulação medieval Bald's eyesalve.	A Bald's eyesalve demonstrou potente ação antibiofilme contra <i>S. aureus</i> (incluindo MRSA). Nenhum ingrediente isolado apresentou atividade significativa, confirmando que o efeito depende da sinergia entre todos os componentes.

Fonte: Produzido pelo autor

A análise dos estudos selecionados evidencia uma variação considerável na atividade antimicrobiana do *Allium sativum* frente ao *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA), diretamente relacionada ao tipo de solvente utilizado, à origem botânica do material vegetal e às condições de extração.

Nandhini *et al.* (2024) demonstrou que o extrato aquoso preparado a partir de bulbos frescos e triturados de *Allium Sativum*, utilizando como solvente água destilada, produziu halos de inibição entre $18,06 \pm 0,42$ mm a $42,06 \pm 0,55$ mm. Vale ressaltar que o *Allium* utilizado foi cultivado em clima frio e úmido sob condições controladas de temperatura. O elevado potencial observado pode estar associado às condições controladas de cultivo, em clima frio e úmido, que parecem favorecer a concentração de compostos sulfurados.

Já Mohammed *et al.* (2021) ao utilizar o alho proveniente de uma região árida do Sudão, verificou que o extrato etanólico obtido a partir da extração com etanol a 95%, apresentou halo de 18 mm, enquanto o extrato aquoso que utilizou como solvente água destilada registrou 16 mm. Essa diferença reforça que fatores edafoclimáticos e o tipo de solvente interferem diretamente na extração e estabilidade dos compostos ativos, sendo os solventes orgânicos, como o etanol utilizado a 95%, possivelmente mais eficientes na extração de compostos sulfurados voláteis, visto que, apresentou elevado halo de inibição mesmo com características climáticas desfavoráveis.

Complementarmente, Putri *et al.* (2021) observaram que o extrato etanólico apresentou ausência de crescimento bacteriano a partir de 256 mg/mL (MBC = 256

mg/mL), confirmando o potencial bactericida do alho.

Outros tipos de extrato, como os peptídicos brutos utilizado por Swangsri et al. (2024), também apresentaram resultados satisfatórios, obtendo MICs de 1,43 µg/mL e MBC de 5,72 µg/mL, demonstrando estabilidade por 30 dias a -20°C. Entretanto, nem todas as formulações apresentaram resultados positivos, Ebadi *et al.* (2021) observaram ausência de inibição (0 mm) ao incorporar óleo essencial de alho em filmes de microquitosana, sugerindo que o encapsulamento pode restringir a liberação dos compostos ativos.

Utilizando outra metodologia, Reiter *et al.* (2020) desenvolveram um estudo onde foi criado um modelo pulmonar experimental *in vitro* para avaliar os efeitos antimicrobianos da alicina contra cepas de MRSA. Para isso, fragmentos de tecido pulmonar obtidos de animais (modelo *ex vivo*) foram inoculados com MRSA e posteriormente expostos à atmosfera contendo vapor de alicina sintetizada mostrando que a alicina em aerossol apresentou atividade antimicrobiana significativa contra MRSA, com redução da viabilidade bacteriana no modelo pulmonar. Esse potencial relacionado ao uso de inalação direta pode estar intimamente ligado ao fato de a alicina ser instável e se volatilizar rapidamente apresentando potencial antimicrobiano quando utilizada como vapor.

Avanços tecnológicos também têm contribuído para aprimorar a ação antimicrobiana do alho, Liu et al. (2022) desenvolveram nanoemulsões aquosas de óleo essencial obtidas por ultrassonicação, que apresentaram MIC de 0,125% (1,25 mg/mL) e halos superiores a 12 mm, além de causar danos severos à membrana celular observados por microscopia eletrônica. Essa estratégia tecnológica aumentou a estabilidade e a biodisponibilidade da alicina, superando limitações de degradação térmica e oxidativa.

Paralelamente, Bhattacharya *et al.* (2022) realizaram um estudo *in silico* para investigar o mecanismo de ação da alicina frente a proteínas essenciais do MRSA. Utilizando simulações de docking molecular, os autores analisaram a interação da alicina com enzimas como a penicillin-binding protein 2a (PBP2a), demonstrando forte afinidade e capacidade de inibir o sítio ativo responsável pela resistência bacteriana, sugerindo um potencial efeito antimicrobiano comparável ao de antibióticos β -lactâmicos, registrando halos de 26 mm e destruição celular intensa.

Em justaponto, observou-se que as associações sinérgicas (com antibióticos ou outros compostos naturais) apresentam maior eficácia antimicrobiana do que extratos simples. Indira *et al.* (2024), por exemplo, constataram halos de 5 a 18 mm com extrato aquoso bruto, mas a combinação com cefoxitina aumentou a zona de inibição para 24 mm, resultado corroborado por análises *in silico* que demonstraram forte ligação entre a alicina e a proteína PBP3, inibindo a síntese da parede celular.

No contexto de aplicações clínicas, o alho também tem se mostrado promissor em formulações tópicas e terapias cicatrizantes, El-Gayar *et al.* (2022) observaram que emulsões contendo 50% de extrato de alho e 4% de geleia real promoveram cicatrização completa de feridas infectadas por MRSA em 10 dias, com redução expressiva da carga bacteriana. De forma semelhante, Furner-Pardoe *et al.* (2022) relataram que o composto natural “Bald’s Eyesalve”, contendo alho, cebola, vinho e bile bovina, apresentou redução da carga bacteriana em até 7–8 \log_{10} , sem causar efeitos adversos, demonstrando alta segurança e eficácia tópica.

No que se refere ainda aos seus efeitos sinérgicos, foram observados por Barbu *et al.* (2023), que compararam diferentes espécies do gênero *Allium*. O *A. sativum* apresentou halos de 25 a 28 mm, enquanto sua combinação com *A. ursinum* (1:1) potencializou o efeito antibacteriano, resultando em halos de até 30 mm e menor concentração inibitória mínima (MIC = 12,5%). Essa tendência de sinergismo entre compostos sulfurados também foi verificada por Bagde *et al.* (2024) e Li *et al.* (2024), cujos resultados mostraram que tanto o extrato fresco de alho (FGE) quanto a combinação de alicina e domifeno reduziram significativamente a formação de biofilmes e a viabilidade bacteriana.

De modo integrativo, os achados apontam que a atividade antimicrobiana do *Allium sativum* está associada, sobretudo, à ação dos compostos sulfurados sobre a membrana bacteriana, resultando em perda de integridade celular e inibição de processos metabólicos essenciais. As diferenças entre os estudos se explicam pela variação na origem da planta, solvente de extração, tipo de formulação e condições ambientais, fatores que influenciam diretamente na concentração e na estabilidade da

alicina e de seus derivados. Dessa forma, os extratos etanólicos e as nanoemulsões destacam-se por apresentarem maior estabilidade e melhor liberação dos compostos ativos, especialmente quando associados a antibióticos β -lactâmicos ou outros fitoterápicos, reforçando o potencial do alho como agente sinérgico no enfrentamento da resistência antimicrobiana.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos revisados, fica evidente que o *Allium sativum* se destaca como uma alternativa promissora no enfrentamento do *Staphylococcus aureus* resistente à metilina (MRSA). A análise dos artigos demonstra que os compostos organossulfurados, principalmente a alicina, o ajoeno e o dialil dissulfeto, são os principais responsáveis pela atividade antimicrobiana observada, atuando na inibição de enzimas essenciais, na destruição da parede celular e na redução da formação de biofilmes.

Os resultados discutidos mostram que o efeito antibacteriano do alho está diretamente relacionado a fatores como o método de extração, o solvente utilizado e as condições ambientais de cultivo. Extratos etanólicos e nanoemulsionados se mostraram mais eficazes e estáveis, apresentando maiores halos de inibição e menores concentrações inibitórias mínimas (MIC), o que reforça a importância da padronização dos processos de obtenção dos extratos para garantir o aproveitamento terapêutico dos compostos ativos.

Além da ação direta contra o MRSA, o *Allium sativum* demonstrou forte potencial de sinergismo com antibióticos β -lactâmicos, como a metilina e a cefoxitina, ampliando o espectro e a eficácia antimicrobiana desses fármacos. Essa interação sugere que o alho pode atuar como agente potencializador em terapias combinadas, reduzindo a resistência bacteriana e permitindo o uso de doses menores de antibióticos sintéticos.

Os avanços tecnológicos, como o uso de nanoformulações e emulsões tópicas, reforçam a viabilidade do *Allium sativum* em aplicações clínicas, com bons resultados em cicatrização e controle de infecções resistentes, além de apresentar baixo risco de efeitos adversos. Assim, o conjunto de evidências discutidas aponta o alho não apenas como um agente antimicrobiano natural, mas também como uma ferramenta biotecnológica relevante para o desenvolvimento de novos fármacos e terapias complementares voltadas ao combate à multirresistência bacteriana.

6. REFERÊNCIAS

- ABEBE, AA; BIRHANU, AG *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina: mecanismos moleculares subjacentes ao desenvolvimento da resistência a medicamentos e novas estratégias de combate. *Infect. Drug Resist.* 2023.
- ABRANTES, JA; NOGUEIRA, JMR Resistência bacteriana aos antimicrobianos: uma revisão das principais espécies envolvidas em processos infecciosos. *Revista Brasileira de Microbiologia Aplicada*, Rio de Janeiro, v. 3, p. 120–135, 2021. Disponível em : <https://www.rbac.org.br/artigos/resistencia-bacteriana-aos-antimicrobianos-uma-revisao-das-principais-especies-envolvidas-em-processos-infecciosos/>
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Farmacopéia Brasileira. 6. ed. Brasília, DF: Anvisa, 2019. v. 2. Disponível em: https://bibliotecadigital.anvisa.gov.br/jspui/bitstream/anvisa/497/1/Alho%2C%20bulbo_PM005-00_6ed_2019.pdf.
- AHMED, T.; WANG, C. K. Black garlic and its bioactive compounds on human health diseases: a review. *Molecules*, v. 26, p. 5028, 2021.
- ARRUDA, C. J. M.; SIQUEIRA, V. F. A.; SOUZA, F. J.M.; SILVA, J. L. N.; SANTOS, K. F.; CIPRIANO, D. Z.; DIAS, L. A.; FARO, F. R. A. *Revisão bibliográfica de antibióticos β -lactâmicos (Bibliographic review of beta-lactam antibiotics)*. *Revista Saúde em Foco*, Indaiatuba, v. 1, n. 11, p. 982-995, 2019
- AZEVEDO, SMM Farmacologia dos Antibióticos Beta-lactâmicos Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Porto. 2014.
- BAGDE BHATWALKAR, S.; MONDAL, R.; ANUPAM, R. Propiedades antibiofilm del ajo (*Allium sativum*) y su interacción con meticilina contra *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, [S. l.], v. 65, n. 3, p. 232–239, 2024.
- BAJAC, J.; NIKOLOVSKI, B.; KOCIĆ-TANACKOV, S.; TOMŠIK, A.; MANDIĆ, A.; GVOZDANOVIĆ-VARGA, J.; VLAJIĆ, S.; VUJANOVIĆ, M.; RADOJKOVIĆ, M. Extraction of different garlic varieties (*Allium sativum* L.)—Determination of organosulfur compounds and microbiological activity. In: *International Congress Food Technology, Quality And Safety*, 4., 2018.
- BAR, M.; BINDUGA, U. E.; SZYCHOWSKI, K. A. Methods of isolation of active substances from garlic (*Allium sativum* L.) and its impact on the composition and biological properties of garlic extracts. *Antioxidants*, [S.l.], 2022.
- BARBU, V.; COTÂRLEȚ, M.; ROȘCA, I.; GHERGHEL, D.; BĂLĂCEANU, R. M.; OANCEA, A.; MIRON, A. Phytochemical characterization and antimicrobial activity of several *Allium* extracts. *Molecules*, v. 28, n. 9, p. 3980, 2023.
- BAZARALIYEVA, A.; MOLDASHOV, D.; TURGUMBAYEVA, A.; KARTBAYEVA, E.; KALYKOVA, A.; SARSENOVA, L.; ISSAYEVA, R. Propriedades químicas e biológicas de compostos bioativos do alho (*Allium sativum*). *Pharmacia*, v. 69, n. 4, p. 955-964, 2022.

BETONI, J.E.C.; MANTOVANI, R.P.; BARBOSA, L.N.; DI STASI, L.C.; JUNIOR, A.R. Synergism between plant extract and antimicrobial drugs used on *Staphylococcus aureus* diseases. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. v.101, n.4, p.387-390, 2006.

BHATTACHARYA, S.; SEN, D.; BHATTACHARJEE, C. Inhibition mechanism study for diallyl thiosulfinate (allicin) against crucial bacterial proteins through in silico molecular docking simulation. *Antibiotics*, Basel, v. 11, n. 12, p. 1828, 2022

BHATWALKAR, S. B.; LOKESH, P.; PAWAR, S. P.; JADHAV, S. V.; RASTOGI, A. Antibiofilm properties of garlic (*Allium sativum*) and its interaction with methicillin against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Applied Microbiology*, v. 136, n. 2, p. 427–439, 2024.

BHUVANESHWARI, I. G.; PREMKUMAR, L.; NEELUSREE, P. Activity of *Allium sativum* extract on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, v. 18, n. 2, p. 1297–1304, 2024.

BLOCK, E. *Garlic and Other Alliums: The Lore and the Science*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2010.

BORLINGHAUS, J.; ALBRECHT, F.; GRUHLKE, M. C.; NWACHUKWU, I. D.; SLUSARENKO, A. J. Allicin: chemistry and biological properties. *Molecules*, v. 19, n. 8, p. 12591–12618, 19 ago. 2014.

BRADLEY, J. S.; GARAU, J.; LODE, H.; ROLSTON, K. V.; WILSON, S. E.; QUINN, J. P.

Carbapenems in clinical practice: a guide to their use in serious infection. *International Journal of Antimicrobial Agents*, v. 11, n. 2, p. 93–100, fev. 1999.

BRANDES, N.; SCHMITT, S.; JAKOB, U. Thiol-based redox switches in eukaryotic proteins. *Antioxidants & Redox Signaling*, v. 11, n. 5, p. 997–1014, 2009.

BUSH, K.; BRADFORD, P. A. β -lactâmicos e inibidores de β -lactamase: uma visão geral. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, v. 6, n. 8, p. a025247, 2016.

CASSETARI, V. C.; STRABELLI, T.; MEDEIROS, E. A. S. *Staphylococcus aureus* bacteremia: what is the impact of oxacillin resistance on mortality. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, v. 9, n. 1, p. 70-76, 2005.

CHAMBERS, H. F.; DELEO, F. R. *Staphylococcus aureus*: patogênese e síndromes clínicas. In: BENNETT, J. E.; DOLIN, R.; BLASER, M. J. (ed.). *Princípios e prática de doenças infecciosas de Mandell, Douglas e Bennett*. 9. ed. Filadélfia: Elsevier, 2020.

CHEUNG, A.; LI, D. M. Repression of *hla* by *rot* is dependent on *sae* in *Staphylococcus aureus*. *Infection and Immunity*, v. 76, p. 1068–1075, 2008.

CIMARUSTI, C. M.; SYKES, R. B. Monobactamas: novos antibióticos. *Química Brit*, v. 19, p. 302-303, 1983.

COSTA, A.L.P.; SILVA-JÚNIOR, A.C.S. Resistência bacteriana aos antibióticos e Saúde Pública: uma breve revisão de literatura. *Estação Científica (UNIFAP)*. v.7, n.2, p.45-57, 2017.

DAHIYA, S.; KUMARI, A.; VERMA, R.; SINGH, H.; SINGH, J. Evaluation of antimicrobial and wound healing activity of garlic (*Allium sativum*) extract-based gel against MRSA- infected wounds in animal models. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, v. 12, n. 5, p. 210–218, 2022.

DAVIES, J.; DAVIES, D. Origens e evolução da resistência a antibióticos. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, v. 74, n. 3, p. 417-433, 2010.

DINGES, M. M.; ORWIN, P. M.; SCHLIEVERT, P. M. Exotoxins of *Staphylococcus aureus*. *Clinical Microbiology Reviews*, v. 13, p. 16–34, 2000.

EBADI, Z.; MORADI, M.; RAHMANI, M.; JAFARI, S. M.; MOHAMMADI, M. Evaluation of the properties and antibacterial activity of microchitosan film impregnated with Shirazi thyme (*Zataria multiflora*) and garlic (*Allium sativum*) essential oils. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 183, p. 801–809, 2021.

EJA, M.E.; ASIKONG, B.E.; ABRIBA, C.; ARIKPO, E.G.; ANWAN, E.E.; ENYI-IDOH, K.H. A comparative assessment of the antimicrobial effects of Garlic (*Allium sativum*) and antibiotics on diarrheagenic organisms. *Southeast Asian Journal Tropical Medicinal Public Health*. v.38, n.2, p.343- 348, 2007.

EL-GAYAR, K. E.; MOHAMED, D. A.; HASSAN, A. A.; EL-DEEB, N. M. Evaluation of lyophilized royal jelly and garlic extract emulgels using a murine model infected with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, v. 22, n. 3, p. 145–156, 2022.

EZEORBA, T. P. C.; CHUKWUDOZIE, K. I.; EZEMA, C. A.; ANADUAKA, E. G.; NWEZE, E. J.; OKEKE, E. S. Potentials for health and therapeutic benefits of garlic essential oils: recent findings and future prospects. *Pharmacological Research – Modern Chinese Medicine*, v. 3, p. 100075, 2022.

FARAHANI, M.; KARIMI, A.; JAFARI, S. M.; MOHAMMADI, M. Investigation of the deposition behaviour and antibacterial activity of chitosan films containing *Allium sativum* extract. *Materials Today: Proceedings*, v. 49, p. 1901–1907, 2022.

FURNER-PARDOE, J.; ANONYE, B. O.; CAIN, R.; MOAT, J.; ORTORI, C. A.; LEE, C.; BARRETT, D. A.; CORRÉ, C.; HARRISON, F. Anti-biofilm efficacy of a medieval treatment for bacterial infection requires the combination of multiple ingredients. *Scientific Reports*, v. 10, p. 12687, 2020.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org.). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

- GONZALEZ-FANDOS, E.; GARCIA-LOPEZ, M. L.; SIERRA, M. L.; OTERO, A. Staphylococcal growth and enterotoxins (A-D) and thermonuclease synthesis in the presence of dehydrated garlic. *Journal of Applied Bacteriology*, v. 77, p. 549–552, 1994.
- GOPAL, S.; DIVYA, K. C. Can methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* prevalence from dairy cows in India act as potential risk for community-associated infections? A review. *Veterinary World*, v. 10, n. 3, p. 311–318, 2017.
- GRUHLKE, M. C. H.; ANTELMANN, H.; BERNHARDT, J.; KLOUBERT, V.; RINK, L.; SLUSARENKO, A. J. The human allicin-proteome: S-thioallylation of proteins by the garlic defence substance allicin and its biological effects. *Free Radical Biology and Medicine*, v. 131, p. 144–153, 1 fev. 2019.
- GRUHLKE, M. C. H.; NICCO, C.; BATTEUX, F.; SLUSARENKO, A. J. The effects of allicin, a reactive sulfur species from garlic, on a selection of mammalian cell lines. *Antioxidants*, v. 6, n. 1, p. 1, 2016.
- HALL-STOODLEY, L.; COSTERTON, J. W.; STOODLEY, P. Bacterial biofilms: from the natural environment to infectious diseases. *Nature Reviews Genetics*, v. 2, p. 95–108, 2004.
- HARKINS, C. P.; PETO, T. E. A.; HOLDEN, M. T. G.; BAILEY, C. C.; COOK, N. M.; EDWARDS, G. F.; GIRVAN, E. K.; KAYE, J.; MORRISON, D.; REYNOLDS, R.; ROBINSON, D. A.; SANDERSON, N. D.; WEBBER, M. A.; WILSON, D. J.; WORTHING, K. A.; PEACOCK, S. J.; PARKHILL, J.; CROOK, D. W.; KNIGHT, G. M. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* emerged long before the introduction of methicillin into clinical practice. *Genome Biology*, v. 18, p. 130, 2017.
- HEIDARIAN, S.; GULIAEV, A.; NICOLOFF, H.; HJORT, K.; ANDERSSON, D. I. High prevalence of heteroresistance in *Staphylococcus aureus* is caused by a multitude of mutations in core genes. *PLoS Biology*, 2024.
- HERNÁNDEZ-CUELLAR, E.; TSUCHIYA, K.; VALLE-RÍOS, R.; MEDINA-CONTRERAS, O. Differences in biofilm formation by methicillin-resistant and methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* strains. *Diseases*, v. 11, n. 2, p. 63, 2023.
- Høiby, Niels. “A short history of microbial biofilms and biofilm infections.” *APMIS : acta pathologica, microbiologica, et immunologica Scandinavica* vol. 125,4, 2017.
- HOSSAIN, M. A.; RAHMAN, M. M.; KHAN, M. S.; ISLAM, M. S.; RAHMAN, M. M. Antimicrobial activity of garlic (*Allium sativum*) extract against MRSA and wound healing potential in animal models. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 30, n. 1, p. 91–98, 2023.
- INDIRA, S.; RAJ, R.; SANTHI, K.; SURESH, P.; VENKATESH, R. Antibacterial activity of the *Allium sativum* crude extract against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Microbiology Research and Reviews*, v. 16, n. 1, p. 55–62, 2024.
- JAKOBSEN, T. H. et al. A broad range quorum sensing inhibitor working through sRNA inhibition. *Scientific Reports*, v. 7, p. 9857, 2017.

KARYGIANNI, L.; REN, Z.; KOO, H.; THURNHEER, T. Biofilm Matrixome: Extracellular Components in Structured Microbial Communities. *Trends in Microbiology*, v. 28, p. 668–681, 2020.

KHAMENEH, B.; IRANSHAHY, M.; SOHEILI, V.; FAZLY BAZZAZ, B. S. Review on plant antimicrobials: a mechanistic viewpoint. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, v. 8, p. 118, 2019.

KLEVENS, R. M.; MORRISON, M. A.; NADLE, J.; PETIT, S.; GERSHMAN, K.; et al. Infecções invasivas por *Staphylococcus aureus* resistente à metilina nos Estados Unidos. *JAMA*, 2007.

LADE, H.; KIM, J.-S. Molecular determinants of β -lactam resistance in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): an updated review. *Antibiotics*, 2023.

LAKHUNDI, S.; ZHANG, K. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: molecular characterization, evolution, and epidemiology. *Clinical Microbiology Reviews*, 2018.

LEE, N. S.; YUEN, K. Y.; KUMANA, C. R. β -lactam antibiotic and β -lactamase inhibitor combinations. *Journal of the American Medical Association*, v. 285, n. 4, p. 386-388, 2001.

LEITE, A. S.; SANTOS, J. S. Potencial antimicrobiano de *Allium sativum* L.: uma revisão. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, p. e108101421699, 2021.

LENG, B.-F. et al. Allicin reduces the production of α -toxin by *Staphylococcus aureus*. *Molecules*, v. 16, n. 5, p. 7958–7968, 2011.

LEONTIEV, R.; HOHAUS, N.; JACOB, C.; GRUHLKE, M. C. H.; SLUSARENKO, A. J. A

comparison of the antibacterial and antifungal activities of thiosulfinate analogues of allicin. *Scientific Reports*, v. 8, p. 6763, 2018.

LEVINSON, W.; CHIN-HONG, P.; JOYCE, E. et al. *Microbiologia médica e imunologia: um manual clínico para doenças infecciosas*. 15. ed. Porto Alegre: Grupo A, 2022.

LI, S.; WANG, Y.; XU, G.; XU, Y.; FU, C.; ZHAO, Q.; XU, L.; JIA, X.; ZHANG, Y.; LIU, Y.;

QIAO, J. The combination of allicin with domiphen is effective against microbial biofilm formation. *Frontiers in Microbiology*, v. 15, p. 1341316, 30 maio 2024

LIU, Y.; ZHANG, H.; WANG, J.; CHEN, X.; ZHOU, H. Garlic essential oil in water nanoemulsion prepared by high-power ultrasound: Properties, stability and its antibacterial mechanism against MRSA isolated from pork. *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 89, p. 106145, 2022.

LOPES, L. O.; PEREIRA, R. S.; MIRANDA, M. M. *Allium sativum*: uma revisão dos principais efeitos farmacológicos através de suas características químicas. *Cadernos Camilliani*, v. 17, n. 3, p. 2192-2207, 2021.

LOWY, F. D. Antimicrobial resistance: The example of *Staphylococcus aureus*. *Journal of Clinical Investigation*, 2003.

LUNETTA, A. R. G.; MOURA, D. B. Uma chave para o conhecimento: desvendando os benefícios da pesquisa bibliográfica em pesquisas educacionais. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 7, n. 3, p. 597-610, 2021.

MACHADO, Catiuce da Costa; SILVA, Palloma Almeida da; SOUZA, Jaqueline Freitas; SOUZA, Antonio Carlos Freitas. Efeito do extrato aquoso de alho *Allium sativum* L. sobre a atividade antibacteriana de antibióticos utilizados contra *Staphylococcus aureus*. *Revista Arquivos Científicos (IMMES)*, Macapá – AP, ano 2019, v. 2, n. 2, p. 111-118. ISSN 2595-4407.

MADIGAN, M. T., MARTINKO JOHN M., BENDER KELLY S., DANIEL H., BUCKLEY DAVID A. *STAHl microbiologia De Brock*. v.2, 2010.

MARTINS, N.; PETROPOULOS, S.; FERREIRA, I. C. F. R. Composição química e compostos bioativos do alho (*Allium sativum* L.) em função das condições pré e pós-colheita: uma revisão. *Food Chemistry*, v. 211, p. 41-50, 2016.

MIKKELSEN, K.; SIRISARN, W.; ALHARBI, O.; ALHARBI, M.; LIU, H.; NØHR-MELDGAARD, K.; MAYER, K.; VESTERGAARD, M.; GALLAGHER, L. A.; DERRICK, J. P.; McBAIN, A. J.; BIBOY, J.; VOLLMER, W.; O'GARA, J. P.; GRUNERT, T.; INGMER, H.; XIA, G. The novel membrane-associated auxiliary factors AuxA and AuxB modulate β -lactam resistance in MRSA by stabilizing lipoteichoic acids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, v. 57, n. 3, p. 106283, mar. 2021.

MILLER, Steve; MIETZNER, Timothy A.; MORSE, Stephen A.; RIEDEL, Stefan. *Microbiologia médica de Jawetz, Melnick & Adelberg*. 28. ed. Porto Alegre: Grupo A, 2022.

MILNER, J. A.; RIVLIN, R. S. Recent advances on the nutritional effects associated with the use of garlic as a supplement. *Journal of Nutrition*, v. 131, p. 951–954, 2001.

MLYNARCZYK-BONIKOWSKA, B.; KOWALEWSKI, C.; KROLAK-ULINSKA, A.; MARUSZA, W. Molecular mechanisms of drug resistance in *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Molecular Sciences*, 2022.

MOHAMMED, A.; ABDULLAH, A.; USMAN, A.; ALIYU, M.; YUSUF, M. In-vitro antibacterial activity of crude garlic (*Allium sativum*) extract against clinical isolates of methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *Microbiology Research Journal International*, v. 31, n. 6, p. 20–29, 2021.

MONCKE, S.; BOSWIHI, S.; BRAUN, S. D.; DIEZEL, C.; MÜLLER, E.; REINICKE, M.; UDO, E.; EHRLICH, R. Sequencing a CC239-MRSA-III with a novel composite SCCmec element from Kuwait. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 2024.

MUÑIZ, C. C. et al. Penicillin and cephalosporin production: a historical perspective. 2007.

MURRAY, CJL; IKUTA, KS; SHARARA, F. et al. Carga global da resistência antimicrobiana bacteriana em 2019: uma análise sistemática. *The Lancet*, v. 10325, pág. 629-655, 2022.

MURRAY, P. R.; ROSENTHAL, K. S.; PFALLER, M. A. Microbiologia médica. 10. ed. Rio de Janeiro: GEN, 2023. E-book. ISBN 9788595159662

NAKAMOTO M, KUNIMURA K, SUZUKI JI, KODERA Y. Antimicrobial properties of hydrophobic compounds in garlic: Allicin, vinylidithiin, ajoene and diallyl polysulfides. *Exp Ther Med*. 2020.

NANDHINI, S.; KUMAR, P.; RAJESHWARI, R.; RAMALINGAM, V.; SURESH, S. In-vitro antibacterial activity of Kodai hill garlic (*Allium sativum*) aqueous extract against wound infection pathogens including MRSA. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, v. 17, n. 2, p. 58–64, 2024.

NASCIMENTO, E. C. P.; SANTOS, P. C.; CASTRO, S. H. M. A incidência da *Staphylococcus aureus* em hospitais: revisão de obra. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 5, p. 1646-1660, 2024.

NOVICK, R. P.; GEISINGER, E. Quorum sensing in *staphylococcus*. *Annual Review of Genetics*, v. 42, p. 541–564, 2008.

O'NEILL, E.; POZZI, C.; HOUSTON, P.; SMYTH, D.; HUMPHREYS, H.; ROBINSON, D.A.; O'GARA, J.P. Association between Methicillin Susceptibility and Biofilm Regulation in *Staphylococcus aureus* Isolates from Device-Related Infections. *J. Clin. Microbiol.* 2007.

PARK, S.; CHOI, M.; LEE, H.; KIM, S.; KIM, H. Aged garlic extract inhibits virulence gene expression and biofilm formation in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Phytomedicine*, v. 87, p. 153583, 2021.

PAZIAN, G. M.; SASS, Z. F. S. Resistência bacteriana a antibióticos. *Rev. Cesumar-Ciências Humanas e Sociais Aplicadas*, v.11, n.1, p.157–163, 2006.

PRÉVOST, G.; COUPPIE, P.; MONTEIL, H. Staphylococcal epidermolysins. *Curr. Opin. Infect. Dis.*, v.16, p. 71–76, 2003.

PUTRI, W. D.; ARDIYANTI, N. S.; NURKHOLIS, A. The antibacterial effect of ethanol extract of garlic (*Allium sativum*) against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *International Journal of Research Publications*, v. 80, n. 1, p. 1–6, 2021.

QUEIROZ, Y. S. Efeito do processamento do alho (*Allium sativum L.*) sobre os seus compostos bioativos e potencial antioxidante in vitro e in vivo. 2010. 161 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

RABINKOV, A.; MIRON, T.; KONSTANTINOVSKI, L.; WILCHEK, M.; MIRELMAN, D.; WEINER, L. The mode of action of allicin: trapping of radicals and interaction with thiol containing proteins. *Biochimica et Biophysica Acta*, v. 1379, p. 233–244, 1998.

RABINKOV, A.; MIRON, T.; MIRELMAN, D.; WILCHEK, M.; GLOZMAN, S.; YAVIN, E.; WEINER, L. S-allylmercaptogluthione: the reaction product of allicin with glutathione possesses SH-modifying and antioxidant properties. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research*, v. 1499, p. 144–153, 2000.

RAIS, Nadeem; VED, Akash; AHMAD, Rizwan; KUMAR, Manoj; BARBHAI, Mrunal Deepak; RADHA; CHANDRAN, Deepak; DEY, Abhijit; DHUMAL, Sangram; SENAPATHY, Marisennayya; DESHMUKH, Vishal P.; ANITHA, T.; BALAMURUGAN, V.; LOREN, Jose M. *S-Allyl-L-Cysteine - A garlic bioactive: Physicochemical nature, mechanism, pharmacokinetics, and health promoting activities*. 2023.

RANG, H.P.; DALE, M.N.; RITTER, J.M. *Farmacologia*. 6th ed., Rio de Janeiro, Elsevier. 703 f. 2008

RANJBAR-OMID, M.; ARZANLOU, M.; AMANI, M.; SHOKRI AL-HASHEM, S. K.; AMIR MOZAFARI, N.; PEERI DOGHAHEH, H. Allicin from garlic inhibits the biofilm formation and urease activity of *Proteus mirabilis* *in vitro*. *FEMS Microbiology Letters*, v. 362, n. 9, p. fnv049, 2015.

REITER, J.; BORLINGHAUS, J.; DÖRNER, P.; SCHRÖDER, W.; GRUHLKE, M. C. H.;

KLAAS, M.; SLUSARENKO, A. J. Investigation of the deposition behaviour and antibacterial effectivity of allicin aerosols and vapour using a lung model. *Experimental and Therapeutic Medicine*, v. 19, n. 2, p. 1541–1549, 2020.

RIMI, S. S.; ASHRAF, M. N.; SIGMA, S. H.; AHAMMED, M. T.; SIDDIQUE, M. P.; ZINNAH, M. A.; RAHMAN, M. T.; ISLAM, M. S. Biofilm formation, *agr* typing and antibiotic resistance pattern in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from hospital environments. *PLoS One*, v. 19, n. 8, p. e0308282, 2024.

RÍOS, J. L.; RECIO, M. C. Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, [S.l.], v. 100, n. 1, p. 80–84, 2005.

RUTHERFORD, S. T.; BASSLER, B. L. Bacterial quorum sensing: its role in virulence and possibilities for its control. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, v. 2, n. 11, p. a012427, 2012.

RYU, S.; WU, B.; JIN, L.; LEE, J. Y.; KIM, J. H.; KIM, H. A.; PARK, S. G. Colonization and infection of the skin by *Staphylococcus aureus*: immune system evasion and the response to cationic antimicrobial peptides. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 15, n. 5, p. 8753–8772, 2014.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 1. ed. São Paulo: Cortez, E-book. ISBN 978-85-249-2081-3. 2013.

SHARMA, S.; SINGH, L.; SINGH, S. Comparative study between penicillin and ampicillin. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, v. 2, n. 1, p. 83-88, 2011.

SILVA, E. Y. Y.; MORETTI, C. L.; MATTOS, L. M. Compostos funcionais presentes em bulbilhos de alhos armazenados sob refrigeração, provenientes de cultivos no Brasil e na China. *Ciência Rural*, v. 40, n. 6, p. 1388-1393, 2010.

SILVA, L. O. P.; NOGUEIRA, J. M. R. Resistência bacteriana: potencial de plantas medicinais como alternativa para antimicrobianos. *Scientia Médica*, v. 31, n. 1, p. e40310, 2021.

SILVA, T.F.A.; FILHO, M.A.A.; BRITO, M.R.M.B.; FREITAS, R.M. Mecanismo de ação, efeitos farmacológicos e reações adversas da Ceftriaxona: uma revisão de literatura. *Revista Eletrônica de Farmácia*. v.11, n.3, p.48-57, 2014.

SIMON, H. J. The Newer penicillins. *California Medicine*, v.97, n.3, p.135-141, 1962.

SOUSA, J. C. Manual de antibióticos antibacterianos. Porto: Fundação Fernando Pessoa, 2006.

SWANGSRI, N.; SUKSAI, P.; RAKKARN, W.; KAEWSOMBOON, R.; THAMMAPAT, P.

Exploring the antimicrobial potential of crude peptide extracts from *Allium sativum* and *Allium oschaninii* against antibiotic-resistant bacterial strains. *Scientific Reports*, v. 14, n. 4212, 2024.

ŚWIDERSKI, F.; DABROWSKA, M.; RUSACZONEK, A.; WASZKIEWICZ-ROBAK, B. Bioactive substances of garlic and their role in dietoprophylaxis and dietotherapy. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, v. 58, n. 1, p. 41-46, 2007.

TETRATIONATO, C.; HIDR, S. Manual Básico de Microbiología. Cultimed, 2010.

THAMMAVONGSA, V.; KIM, H. K.; MISSIAKAS, D.; SCHNEEWIND, O. *Staphylococcal* manipulation of host immune responses. *Nature Reviews Microbiology*, v. 13, n. 9, p. 529–543, set. 2015.

THOMSON, M.; ALI, M. Alho (*Allium sativum*): uma revisão de seu uso potencial como a gente anticancerígeno. *Current Cancer Drug Targets*, v. 3, n. 1, p. 67-81, 2003.

TOUAITIA, R.; MAIRI, A.; IBRAHIM, NA; BASHER, NS; IDRES, T.; TOUATI, A. *Staphylococcus aureus* : Uma Revisão dos Mecanismos de Patogênese e Virulência. *Antibióticos 2025*.

TRABULSI, L. R.; TEIXEIRA, L. M.; BUERIS, V. *Staphylococcus aureus*. In: TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. (ed.). *Microbiologia*. 4. ed. São Paulo: Atheneu, p. 175-182. 2004.

TURNER, N. A.; SHARMA-KUINKEL, B. K.; MASKARINEC, S. A.; EICHENBERGER, E. M.; SHAH, P. P.; CARUGATI, M.; HOLLAND, T. L.; FOWLER, V. G. Jr. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: an overview of basic and clinical research. *Nature Reviews Microbiology*, 2019.

VASQUEZ, J. K. et al. Simplified AIP-II peptidomimetics are potent inhibitors of *Staphylococcus aureus* AgrC quorum sensing receptors. *ChemBioChem*, v. 18, p. 413-423, 2017.

VONA, R.; PALLOTTA, L.; CAPPELLETTI, M.; SEVERI, C.; MATARRESE, P. The impact of oxidative stress in human pathology: focus on gastrointestinal disorders. *Antioxidants*, v. 10, art. 201, 2021.

WERTHEIM, H. F.; MELLES, D. C.; VOS, M. C.; VAN LEEUWEN, W.; VAN BELKUM, A.; VERBRUGH, H. A.; NOUWEN, J. L. The role of nasal carriage in *Staphylococcus aureus* infections. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 5, n. 12, p. 751-762, 2005.

WRIGHT, G. D. Farmacologia dos antibióticos beta-lactâmicos. 1999.

XU, Z.; ZHANG, H.; YU, H.; DAI, Q.; XIONG, J.; SHENG, H.; QIU, J.; JIANG, L.; PENG,

J.; HE, X.; XIN, R.; LI, D.; ZHANG, K. Allicin inhibits *Pseudomonas aeruginosa* virulence by suppressing the *rhl* and *pqs* quorum-sensing systems. *Canadian Journal of Microbiology*, v. 65, n. 8, p. 563–574, ago. 2019.

ZAVADINACK-NETTO, M.; HERREIRO, F.; BANDEIRA, C.O.P.; ITO, Y.; CIORLIN, E.; SAQUETI, E.E.; ANSILIEIRO, I.J.; GONSALVES, L.; SIQUEIRA, V.L.D. *Staphylococcus aureus*: incidência e resistência antimicrobiana em abscessos cutâneos de origem comunitária.

O PROCESSO DE INCLUSÃO ESCOLAR DE UM ALUNO COM TRANSTORNOS DO NEURODESENVOLVIMENTO

Leticia Guimarães Mota Barrozo¹; Durdiane Souza Santos¹; Poliana Soares Barreto¹;
Matheus Icaro Vaz²

¹Acadêmicas do curso de Pedagogia

² Especialista em Gestão Educacional Integrada – Docente Multivix – Vila Velha

RESUMO

Este estudo investigou o processo de inclusão escolar de um aluno do Ensino Fundamental II, matriculado em uma escola particular de Vila Velha/ES, diagnosticado com Transtorno do Espectro Autista (TEA), Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e Deficiência Intelectual (DI). A pesquisa, de abordagem qualitativa e delineada como estudo de caso, analisou as práticas institucionais, o papel da monitora de apoio e as barreiras pedagógicas e organizacionais que impactam a participação e a aprendizagem do estudante. Os resultados evidenciam que, embora exista o Plano de Atendimento Educacional Individualizado (PAEI) e algumas adaptações, o processo inclusivo ocorre de forma fragmentada, sem articulação consistente entre professores, equipe pedagógica e família. Observou-se que a monitora, sem formação específica na área, assume intervenções centrais e, muitas vezes, substitutivas, reforçando um modelo assistencialista que limita a autonomia do aluno. A análise revela que a inclusão oferecida configura-se como parcial, caracterizada pelo distanciamento entre o discurso institucional e a prática cotidiana. Conclui-se que a efetivação da inclusão requer formação continuada, políticas institucionais estruturadas, planejamento colaborativo e acompanhamento especializado, superando modelos tradicionais que ainda predominam em escolas particulares e públicas.

Palavras-chave: Inclusão escolar. Educação Especial. Deficiência Intelectual. Transtornos do Neurodesenvolvimento. Mediação pedagógica.

1. INTRODUÇÃO

A inclusão escolar de estudantes com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação constitui, nas últimas décadas, um dos principais desafios enfrentados pelas instituições educacionais brasileiras. Apesar dos avanços no campo legislativo — com a promulgação da Constituição Federal de 1988, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996), da Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (2008) e da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) — ainda persiste uma distância significativa entre o discurso normativo e a realidade escolar. Como ressalta Mantoan (2003), a inclusão escolar no Brasil permanece em um estágio de promessas não concretizadas, marcado por práticas excludentes e pela resistência estrutural das escolas em se adaptarem à diversidade.

O presente estudo emerge desse contexto de contradições e desafios, propondo-se a analisar o processo de inclusão escolar de um estudante do oitavo ano do Ensino Fundamental II, matriculado em uma escola particular do município de Vila Velha/ES. O aluno apresenta diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista (TEA), Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) e deficiência intelectual. Sua trajetória escolar, acompanhada desde o início de 2024 por uma monitora de educação infantil e ensino fundamental, tem sido marcada pela ausência de suporte institucional especializado, como o Atendimento Educacional Especializado (AEE).

A escolha desse caso se justifica pela relevância social e educacional do tema, uma vez que evidencia as fragilidades das práticas inclusivas em instituições privadas que, embora possuam maior autonomia administrativa, estão igualmente obrigadas a cumprir a legislação vigente. A delimitação do estudo concentra-se, portanto, na análise da inclusão — ou da ausência dela — de um aluno com múltiplas deficiências em uma escola particular de Vila Velha/ES, tendo como eixo central a atuação da monitora que, sem formação específica em Educação Especial, realiza adaptações pedagógicas e acompanha cotidianamente o estudante.

A inclusão escolar de alunos com necessidades educacionais especiais ainda representa um grande desafio para as instituições de ensino, especialmente quando não há suporte técnico especializado. Nesse contexto, torna-se essencial compreender como se dá o processo inclusivo quando a mediação pedagógica é realizada por profissionais que atuam de forma prática, sem formação específica na área. Diante desse cenário, formula-se o seguinte problema de pesquisa: **Como se**

configura o processo de inclusão escolar de um aluno com Autismo, TDAH e Deficiência Intelectual em uma escola particular de ensino fundamental e médio, a partir da atuação de uma monitora sem suporte institucional especializado?

O objetivo geral da pesquisa consiste em analisar o processo de inclusão escolar — ou da ausência dele — de um aluno com autismo, TDAH e deficiência intelectual em uma escola particular, com base na experiência de mediação realizada por uma monitora. Para atingir essa finalidade, foram definidos os seguintes objetivos específicos: caracterizar o aluno e o contexto institucional em que está inserido; descrever o papel e as estratégias adotadas pela monitora; identificar as barreiras pedagógicas e institucionais à inclusão; e refletir criticamente sobre a prática da inclusão escolar na escola particular em questão.

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, baseada no método do estudo de caso. Conforme Gil (2002), esse tipo de investigação possibilita compreender fenômenos complexos em seu contexto real, sendo apropriado para analisar processos educativos multifatoriais, como o da inclusão escolar. Serão utilizados como instrumentos de coleta de dados a análise documental — incluindo registros escolares, atividades em sala.

A estrutura deste trabalho está organizada da seguinte forma: inicialmente, apresenta-se esta introdução, seguida pelo referencial teórico, dividido em três seções — o marco legal da educação inclusiva, a análise crítica da distância entre discurso e prática na inclusão escolar, com base em Mantoan (2003), e o papel do profissional de apoio no cotidiano escolar. Em seguida, descreve-se a metodologia, os resultados e discussões, as considerações finais e, por fim, as referências bibliográficas.

A inclusão escolar é um direito assegurado por legislações nacionais e internacionais, mas sua efetivação requer mais do que a matrícula de alunos com deficiência em escolas regulares. É necessário construir uma estrutura educacional capaz de acolher as diferenças com qualidade, garantindo apoio pedagógico, recursos humanos e compromisso coletivo. Este estudo se justifica por trazer à luz uma situação concreta de exclusão pedagógica em uma escola particular, na qual a responsabilidade pela inclusão tem sido atribuída a uma monitora em formação, sem o respaldo de equipe pedagógica ou de profissionais do AEE. Dessa forma, a pesquisa busca contribuir para o debate sobre os limites da inclusão formal e para a reflexão

crítica acerca dos desafios e possibilidades da educação inclusiva no contexto das escolas privadas brasileiras.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MARCO LEGAL DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA E OS DIREITOS DO ESTUDANTE COM DEFICIÊNCIAS MÚLTIPLAS

A educação inclusiva no Brasil é um direito constitucionalmente garantido, resultado de um longo histórico de lutas sociais e avanços nas políticas públicas. A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 205, estabelece que "a educação é direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho". O artigo 208, inciso III, reforça a obrigatoriedade do "atendimento educacional especializado às pessoas com deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino".

A Declaração de Salamanca (1994), documento internacional ratificado pelo Brasil, consolida o princípio da escola inclusiva, afirmando que as escolas devem acolher todas as crianças, independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, linguísticas ou outras. Este documento orienta as políticas públicas em favor da inclusão, influenciando legislações nacionais posteriores.

No âmbito infraconstitucional, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei n.º 9.394/1996), em seu artigo 58, é taxativa ao afirmar que "[...] a educação especial, para os efeitos desta Lei, é uma modalidade de educação escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotados". O artigo 59 complementa ao estabelecer que os sistemas de ensino devem assegurar em seu inciso primeiro o "currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específica para atender às necessidades".

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei n.º 13.146/2015) representa um marco civilizacional ao consolidar o direito à educação inclusiva como inalienável e não discriminatória. Seu artigo 27 determina que a educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurado sistema educacional inclusivo em todos os níveis e modalidades, bem como o aprendizado ao longo de toda a vida. A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei n.º 13.146/2015), em especial no artigo 28, estabelece de forma inequívoca a responsabilidade do poder público na

formulação, implementação e fiscalização de políticas educacionais inclusivas em todos os níveis e modalidades de ensino, sejam elas públicas ou privadas. A normativa legal impõe ao órgão normatizador da educação o dever de garantir a oferta de recursos, serviços especializados e condições de acessibilidade que assegurem o direito ao pleno desenvolvimento educacional dos estudantes com deficiência. No contexto do presente estudo, a análise das ações – ou da ausência delas – por parte da instituição escolar frente a essa determinação legal permite problematizar os limites entre o direito garantido em lei e as práticas efetivamente vivenciadas no cotidiano educacional.

O Decreto n.º 7.611/2011 detalha as responsabilidades dos sistemas de ensino quanto à oferta do AEE, estabelecendo "o atendimento educacional especializado deverá integrar a proposta pedagógica da escola, realizar o acompanhamento do aluno e articular-se com as demais instâncias envolvidas no atendimento ao estudante". Isso significa que a escola tem o dever de estruturar-se para garantir o suporte pedagógico ao aluno com deficiência, independentemente de ser pública ou privada.

Para estudantes com múltiplas deficiências, como no caso analisado neste estudo, a legislação reforça a obrigatoriedade da adaptação curricular, da oferta de recursos de acessibilidade e do suporte especializado. A Lei n.º 12.764/2012, que institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista, determina em seu artigo 3º que a pessoa com TEA tem direito à educação e à participação plena na sociedade, com garantia de inclusão em escolas regulares.

No âmbito estadual, o Espírito Santo regulamenta a educação especial por meio de documentos como a Resolução CEE/ES n.º 2.152/2010 e a Resolução CEE/ES n.º 5.077/2018, que orientam os sistemas de ensino sobre a obrigatoriedade da oferta de serviços de apoio e adaptações pedagógicas, reforçando os direitos estabelecidos na legislação federal.

Ao analisar o caso de um aluno com deficiências múltiplas matriculado em uma escola particular que oferta o Ensino Fundamental II e que não disponibiliza Atendimento Educacional Especializado, é imprescindível analisar a luz das legislações se há violação de direitos educacionais fundamentais. Todas as legislações citadas, em seus dispositivos específicos, reforçam a obrigatoriedade da inclusão efetiva, não apenas formal, abrangendo adaptações, recursos pedagógicos,

apoio especializado e formação adequada dos profissionais envolvidos no processo educativo.

2.2 INCLUSÃO ESCOLAR: QUANDO O DISCURSO NÃO ENCONTRA A PRÁTICA

A inclusão escolar, apesar de amplamente defendida em documentos oficiais e discursos pedagógicos, ainda permanece, em muitas realidades, como uma promessa não concretizada. Maria Teresa Eglér Mantoan (2003) denuncia a distância entre o que se afirma nas políticas educacionais e o que efetivamente ocorre nas salas de aula. Para a autora, a escola brasileira resiste a mudanças estruturais, mantendo-se presa a um modelo excludente, no qual a diversidade é tratada como problema e não como um valor a ser incorporado ao cotidiano escolar. Ela afirma que “[...] falta muita vontade de virar a mesa, ou melhor, de virar a escola do avesso, e já faz tempo que estamos retendo essa possibilidade de revolucionar os nossos sistemas educacionais em favor de uma educação mais humana, mais democrática.” (p.30) A inclusão, nesse contexto, exige uma ruptura com o paradigma tradicional, que classifica e segrega, reforçando práticas de rotulação e exclusão.

Essa resistência estrutural se manifesta na tentativa constante de adaptar os alunos aos padrões preexistentes da escola, em vez de transformar a escola para acolher todos os alunos. Mantoan (2003) afirma que a verdadeira inclusão não se limita à simples presença física de estudantes com deficiência nas escolas regulares, mas implica uma mudança de mentalidade e de práticas pedagógicas. Contudo, o que se observa, muitas vezes, é uma integração superficial, com alunos sendo matriculados, mas continuando invisíveis nos processos de ensino e aprendizagem, sujeitos a currículos inflexíveis e a avaliações padronizadas que ignoram suas especificidades.

O discurso inclusivo, embora sedutor, esbarra na cultura escolar enraizada em classificações e hierarquizações. Segundo Mantoan (2003), a escola tradicional continua operando a partir de um modelo normativo e homogeneizador, que valoriza apenas determinados tipos de desempenho e que considera o fracasso escolar uma responsabilidade exclusiva dos alunos. Essa lógica excludente alimenta práticas que culpabilizam os sujeitos pela sua não adaptação ao sistema, desconsiderando o papel da escola na produção e manutenção das desigualdades educacionais.

Além disso, a falta de formação adequada dos professores contribui para que o discurso da inclusão não se materialize na prática. Mantoan (2003) destaca que a

formação docente, ainda pautada em uma concepção tecnicista e fragmentada, não prepara os educadores para lidar com a diversidade em sala de aula. Predomina uma lógica de ensino centrada no conteúdo e na padronização, deixando de lado a necessária construção de ambientes de aprendizagem flexíveis, participativos e acolhedores. Por isso Mantoan (2003, p. 24) explicita ser necessário que “Todos os níveis dos cursos de formação de professores devem sofrer modificações nos seus currículos, de modo que os futuros professores aprendam práticas de ensino adequadas às diferenças.”

Por fim, Mantoan (2003) enfatiza que a efetivação da inclusão escolar demanda um reposicionamento ético e político da escola. Não basta reproduzir discursos politicamente corretos; é preciso reconhecer as contradições existentes e assumir a responsabilidade de transformá-las. A inclusão verdadeira só acontecerá quando a escola superar a distância entre a teoria e a prática, compreendendo a diversidade como princípio estruturante do processo educativo e não como um obstáculo a ser superado.

2.3 PROFISSIONAL DE APOIO ESCOLAR NO COTIDIANO DA INCLUSÃO: FUNÇÕES, LIMITES E DESAFIOS

A consolidação da educação inclusiva no Brasil demandou a criação de novos dispositivos institucionais capazes de garantir o direito de acesso, permanência e aprendizagem dos alunos público-alvo da educação especial nas escolas regulares. Entre esses dispositivos destaca-se o profissional de apoio escolar, cuja inserção nas redes de ensino é um desdobramento direto das políticas nacionais de inclusão. A primeira menção formal à necessidade desse profissional surge com a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008), que o denomina de cuidador ou monitor, destinado a oferecer suporte nas atividades de alimentação, higiene e locomoção. Posteriormente, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei n.º 13.146/2015), em seu artigo 3º, inciso XIII, institui de forma definitiva a figura do "profissional de apoio escolar", reforçando seu papel como agente de suporte individualizado e garantindo sua presença obrigatória quando as condições do aluno assim exigirem.

A legislação, entretanto, ao mesmo tempo que reconhece a importância desse profissional, deixa lacunas significativas quanto ao perfil de formação, atribuições detalhadas e formas de contratação. Segundo Ziliotto e Burchert (2020), a indefinição

legislativa tem levado, em muitos municípios, à adoção de soluções precarizadas, com a utilização de estagiários ou profissionais sem formação específica para assumir funções de apoio. A pesquisa realizada por essas autoras no Rio Grande do Sul evidencia que a maior parte dos profissionais de apoio é composta por estudantes de graduação ou pessoas com formações alheias ao campo da educação, contratadas de maneira emergencial e muitas vezes sem qualquer preparação prévia para lidar com as especificidades da educação especial.

Outro aspecto crítico diz respeito ao desvio de função, observado com frequência nas escolas públicas e particulares. Lopes e Mendes (2023) apontam que, diante da ausência de uma regulamentação clara, o profissional de apoio tem sido encarregado de tarefas que extrapolam suas atribuições legais, como a realização de atividades pedagógicas, elaboração de materiais didáticos e acompanhamento de avaliações escolares. Essa sobreposição de funções ocorre, muitas vezes, em um contexto de judicialização e de pressão familiar, o que leva as redes de ensino a responderem de forma imediatista, mas desarticulada, ao aumento das demandas inclusivas.

No cotidiano escolar, a atuação do profissional de apoio é marcada por desafios institucionais e relacionais. Além da precariedade na contratação, que muitas vezes se dá por meio de empresas terceirizadas, o acompanhamento e a supervisão desses profissionais são insuficientes ou inexistentes. Conforme observado por Lopes e Mendes (2023), em municípios onde o setor de educação especial assume maior protagonismo na formação inicial e no acompanhamento dos profissionais de apoio, observa-se maior clareza na execução das funções e menor índice de rotatividade desses trabalhadores. A ausência de acompanhamento pedagógico pode gerar uma relação de dependência excessiva entre o aluno e o profissional de apoio, prejudicando a interação com os colegas e o desenvolvimento da autonomia.

Do ponto de vista legal, é importante ressaltar que a Resolução CNE/CEB n.º 4/2009 e a Nota Técnica SEESP n.º 19/2010 reforçam o caráter não pedagógico da atuação do profissional de apoio, deixando claro que sua função é de suporte às necessidades básicas do aluno e não de substituição da ação docente. No entanto, como apontam Passos e Lamonier (2021), na prática, essa distinção nem sempre é respeitada, sobretudo pela carência de profissionais especializados nas escolas e pela pressão por respostas rápidas à complexidade da inclusão.

A construção de um modelo de inclusão escolar efetivo passa, necessariamente, pela valorização e regulamentação do cargo de profissional de apoio escolar. A definição de um perfil mínimo de formação, a oferta de formação continuada e a implementação de políticas públicas que garantam condições dignas de trabalho são medidas urgentes para superar o quadro de precarização identificado nas redes de ensino. Como afirmam Ziliotto e Burchert (2020), a presença desse profissional, quando articulada com o Atendimento Educacional Especializado (AEE) e com a atuação docente, pode contribuir para uma efetiva inclusão, desde que suas funções sejam claramente delimitadas e que haja investimento institucional na construção de uma rede de apoio sólida e colaborativa.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, com a utilização do método do estudo de caso. Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito, sendo especialmente útil em situações em que há pouca compreensão prévia do fenômeno investigado, o que se adequa à intenção de compreender as práticas e barreiras à inclusão escolar vivenciadas por um aluno com múltiplas deficiências.

O método de estudo de caso foi escolhido por permitir uma análise aprofundada de um fenômeno específico em seu contexto real, com atenção aos múltiplos fatores que influenciam a situação. Conforme Gil (2002, p. 54), o estudo de caso “Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento [...]”, sendo especialmente indicado para fenômenos educacionais complexos, como os processos de inclusão escolar.

Os procedimentos metodológicos envolverão, inicialmente, uma pesquisa bibliográfica, fundamentada em livros, artigos científicos e legislações pertinentes à temática da inclusão escolar. A pesquisa bibliográfica, segundo Gil (2002, p. 44), “[...] é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos[...]”, possibilitando uma reflexão teórica sólida sobre o tema.

Será também realizada uma pesquisa documental, com a análise de registros escolares do aluno, tais como planos de aula, provas adaptadas, fichas de acompanhamento pedagógico e quaisquer outros documentos que possam evidenciar as ações (ou a ausência delas) voltadas para a inclusão. Gil (2002, p. 45) define a

pesquisa documental como aquela que "[...] vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa".

O diário de campo constituirá um instrumento central para o registro das experiências vividas pela pesquisadora ao longo de seu acompanhamento junto ao aluno. Por ser funcionária da instituição e atuar como monitora de educação infantil e ensino fundamental, a pesquisadora assumirá uma posição de participante ativa no cotidiano escolar do aluno. Essa característica confere à pesquisa um delineamento de pesquisa participante, uma vez que, segundo Gil (2002), essa modalidade ocorre quando o pesquisador se integra ao grupo investigado, participando de suas atividades e interagindo com os sujeitos da pesquisa. A estagiária-pesquisadora estará, portanto, envolvida diretamente nas atividades escolares, realizando adaptações pedagógicas e acompanhando as interações diárias do aluno com seus professores e colegas.

O diário de campo será composto por anotações sistemáticas, reflexivas e descritivas, abrangendo situações de interação do aluno com professores, colegas e com a própria pesquisadora, bem como aspectos relacionados às adaptações curriculares, barreiras institucionais e práticas pedagógicas observadas e vivenciadas.

Os dados produzidos serão organizados e analisados por meio da análise de conteúdo, segundo a proposta metodológica de Bardin (2016). A análise de conteúdo será desenvolvida em três fases: **pró-análises**, que envolverá a organização e leitura flutuante do material; **exploração do material**, onde se realizará a codificação e categorização temática; e, por fim, o tratamento dos resultados e interpretação, que buscará compreender o significado das informações à luz do referencial teórico e das legislações vigentes.

Podem existir desafios metodológicos, pois a pesquisadora, enquanto monitora, está inserida ativamente no contexto investigado, interagindo diariamente com o aluno e a equipe escolar. Essa posição favorece a compreensão aprofundada do processo de inclusão, mas exige um constante esforço de distanciamento crítico. Essa inserção prática e vivencial, característica da pesquisa participante, oferece uma posição privilegiada para a produção de dados, pois possibilita o acompanhamento próximo e detalhado do processo de inclusão escolar. No entanto, essa mesma proximidade impõe um desafio metodológico fundamental: a necessidade de adotar uma postura analítica, ética e crítica ao longo de todo o percurso investigativo. A

autora da pesquisa deve reconhecer sua dupla condição de agente e pesquisadora, buscando constantemente o distanciamento reflexivo para não se limitar a relatos descritivos ou subjetivos. Para isso, torna-se imprescindível o uso de instrumentos de registro sistemático, como o diário de campo e a análise documental, bem como a adoção de critérios éticos rigorosos que garantam o anonimato e a integridade das informações coletadas, respeitando os direitos dos sujeitos envolvidos e evitando vieses decorrentes de sua atuação direta no campo de estudo.

Em termos éticos, o trabalho garantirá o anonimato do aluno, da escola e de todos os envolvidos, seguindo os preceitos estabelecidos pela Resolução n.º 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que regulamenta pesquisas nas áreas de ciências humanas e sociais. Os nomes reais serão substituídos por pseudônimos e todas as informações que possam identificar os participantes serão omitidas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O aluno investigado apresenta um quadro de múltiplas necessidades educacionais decorrentes do diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista (TEA), TDAH e Deficiência Intelectual (DI). Essas condições exigem um planejamento pedagógico diferenciado, com destaque em estratégias visuais, atividades funcionais e apoio individualizado que favoreçam a compreensão e a permanência nas atividades escolares.

A escola dispõe de um Plano de Atendimento Educacional Individualizado (PAEI) e do acompanhamento de uma monitora de apoio, além de algumas adaptações nas atividades. Contudo, observou-se que a execução dessas ações ocorre de forma fragmentada, sem uma articulação efetiva entre professores, equipe pedagógica e família. Esse distanciamento compromete a continuidade das intervenções e evidencia que o planejamento não se traduz em ações pedagógicas integradas.

Esse contexto reflete o que Mantoan (2003) denomina de inclusão formal — quando a matrícula e a presença física do aluno estão asseguradas, mas as condições pedagógicas e relacionais para sua aprendizagem significativa permanecem frágeis. Conforme Sasaki (2006) e Carvalho (2019), a inclusão real considera acessibilidade pedagógica, envolvimento coletivo e práticas que garantam participação ativa e desenvolvimento global. No caso estudado, o aluno está inserido no espaço escolar,

porém sua participação nas interações e aprendizagens ainda se mostra limitada, caracterizando uma inclusão parcial.

A monitora exerce papel central na rotina do aluno, atuando como principal mediadora entre ele e o ambiente escolar. Durante as observações, constatou-se que suas intervenções se concentram predominantemente no controle comportamental e na execução das tarefas, assumindo, por vezes, uma função compensatória — fazendo pelo aluno em vez de possibilitar que ele realize com apoio. Essa dinâmica demonstra uma compreensão reduzida sobre a função mediadora do apoio escolar, que deveria promover autonomia, participação e aprendizagem ativa.

Sobre a perspectiva vygotskyana, o processo de aprendizagem se desenvolve por meio das interações sociais e das mediações estabelecidas na zona de desenvolvimento proximal (VYGOTSKY, 1998). Quando a monitora atua de modo isolado e desvinculado do professor, a mediação deixa de potencializar o desenvolvimento cognitivo e social do estudante. A ausência de diálogo entre esses profissionais divide a atuação e limita a construção de estratégias que estimulem o aluno a avançar a partir de suas potencialidades.

De acordo com Ziliotto e Burchert (2017), o profissional de apoio deve atuar como facilitador da inclusão, promovendo interações e autonomia, e não como substituto do aluno nas tarefas. No estudo do caso, observou-se que a mediação ainda necessita de articulação pedagógica e planejamento conjunto, o que limita seu alcance formativo e o protagonismo do estudante. A excessiva dependência do apoio reforça padrões de heteronomia e não contribui para o desenvolvimento da independência funcional.

No campo pedagógico, verificou-se que os professores enfrentam dificuldades na elaboração de atividades adaptadas. As práticas observadas mantêm forte alinhamento com o ensino tradicional e igualado, priorizando o cumprimento dos conteúdos previstos para a turma, em perda da flexibilização necessária à aprendizagem de todos. Essa postura evidencia uma concepção ainda centrada na ideia de que adaptação curricular significa “reduzir tarefas”, e não reorganizar metodologias e objetivos de acordo com o perfil do aluno.

Conforme Mantoan (2003) e Carvalho (2019), a inclusão requer ruptura com modelos pedagógicos uniformes, demandando metodologias diversificadas e formação docente continuada. A ausência de estratégias visuais, atividades lúdicas e recursos funcionais restringe o engajamento do aluno e compromete sua progressão.

Além disso, nota-se que a formação dos docentes sobre Educação Especial é pontual e desvinculada da prática cotidiana, o que dificulta a consolidação de práticas inclusivas e o alinhamento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e às diretrizes da Educação Especial na Perspectiva Inclusiva (BRASIL, 2008).

As barreiras institucionais também se fazem presentes. Embora exista o PAEI, não há um acompanhamento sistemático de sua execução, nem uma política interna de monitoramento e avaliação. A comunicação entre professores, monitora, coordenação e família é rara, o que enfraquece o trabalho colaborativo e o acompanhamento integral do aluno. Na prática, o PAEI funciona como um documento formal e não como um instrumento vivo de planejamento.

De acordo com Sasaki (2006), a inclusão requer acessibilidade não apenas física, mas também pedagógica e institucional, o que implica políticas permanentes, cultura colaborativa e comprometimento entre todos os agentes da escola. A falta de articulação entre os setores pedagógicos e o núcleo de apoio educacional evidencia que a inclusão ainda depende da boa vontade individual, e não de processos estruturados e institucionalizados.

Um ponto central observado é que o papel do professor — que deveria ser o articulador pedagógico da inclusão — se encontra enfraquecido. O docente aparece mais como transmissor de conteúdo do que como planejador de experiências de aprendizagem acessíveis. Em diversas situações, o professor delegou quase integralmente à monitora a responsabilidade pelo aluno, revelando uma percepção equivocada de que a inclusão é tarefa exclusiva do profissional de apoio. Essa postura reduz sua função pedagógica e dificulta a construção de práticas inclusivas sustentáveis.

Os resultados indicam que a inclusão escolar do aluno analisado encontra-se em estágio inicial. Sua presença na escola está garantida, mas sua participação efetiva nos processos de ensino e aprendizagem ainda é limitada. A monitora representa um apoio importante, mas sua mediação, em muitos momentos, substitui o aluno em vez de promover autonomia. O PAEI, embora existente, não orienta de modo consistente as práticas pedagógicas.

Esses elementos configuram o que Mantoan (2003) denomina de inclusão parcial, sustentada mais por intenções do que por ações consolidadas. A efetivação da inclusão exige uma mudança cultural na instituição, formação docente contínua e políticas de acompanhamento que assegurem práticas pedagógicas verdadeiramente

inclusivas. Assim, reafirma-se que a inclusão vai muito além da matrícula: ela implica o compromisso ético, pedagógico e coletivo de garantir a aprendizagem e o desenvolvimento de todos os estudantes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, os achados desta pesquisa reforçam que a inclusão escolar de estudantes com deficiência intelectual, autismo e TDAH ainda enfrenta desafios significativos, mesmo em instituições que adotam o discurso inclusivo. Observou-se que a implementação do Plano de Atendimento Educacional Individualizado (PAEI) encontra-se em estágio inicial, com pouca articulação entre professores, equipe pedagógica e família. A atuação da monitora, embora comprometida e sensível às necessidades do aluno, revela a precarização do processo de mediação, já que a responsabilidade pela inclusão recai sobre uma profissional sem formação específica e sem suporte técnico adequado.

Esses resultados confirmam as análises de Mantoan (2003) e de Lopes e Mendes (2020), ao apontarem que a inclusão não se concretiza apenas por meio da matrícula, mas pela transformação das práticas pedagógicas e das estruturas institucionais. Do mesmo modo, os achados dialogam com Ziliotto e Burchert (2021), que destacam a importância da mediação pedagógica planejada e colaborativa, ancorada na formação docente e no trabalho coletivo. A distância entre o discurso e a prática inclusiva permanece como evidência de um modelo escolar que, embora se declare inclusivo, ainda opera sob lógicas seletivas e normalizadoras.

Como limitação, reconhece-se que este estudo se baseia em um único caso, o que não permite generalizações sobre a totalidade das experiências de inclusão em escolas particulares. No entanto, a análise em profundidade desse caso específico possibilitou compreender mecanismos sutis de exclusão, além de evidenciar o papel decisivo da formação docente e da gestão escolar no processo inclusivo.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a ampliação do campo empírico, incluindo diferentes escolas e níveis de ensino, bem como a investigação sobre o impacto de programas de formação continuada para professores e monitores. Tais estudos poderão contribuir para a construção de políticas e práticas mais efetivas de inclusão, articulando teoria, legislação e cotidiano escolar.

Promover a inclusão escolar demanda muito mais do que a existência de dispositivos legais que assegurem direitos. Exige o compromisso real das instituições

em desenvolver políticas inclusivas consistentes, articuladas e monitoradas de forma contínua. Também pressupõe investimento permanente em formação docente, para que os profissionais estejam preparados para reconhecer as singularidades dos estudantes, adotar práticas pedagógicas responsivas e construir ambientes educativos acolhedores e acessíveis. Somente com esse conjunto integrado de ações é possível impedir que qualquer aluno permaneça invisível, garantindo que todos tenham suas potencialidades valorizadas e suas necessidades educacionais atendidas com responsabilidade, equidade e respeito.

6. REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/9394.htm. Acesso em: 3 nov. 2025.

BRASIL. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Brasília: MEC/SEESP, 2008.

Rosita Edler. **Educação inclusiva: com os pingos nos “is”**. 8. ed. Porto Alegre: Mediação, 2019.

LOPES, Maura Corcini; MENDES, Enicéia Gonçalves. **Políticas de inclusão escolar: entre a regulação e a emancipação**. Campinas: Autores Associados, 2020.

MANTOAN, Maria Teresa Égler. **Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer?** São Paulo: Moderna, 2003.

MENDES, Enicéia Gonçalves. **A educação inclusiva no Brasil: construindo sentidos**. São Paulo: Summus, 2010.

VYGOTSKY, Lev S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997/1998.

ZILIOOTTO, Daniele; BURCHERT, Maria Inês. **Mediação pedagógica e inclusão escolar: práticas, desafios e reflexões**. Curitiba: Appris, 2021.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer?** São Paulo: Moderna, 2003.

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão: construindo uma sociedade para todos**. 5. ed. Rio de Janeiro: WVA, 2006.

ZILIOOTTO, Denise; BURCHERT, Mônica. **O papel do profissional de apoio na mediação da aprendizagem**. Revista Educação Especial, Santa Maria, v. 30, n. 59, p. 259–274, 2017.

O PAPEL DO CIRURGIÃO-DENTISTA NA IDENTIFICAÇÃO DE ABUSO SEXUAL INFANTIL

Livia Quintino Nogueira¹,
Lúcia Helena de Lima Nunes¹,
Sarah de Lourdes Costa Quaresma¹,
Lygia Rostoldo Macedo².

¹Acadêmicas do curso de Odontologia

²Docente Multivix Vila Velha

RESUMO

A violência sexual infantil constitui um grave problema de saúde pública, caracterizado por alta prevalência, dificuldade de detecção e impactos profundos no desenvolvimento físico, emocional e social das vítimas. No contexto odontológico, a cavidade bucal frequentemente apresenta sinais compatíveis com agressões, tornando o cirurgião-dentista um profissional estratégico na identificação precoce desses casos. O objetivo deste estudo foi analisar o papel do cirurgião-dentista no reconhecimento das manifestações orais associadas ao abuso sexual infantil e na condução ética e legal da notificação compulsória. Foi feita uma revisão narrativa da literatura, com artigos publicados entre 2020 e 2025, por meio da busca nas bases de dados PubMed, SciELO, LILACS e Portal CAPES, utilizando descritores relacionados a abuso sexual infantil, manifestações orais e defesa da criança e do adolescente. Os resultados mostraram que o dentista está em posição privilegiada para identificar lacerações, rupturas de frênulo, equimoses, infecções sexualmente transmissíveis e alterações comportamentais sugestivas de violência, embora persistam insegurança profissional, falhas na formação acadêmica e desconhecimento dos protocolos legais, fatores que contribuem para a subnotificação. Conclui-se que a atuação do cirurgião-dentista requer capacitação contínua, sensibilidade ética, documentação clínica rigorosa e cumprimento das exigências legais de notificação, a fim de garantir proteção integral à criança e auxiliar na interrupção do ciclo de violência.

Palavras-chave: abuso sexual infantil; manifestações orais; defesa da criança e do adolescente.

1. INTRODUÇÃO

A violência sexual contra crianças e adolescentes constitui-se em uma das mais graves violações dos direitos humanos, sendo reconhecida pela Organização Mundial

da Saúde (OMS) como um problema prioritário de saúde pública e um desafio ético e social de grande magnitude. Suas consequências ultrapassam os danos físicos imediatos, gerando impactos profundos na esfera psicológica, emocional, social e no desenvolvimento global da vítima. Nesse cenário, a atuação dos profissionais de saúde torna-se indispensável para a identificação precoce, a notificação obrigatória e a proteção da criança em situação de vulnerabilidade (LACERDA et al., 2024).

O cirurgião-dentista se destaca nesse processo como um agente de saúde estratégico. Por atuar diretamente na cavidade bucal e manter contato frequente com pacientes pediátricos, o dentista possui uma posição privilegiada para identificar sinais que podem indicar situações de violência. Sua prática clínica cotidiana permite não apenas a observação de lesões físicas, como lacerações, hematomas ou fraturas dentárias, mas também a percepção de comportamentos incomuns, relatos espontâneos ou sinais indiretos de sofrimento. Esse olhar técnico, aliado ao vínculo de confiança estabelecido com a criança durante consultas de rotina, pode representar uma oportunidade única de romper o ciclo de violência e assegurar o direito à proteção (MIRANDA et al., 2021).

Contudo, embora sua atuação seja de extrema relevância, muitos cirurgiões-dentistas ainda enfrentam lacunas significativas de conhecimento e preparo diante dessa temática, evidenciando a carência de formação específica durante a graduação e a falta de atualização quanto às responsabilidades legais previstas no Código de Ética Odontológico, o que gera insegurança e, em alguns casos, omissão diante de situações suspeitas. Essa realidade compromete não apenas o cumprimento da legislação, como também fragiliza a rede de proteção da infância (SILVA et al., 2022).

É nesse ponto que se destaca a importância da notificação compulsória. O cirurgião-dentista não deve limitar sua atuação ao diagnóstico ou ao tratamento clínico, mas precisa compreender que sua função está intrinsecamente ligada ao dever de resguardar a integridade biopsicossocial da criança. Assim, a identificação de indícios de abuso e o correto encaminhamento aos órgãos competentes configuram não apenas uma obrigação legal, mas também um compromisso ético com a dignidade humana (SANTOS et al., 2024).

Portanto, a capacitação e a sensibilização do cirurgião-dentista frente ao abuso sexual infantil são condições fundamentais para o enfrentamento desse fenômeno. Ao

assumir seu papel como agente ativo de proteção, o dentista contribui de forma decisiva para a redução da violência, fortalece o sistema de garantia de direitos e assegura um atendimento mais humano, integral e eficaz às vítimas.

1.1 JUSTIFICATIVA DO TEMA

O abuso sexual infantil é um fenômeno complexo que demanda atenção multidisciplinar. O cirurgião-dentista, por seu contato direto com a cavidade oral e pela frequência de atendimentos em crianças e adolescentes, pode ser o primeiro profissional de saúde a identificar sinais sugestivos de violência. Essa posição estratégica justifica a relevância de aprofundar os estudos sobre seu papel, não apenas como clínico, mas também como agente legalmente responsável pela proteção da infância.

Muitas vezes, as vítimas permanecem em silêncio devido a medo, vergonha ou ameaças. Nesse contexto, o olhar atento e a atuação proativa do cirurgião-dentista tornam-se determinantes para romper o ciclo de violência. Justifica-se, portanto, a necessidade de ampliar o conhecimento científico e prático sobre a importância desse profissional na identificação, notificação compulsória e encaminhamento dos casos, garantindo o fortalecimento da rede de proteção e o cumprimento do Estatuto da Criança e do Adolescente.

Dados epidemiológicos mostram que mais de 70% das vítimas de abuso sexual infantil são do sexo feminino, com predominância entre 5 e 14 anos de idade, e que a cavidade bucal figura entre as regiões frequentemente envolvidas nas agressões (ROSA et al., 2022). Entretanto, apesar da possibilidade de identificação de lesões orais compatíveis com violência, a subnotificação permanece elevada, uma vez que muitos cirurgiões-dentistas não reconhecem ou não notificam os casos. Essa realidade é agravada pelo fato de que grande parte dos profissionais relata não estar preparada para lidar com essa demanda, apontando lacunas na formação e na capacitação clínica. Diante disso, torna-se imprescindível aprofundar o conhecimento sobre o papel desse profissional na detecção e condução adequada dessas situações, assegurando o fortalecimento da rede de proteção à criança e ao adolescente (BARBOSA et al., 2024).

Este estudo está delimitado à análise do papel do cirurgião-dentista na identificação e encaminhamento de casos suspeitos de abuso sexual infantil, lesões bucais associadas e diferenciação de outras lesões não associadas ao abuso, considerando não apenas os aspectos clínicos observáveis na cavidade bucal, mas também sua responsabilidade ética, social e legal no enfrentamento da violência.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ABUSO SEXUAL INFANTIL: CONCEITUAÇÃO E RELEVÂNCIA SOCIAL

O abuso sexual infantil constitui-se em uma das mais graves formas de violência contra a infância, configurando uma violação profunda dos direitos humanos e um problema de saúde pública de caráter mundial. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), trata-se de qualquer ato em que uma criança é envolvida em uma atividade sexual que ela não compreende plenamente, para a qual não possui capacidade de consentimento ou que infringe as normas sociais e legais de uma determinada cultura. Esse fenômeno ultrapassa os limites físicos do corpo, provocando danos emocionais, psicológicos e sociais que podem perdurar ao longo de toda a vida da vítima (OLIVEIRA et al., 2023).

No contexto social contemporâneo, a relevância do tema está associada à sua elevada incidência e às dificuldades de identificação e denúncia. O silêncio das vítimas, frequentemente mantido por medo, vergonha ou dependência emocional e econômica em relação ao agressor, torna o reconhecimento dos casos um desafio para profissionais da saúde e educação. Além disso, muitos episódios ocorrem em ambientes familiares, o que reforça a complexidade do enfrentamento e a necessidade de ações interdisciplinares de proteção (DEROSSO et al., 2024; AMARAL JÚNIOR et al., 2024).

A literatura científica enfatiza que o abuso sexual infantil pode envolver tanto o contato físico quanto a exploração sexual sem contato direto, como a exposição a material pornográfico ou o uso da criança para fins eróticos. Em ambas as formas, as consequências são devastadoras, comprometendo o desenvolvimento cognitivo, emocional e relacional da vítima. No Brasil, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) estabelece o dever de proteção integral e prevê a notificação compulsória de casos suspeitos, conferindo ao cirurgião-dentista um papel ativo no reconhecimento de sinais clínicos e comportamentais durante o atendimento odontológico (SANTOS et al., 2022).

Sob a perspectiva ética e social, o abuso sexual infantil rompe laços de confiança e segurança que são fundamentais para o desenvolvimento saudável da criança. Por isso, sua abordagem requer mais do que a atuação técnica, exige empatia, acolhimento e compreensão da dimensão humana envolvida. A formação acadêmica dos profissionais de saúde deve contemplar conteúdos voltados à identificação de situações de violência, à escuta qualificada e ao encaminhamento adequado, visto que o desconhecimento dessas competências ainda é uma barreira significativa para o enfrentamento efetivo do problema (SILVA et al., 2022).

Diversos autores (FERREIRA et al., 2021; DEROSSO et al., 2024) destacam que o enfrentamento do abuso sexual infantil requer uma resposta social ampla, que envolva políticas públicas, educação em saúde, fortalecimento da rede de proteção e capacitação contínua dos profissionais. O cirurgião-dentista, como integrante dessa rede, possui uma posição privilegiada para observar indicadores físicos e psicológicos durante consultas de rotina. Sua atuação ultrapassa o limite da prática clínica e adentra o campo da ética e da responsabilidade social, tornando-se um agente de defesa da infância (DEROSSO et al., 2024; AMARAL JÚNIOR et al., 2024).

Segundo Oliveira et al. (2023), a violência sexual infantil impacta diretamente os determinantes sociais de saúde, perpetuando ciclos de vulnerabilidade, pobreza e exclusão. Crianças vítimas de abuso apresentam maior predisposição a distúrbios mentais, comportamento autodestrutivo, uso de substâncias e dificuldades escolares. Tais repercussões reforçam a necessidade de atuação precoce e integrada, envolvendo saúde, assistência social, psicologia e sistema de justiça.

Nesse sentido, compreender o abuso sexual infantil sob a ótica da saúde pública é reconhecer que sua prevenção e enfrentamento não se limitam à punição do agressor, mas à promoção de ambientes seguros, à educação sexual infantil adequada e ao fortalecimento de vínculos familiares e comunitários. O reconhecimento da violência como fenômeno multidimensional exige um olhar sensível e interdisciplinar, no qual o cirurgião-dentista participa ativamente como agente de detecção, notificação e orientação das vítimas (OLIVEIRA et al., 2023; DEROSSO et al., 2024; AMARAL JÚNIOR et al., 2024).

A atuação odontológica, quando aliada ao conhecimento científico e à responsabilidade ética, contribui para romper o ciclo de silêncio e violência, promovendo não apenas a saúde bucal, mas também a integridade e a dignidade da criança (SANTOS et al., 2022; OLIVEIRA et al., 2023).

A relevância social do tema também se manifesta na necessidade de desmistificar o abuso sexual infantil e promover o debate público sobre prevenção e denúncia. É preciso fomentar espaços de acolhimento, escuta qualificada e capacitação dos profissionais que atuam na atenção básica e especializada. A identificação precoce e a atuação ética do cirurgião-dentista podem ser determinantes para interromper o ciclo de violência, assegurar o acesso à rede de proteção e contribuir para uma sociedade mais justa e consciente (OLIVEIRA et al., 2023; DEROSSO et al., 2024; AMARAL JÚNIOR et al., 2024).

2.2 MANIFESTAÇÕES ORAIS DO ABUSO SEXUAL INFANTIL

As manifestações orais do abuso sexual infantil constituem-se em um importante instrumento diagnóstico na prática odontológica, uma vez que grande parte das agressões sexuais contra crianças envolve a cavidade bucal ou demais estruturas intra orais. O cirurgião-dentista, por estar em contato direto com essa região, ocupa um papel importante na detecção precoce de sinais clínicos e comportamentais que possam indicar violência. A observação criteriosa e o olhar sensível do profissional podem ser determinantes para romper o silêncio que cerca essas situações e garantir o encaminhamento da vítima aos órgãos competentes (DEROSSO et al., 2024; AMARAL JÚNIOR et al., 2024; SILVA et al., 2022).

As principais lesões orais observadas em vítimas de abuso sexual infantil incluem lacerações, ulcerações, hematomas, equimoses e rupturas do frênulo labial, além da possível presença de infecções sexualmente transmissíveis, como o vírus do papiloma humano (HPV) e o herpes simples tipo 2. Essas alterações, especialmente quando localizadas em áreas de difícil acesso ou incompatíveis com traumas acidentais, devem despertar suspeita clínica. Frequentemente, tais lesões estão associadas a comportamentos retraídos, resistência ao exame clínico, olhares evasivos ou relatos vagos, o que reforça a necessidade de uma escuta empática e não julgadora por parte do dentista (NÓBREGA et al., 2023; WEIBEL et al., 2024).

Entre as manifestações traumáticas mais recorrentes, destacam-se as lacerações em palato mole e duro, que geralmente resultam de tentativas de penetração oral forçada. Essas lesões podem ser profundas, ulceradas e apresentar sinais de cicatrização atípicos, incompatíveis com acidentes comuns da infância. Outra lesão amplamente relatada é a ruptura do frênulo labial, especialmente em crianças pequenas. Ao contrário das lesões acidentais, essas rupturas costumam ocorrer em virtude de forças direcionadas e repetitivas, sendo, portanto, um forte indicativo de violência (ALMEIDA

et al., 2016; SPILLER et al., 2023).

Também são descritas equimoses e manchas arroxeadas na mucosa jugal, palato, língua e comissuras labiais, decorrentes de sucção forçada, apertos ou mordidas. Em especial, as marcas de mordida humana, caracterizadas por impressões semicirculares ou visibilidade do arco dentário, possuem grande valor pericial. Essas lesões, quando observadas na região oral, perioral ou em áreas de difícil acesso, indicam fortemente abuso físico e sexual (WEIBEL et al., 2024; SPILLER et al., 2023).

Além dos danos aos tecidos moles, o abuso sexual infantil pode estar relacionado a fraturas ósseas da face, especialmente de mandíbula, maxila, ossos zigomáticos e nasais. Essas fraturas frequentemente decorrem de episódios de violência física concomitantes ao abuso sexual, resultando de tapas, socos, empurrões ou tentativas de imobilização forçada. As manifestações clínicas incluem dor intensa, assimetria facial, edema, dificuldade na mastigação e fala, além de hematomas extensos. Em muitos casos, tais lesões são subestimadas por profissionais que não consideram a possibilidade de violência, o que evidencia a importância de uma avaliação minuciosa e contextualizada (SPILLER et al., 2023; NEVILLE et al., 2025).

As contusões faciais também representam sinais relevantes. Elas podem se apresentar como áreas de equimose nos lábios, bochechas, pescoço ou ao redor da boca, e merecem atenção especial quando localizadas em regiões protegidas, como o submento, a área retroauricular e os ângulos da mandíbula. Em crianças pequenas, a fragilidade dos ossos e dos tecidos moles potencializa a ocorrência desses quadros, sendo fundamental que o dentista considere sempre o contexto em que as lesões ocorreram e investigue a coerência entre o relato do cuidador e o tipo de trauma apresentado (NÓBREGA et al., 2023; NEVILLE et al., 2025).

Além das manifestações traumáticas, a cavidade oral pode apresentar sinais indiretos de abuso sexual, como infecções sexualmente transmissíveis (ISTs). A presença de HPV e herpes simples tipo 2 em crianças é considerada de extrema relevância clínica já que essas infecções são predominantemente transmitidas por via sexual. O HPV pode se manifestar como verrugas ou papilomas na mucosa oral, enquanto o herpes simples tipo 2 gera úlceras dolorosas e recorrentes. A detecção desses agentes deve sempre ser avaliada com prudência e encaminhada para investigação interdisciplinar (SPILLER et al., 2023).

Outros sinais indiretos, de natureza psicossomática ou funcional, também merecem destaque. Úlceras traumáticas recorrentes, trismo, edema inexplicável, bruxismo

severo, dificuldade de deglutição, dor orofacial crônica e disfunções temporomandibulares podem ser manifestações de sofrimento psíquico decorrente do abuso. Em muitos casos, essas alterações não possuem causa odontológica clara e surgem associadas a um histórico de ansiedade, estresse ou negligência. O profissional deve estar atento a esses sintomas e considerar a possibilidade de que sejam expressões somáticas de experiências traumáticas (SPILLER et al., 2023; SILVA et al., 2022).

A observação clínica, entretanto, deve sempre vir acompanhada de uma escuta acolhedora. Muitas crianças não conseguem verbalizar o abuso por medo, culpa ou falta de vocabulário emocional. Assim, o papel do cirurgião-dentista não se restringe ao diagnóstico físico, mas envolve a capacidade de interpretar o contexto emocional e social da vítima. Ao agir com empatia, prudência e ética, o dentista se torna um elo essencial entre a identificação do abuso e a atuação da rede de proteção (DEROSSO et al., 2024; AMARAL JÚNIOR et al., 2024; NÓBREGA et al., 2023).

2.3 DIFERENCIAÇÃO DAS LESÕES BUCAIS SUGESTIVAS DE ABUSO SEXUAL INFANTIL DE OUTRAS CONDIÇÕES TRAUMÁTICAS

A maioria das lesões traumáticas identificadas em crianças e adolescentes se localiza na região da cabeça e do pescoço, com especial prevalência na face e cavidade oral. Essa predominância ocorre devido à maior exposição dessas áreas e à fragilidade dos tecidos moles e duros da região orofacial, o que as torna mais suscetíveis a traumas. Tais lesões podem decorrer tanto de acidentes comuns quanto de episódios de violência, sendo fundamental a diferenciação clínica para o correto diagnóstico (LIMA et al., 2023). A literatura científica reforça que o cirurgião-dentista, por ter acesso privilegiado à cavidade oral, desempenha papel essencial na identificação de sinais suspeitos de maus-tratos e abuso sexual, podendo ser um dos primeiros profissionais de saúde a observar tais manifestações (CARVALHO et al., 2023).

Lesões resultantes de abuso físico ou sexual geralmente apresentam características clínicas específicas, como presença em regiões normalmente protegidas por roupas, múltiplas fases de cicatrização e incompatibilidade entre a justificativa apresentada pelos responsáveis e a natureza do trauma. A incongruência entre o relato dos cuidadores e os achados clínicos é um dos principais elementos que devem despertar suspeita no profissional (WEIBEL et al., 2024)

Em casos de abuso sexual, as lesões costumam apresentar-se em locais menos expostos, como o palato mole, a junção entre o palato duro e o mole, a mucosa jugal

profunda e os freios labial e lingual, sendo incomum que tais áreas sejam afetadas em traumas acidentais. Em contrapartida, as lesões decorrentes de acidentes costumam ocorrer em áreas de impacto direto, como lábios, dentes anteriores, queixo e bochechas, estando geralmente associadas a um evento traumático claro, como quedas ou colisões (SPILLER et al., 2023).

As manifestações do abuso sexual nem sempre se apresentam de forma evidente. Em muitos casos, os primeiros sinais são comportamentais, expressos por meio de isolamento social, agressividade, medo irracional, regressões no desenvolvimento e atitudes hipersexualizadas precoces. Assim, o olhar atento e sensível do cirurgião-dentista pode ser decisivo para identificar mudanças sutis no comportamento da criança durante o atendimento clínico. A associação entre aspectos físicos e comportamentais é essencial, uma vez que o abuso sexual infantil pode ocorrer de forma repetitiva e silenciosa, dificultando o reconhecimento dos sinais clínicos isoladamente (OLIVEIRA et al., 2024).

No contexto odontológico, as manifestações físicas mais comuns associadas ao abuso sexual incluem lacerações em lábios e mucosa jugal, equimoses e petéquias no palato mole, fraturas dentárias inexplicáveis, lesões em freios labiais ou linguais e traumatismos orais repetitivos em curto intervalo de tempo (SILVA et al., 2021). As equimoses localizadas no palato mole e na junção palatina, em especial, são fortemente sugestivas de prática sexual oral forçada, sobretudo em crianças muito pequenas, que não possuem autonomia motora para provocar esse tipo de lesão acidentalmente. Além disso, a presença de múltiplas lesões em diferentes fases de cicatrização pode indicar que o abuso ocorre de maneira contínua, sendo esse um dos critérios mais importantes na diferenciação com traumas acidentais, os quais geralmente se apresentam de forma isolada e em único episódio (LIMA et al., 2023).

Outro ponto relevante é a análise da coerência entre a história relatada e o padrão da lesão observada. Lesões acidentais normalmente possuem um relato coerente e detalhado, com a presença de testemunhas e circunstâncias plausíveis, enquanto lesões decorrentes de abuso costumam vir acompanhadas de explicações vagas, hesitantes ou contraditórias. Situações em que os responsáveis alegam causas improváveis para o tipo e localização da lesão, como afirmar que a criança “mordeu o lábio com força” para justificar uma laceração profunda do freio lingual, devem levantar suspeitas. Nesses casos, o cirurgião-dentista deve conduzir uma anamnese

minuciosa, buscando compreender o histórico do trauma, a frequência de episódios semelhantes e a coerência entre o relato dos responsáveis e o comportamento da criança (CARVALHO et al., 2023)

Além disso, a presença de doenças sexualmente transmissíveis em cavidade oral, como infecção por *Neisseria gonorrhoeae*, *Treponema pallidum* (sífilis), HPV e *Chlamydia trachomatis*, em pacientes pediátricos, sem outras formas de contaminação plausíveis, é um forte indicativo de abuso sexual infantil. Petéquias, eritemas e ulcerações no palato, especialmente quando associadas à dor, sangramento ou secreção, devem ser avaliadas com atenção. Em contrapartida, lesões traumáticas acidentais costumam apresentar bordas regulares, com cicatrização previsível e histórico claro de impacto, além de serem isoladas e localizadas em áreas de maior exposição (WEIBEL et al., 2024; SPILLER et al., 2023).

É importante destacar que nem todas as lesões orais têm origem traumática. Diversas condições patológicas podem se assemelhar a sinais de abuso, o que reforça a importância de um diagnóstico diferencial criterioso. Lesões decorrentes de estomatite aftosa, infecções virais (como herpes simples), candidíase, reações alérgicas, ou doenças autoimunes podem provocar ulcerações, fissuras e erosões semelhantes às observadas em casos de abuso. Da mesma forma, traumas autoinduzidos por hábitos orais, como mordedura de mucosa, também devem ser considerados. Por isso, é essencial que o profissional associe a análise clínica à anamnese detalhada e, sempre que necessário, recorra a exames complementares e interconsultas com pediatras, infectologistas ou psicólogos (DEROSSO et al., 2024; AMARAL JÚNIOR et al., 2024; NÓBREGA et al., 2023).

Outro aspecto importante é a análise temporal das lesões. A presença de ferimentos em diferentes estágios de cicatrização é um dos sinais mais consistentes de abuso recorrente. Lesões recentes geralmente apresentam sinais inflamatórios, como edema e sangramento; lesões intermediárias apresentam granulação e crostas; enquanto lesões antigas mostram cicatrizes e alterações pigmentares. Quando há coexistência de lesões em múltiplas fases, o profissional deve considerar a possibilidade de agressões repetidas ao longo do tempo. Já em casos de acidentes, a lesão tende a ser única e seguir um curso de cicatrização linear, coerente com a história relatada (DEROSSO et al., 2024; AMARAL JÚNIOR et al., 2024).

A legislação brasileira, conforme o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), determina que todo profissional de saúde tem o dever de comunicar às autoridades competentes qualquer suspeita ou confirmação de maus-tratos contra crianças e adolescentes. Dessa forma, cabe ao cirurgião-dentista realizar o registro clínico detalhado, documentando as lesões observadas, o relato da criança e dos responsáveis, e, diante de indícios consistentes, proceder à notificação ao Conselho Tutelar ou órgãos de proteção (SILVA et al., 2021).

Em síntese, a diferenciação entre lesões bucais sugestivas de abuso sexual infantil e aquelas de origem acidental ou patológica exige do cirurgião-dentista um olhar atento, fundamentado em conhecimento técnico, sensibilidade clínica e responsabilidade ética. O diagnóstico correto depende da integração entre observação física, análise comportamental, coerência do relato e compreensão das particularidades da infância. Reconhecer os sinais precoces e agir de forma adequada pode não apenas interromper o ciclo de violência, mas também garantir à criança o direito fundamental à proteção, à saúde e ao desenvolvimento integral (OLIVEIRA et al., 2024; FERREIRA et al., 2024).

2.4 O PAPEL DO CIRURGIÃO DENTISTA NA IDENTIFICAÇÃO DO ABUSO, A NOTIFICAÇÃO COMPULSÓRIA E A RESPONSABILIDADE LEGAL DO PROFISSIONAL

O cirurgião-dentista exerce papel decisivo na detecção de possíveis sinais de abuso sexual infantil, dada sua atuação direta sobre a cavidade oral — região frequentemente acometida em situações de violência. Conforme destacam Miranda et al. (2021), é imprescindível que o profissional esteja atento a manifestações clínicas e comportamentais, como medo, retraimento, recusa ao atendimento e respostas emocionais desproporcionais, que podem indicar maus-tratos. Em muitos casos, a observação do dentista representa a única oportunidade de identificar situações de abuso ainda não percebidas por familiares ou por outros profissionais da saúde. Assim, o olhar clínico sensível e qualificado do cirurgião-dentista pode constituir a linha tênue entre a continuidade e a interrupção de um ciclo de violência.

Entretanto, o reconhecimento dos sinais, por si só, não é suficiente. Silva e Santos (2022) ressaltam que, apesar da relevância de sua função, muitos cirurgiões-dentistas ainda se sentem inseguros para agir diante de suspeitas de abuso, devido à falta de

preparo técnico e jurídico adequado. Essa dificuldade é agravada pela carência de abordagens sobre o tema nos currículos de graduação e pela ausência de protocolos padronizados em alguns serviços odontológicos. Por isso, é fundamental investir em capacitação permanente que contemple aspectos clínicos, éticos, psicológicos e legais relacionados à violência infantil, de modo a fortalecer a atuação do profissional frente a essas ocorrências. Segundo Lacerda et al. (2024), o cirurgião-dentista deve aliar conhecimento técnico à postura ética e humanizada, garantindo um atendimento mais sensível e comprometido com a proteção e os direitos da criança e do adolescente.

O registro minucioso de lesões e comportamentos observados deve ser feito de maneira descritiva e objetiva, respeitando sempre a dignidade e o estado emocional da criança. Santos et al. (2024) enfatizam que uma abordagem humanizada, pautada na escuta atenta e na postura acolhedora, é determinante para estabelecer vínculo e facilitar a comunicação durante o atendimento. Essa atitude não apenas favorece a coleta de informações clínicas confiáveis, como também contribui para que a criança se sinta protegida e compreendida em um momento de vulnerabilidade. Assim, a atuação ética e sensível do cirurgião-dentista reforça sua importância ao enfrentamento à violência infantil. Conforme apontam Barbosa et al. (2024), o dentista é um agente essencial na detecção de indicadores orais e comportamentais, cuja atuação pode romper o silêncio e possibilitar o encaminhamento adequado da vítima aos órgãos de proteção.

A notificação compulsória é definida como a comunicação obrigatória, realizada por profissionais ou serviços de saúde, aos órgãos competentes de proteção da criança e do adolescente diante de suspeitas ou confirmações de abuso (LOIOLA et al., 2021). Trata-se de um procedimento formal que pode ser feito presencialmente, por escrito ou por meio eletrônico, de forma identificada ou anônima. Uma vez recebida, a notificação é encaminhada a instituições como o Conselho Tutelar, a Vara da Infância e Juventude ou as Delegacias Especializadas, que ficam responsáveis por investigar o caso e adotar as medidas cabíveis para interromper a violência. Conforme destaca Oliveira, Araújo e Almeida (2024), esse processo constitui um elo essencial entre o atendimento clínico e a rede de proteção social, pois garante que as informações cheguem de forma rápida e segura às autoridades competentes. Assim, a atuação do

cirurgião-dentista ultrapassa o campo técnico e se insere em um contexto ético e social de defesa dos direitos humanos e da dignidade da criança.

No caso do cirurgião dentista, é necessário preencher o documento com base em uma anamnese detalhada, descrevendo as características e a localização das lesões, anexando, quando possível, fotografias e exames radiográficos, e registrando as declarações da vítima e de seus responsáveis de forma separada (LOIOLA et al., 2021). De acordo com Carvalho et al. (2023), a precisão na descrição das lesões orofaciais é indispensável para subsidiar as investigações legais e evitar interpretações equivocadas. Além disso, Silva et al. (2021) ressaltam que a documentação fotográfica e o registro de aspectos comportamentais complementam o relatório clínico e fortalecem as evidências diante dos órgãos competentes. Dessa forma, a notificação compulsória não deve ser vista como um simples ato administrativo, mas como parte integrante da conduta clínica responsável e comprometida com a interrupção do ciclo de violência.

A identificação de indícios de abuso sexual infantil impõe ao cirurgião-dentista não apenas um desafio clínico, mas também uma responsabilidade ética, social e legal. De acordo com o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), em seu artigo 13, é obrigatória a comunicação ao Conselho Tutelar dos casos de suspeita ou confirmação de maus-tratos contra crianças ou adolescentes (BRASIL, 1990). Essa obrigatoriedade transforma a notificação em um dever profissional, cuja omissão pode acarretar implicações éticas e jurídicas, além de comprometer a segurança da vítima. O Código de Ética Odontológica reforça o compromisso com o bem-estar do paciente, mas Miranda et al. (2021) apontam lacunas na formação do profissional e receios quanto à notificação. Em muitos contextos, o medo de cometer injustiças, a falta de conhecimento ou o receio de exposição dificultam a tomada de decisão diante da suspeita. Contudo, a função do profissional de saúde não é julgar, mas agir preventivamente e comunicar às autoridades competentes os fatos que levantem dúvidas razoáveis de abuso.

Em síntese, a notificação compulsória constitui um dever ético e legal inquestionável do cirurgião-dentista. Mais do que um ato burocrático, ela representa uma expressão concreta de responsabilidade social e de compromisso com a proteção integral da criança. Santos et al. (2024) reforçam que “a notificação, além de obrigatória, é um instrumento de acolhimento e salvaguarda, fundamental para a interrupção da

violência e a garantia de direitos da criança ou adolescente em situação de vulnerabilidade”. Assim, o cirurgião-dentista, ao reconhecer sua função protetiva e agir conforme as normas vigentes, contribui de forma decisiva para a interrupção do ciclo de abuso, a responsabilização dos agressores e a preservação da dignidade humana das vítimas.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de Estudo

Trata-se de uma pesquisa de natureza básica, com abordagem qualitativa e delineamento descritivo, caracterizada como uma revisão narrativa da literatura. Seu objetivo é analisar e sintetizar os conhecimentos disponíveis acerca da atuação do cirurgião-dentista frente aos sinais bucais indicativos de abuso sexual infantil, a partir de uma análise fundamentada na literatura científica recente.

Busca-se, ainda, aprofundar a compreensão sobre os sinais clínicos e comportamentais relacionados ao abuso, especialmente às manifestações orais, discutindo o papel do cirurgião-dentista na identificação precoce, na notificação compulsória e no encaminhamento dos casos suspeitos. Assim, a pesquisa não apenas contempla evidências científicas, mas também reforça a importância da atuação ética e social do profissional como agente de proteção integral à criança e ao adolescente.

3.2 Estratégia de Busca

Para o desenvolvimento do estudo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em bases de dados e periódicos científicos de acesso aberto. As estratégias de busca foram conduzidas com o auxílio da terminologia estruturada disponibilizada pela plataforma DeCS – Descritores em Ciências da Saúde –, permitindo uma seleção criteriosa e direcionada dos termos mais apropriados à temática. A partir disso, foram utilizados os descritores: “abuso sexual infantil”, “manifestações orais”, “defesa da criança e do adolescente” em português e inglês.

As buscas foram realizadas nas seguintes bases de dados periódicos: PubMed, LILACS, SciELO, Portal de Periódicos da CAPES, Atlas De Patologia Oral (Neville, 2021), os quais foram selecionados 20 artigos por reunirem publicações que abordam,

de forma específica, a interface entre a odontologia e os casos de violência sexual contra crianças.

3.3 Critérios

Critérios de inclusão:

- Artigos disponíveis na íntegra, publicados entre 2020 à 2025, nos idiomas português e inglês;
- Estudos que abordaram a identificação de sinais clínicos e/ou comportamentais de abuso infantil na prática odontológica;
- Trabalhos que apresentem a diferenciação entre lesões traumáticas acidentais e lesões decorrentes de abuso sexual em crianças e adolescentes;
- Produções que discutam a atuação do cirurgião-dentista na notificação, encaminhamento e abordagem ética diante de casos suspeitos;
- Estudos que especificam a faixa etária dos participantes.

Critérios de exclusão:

- Estudos que não abordam diretamente a atuação odontológica frente ao abuso infantil;
- Artigos duplicados ou com acesso restrito;
- Estudos que não especificam a faixa etária dos participantes;
- Artigos em línguas, que não sejam inglês e português;
- Trabalhos que tratem de violência infantil desvinculada de manifestações bucais.

Essa abordagem metodológica permite construir uma visão ampla e fundamentada sobre o tema, contribuindo para a reflexão crítica e a conscientização dos profissionais da odontologia quanto à sua responsabilidade na identificação, notificação e encaminhamento de possíveis casos de abuso sexual infantil. Ao reunir e analisar produções científicas recentes, o estudo oferece subsídios teóricos que reforçam a importância do olhar atento do cirurgião-dentista diante de lesões bucais suspeitas, valorizando sua atuação como agente de saúde e de proteção social. Além disso, busca evidenciar o papel essencial desse profissional no reconhecimento precoce dos

sinais clínicos compatíveis com abuso, bem como na adoção de medidas éticas e legais, como a notificação compulsória, contribuindo para a proteção integral da criança e para o rompimento do ciclo de violência que ainda persiste na sociedade contemporânea.

4. DISCUSSÃO

O estudo destaca a importância do cirurgião-dentista como agente essencial na identificação e notificação de casos de abuso sexual infantil, reforçando a necessidade de preparo técnico, sensibilidade ética e responsabilidade social diante de uma problemática de grande complexidade. Observa-se que, embora a odontologia ocupe posição privilegiada para detectar sinais clínicos e comportamentais de violência, muitos profissionais ainda apresentam lacunas de conhecimento e insegurança quanto às condutas a serem adotadas como colocado por Lacerda et al. (2024) e Silva et al. (2022).

Barbosa et al. (2024) destaca que o diagnóstico de abuso infantil no contexto odontológico requer atenção minuciosa às manifestações orais e aos comportamentos apresentados pelo paciente. O cirurgião-dentista, por manter contato direto com a cavidade bucal, pode ser o primeiro a observar lesões sugestivas de violência. Contudo, a detecção de sinais físicos deve ser acompanhada de sensibilidade emocional, já que o medo, a vergonha e o silêncio das vítimas frequentemente impedem a verbalização do abuso (MIRANDA et al., 2021; ROSA et al., 2022).

Lacerda et al. (2024) e Oliveira et al. (2024) concordam que a atuação do cirurgião-dentista transcende o campo clínico, assumindo um papel ético e social indispensável. Diante de indícios de maus-tratos, o profissional deve compreender que sua função não se limita ao diagnóstico, mas inclui o dever de notificar e encaminhar o caso aos órgãos competentes, conforme previsto pelo Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA). A omissão nesse processo representa não apenas infração ética, mas também violação do dever de proteção à infância (SANTOS et al., 2024; SILVA et al., 2021).

Segundo Salazar, Sá e Veloso (2021), tanto profissionais quanto estudantes reconhecem a relevância de seu papel na detecção do abuso, mas relatam falta de preparo técnico e emocional para agir adequadamente. Essa realidade reforça a carência de capacitação específica durante a formação acadêmica, apontada por

diversos autores como fator determinante para a hesitação profissional como dito por LACERDA et al., 2024 em concordância com SILVA et al., 2022; SANTOS et al., 2024).

Rosa et al. (2022) afirmam que comportamentos como retraimento, resistência ao exame e olhares evasivos devem ser considerados indícios de sofrimento, exigindo sensibilidade e empatia do cirurgião-dentista. Miranda et al. (2021) complementam que o profissional deve adotar postura observacional e protetiva, documentando as lesões de forma detalhada e objetiva, sem emitir julgamentos, e encaminhando o caso aos órgãos responsáveis pela investigação.

Outro aspecto relevante discutido diz respeito à dificuldade de diferenciar lesões de origem acidental daquelas decorrentes de abuso sexual. De acordo com Carvalho et al. (2023) e Neville (2021), lesões localizadas em áreas de difícil acesso, como o palato mole e o frênulo labial, devem despertar suspeita, especialmente quando o relato do responsável não é compatível com o padrão da lesão. Além disso, a presença de infecções sexualmente transmissíveis na cavidade oral, como HPV e herpes simples tipo 2, é considerada um indicador importante de violência, exigindo encaminhamento interdisciplinar (LIMA et al., 2023; WEIBEL et al., 2024).

Sob a ótica ética, Lacerda et al. (2024) e Silva et al. (2022) reforçam que a conduta do cirurgião-dentista deve ser guiada pelo respeito à dignidade e à integridade emocional da criança. A anamnese deve ser conduzida com cuidado, e o registro clínico precisa ser detalhado, técnico e desprovido de interpretações subjetivas. Barbosa et al. (2024) e Wolf et al. (2021) destacam que a documentação adequada das lesões, associada à notificação formal, é um instrumento essencial para subsidiar investigações e assegurar proteção legal à vítima.

Oliveira et al. (2024) e Wolf et al. (2021) também apontam que a falta de preparo emocional e psicológico do profissional pode resultar em omissões involuntárias, uma vez que lidar com casos de abuso sexual infantil exige equilíbrio e sensibilidade. Por essa razão, é fundamental que a formação acadêmica inclua conteúdos voltados à odontologia legal, à ética e à abordagem de situações de violência, promovendo o desenvolvimento de profissionais conscientes e humanizados.

Além da formação inicial, a capacitação continuada é indispensável para a atuação segura e eficiente do cirurgião-dentista. Pesquisas recentes sugerem a necessidade de criação de protocolos clínicos específicos para o atendimento odontológico de

crianças em situação de risco, com orientações sobre registro, notificação e encaminhamento (SILVA et al., 2021; LACERDA et al., 2024). Essas medidas contribuem para reduzir a subnotificação, que ainda representa um obstáculo significativo na prevenção e enfrentamento da violência infantil.

Barbosa et al. (2024) e Santos et al. (2024) concordam que o comprometimento do cirurgião-dentista com a notificação compulsória é determinante para a interrupção do ciclo de violência. Sua atuação vai além da prática clínica, assumindo caráter social e protetivo. O reconhecimento dessa função amplia o alcance da odontologia como ciência voltada não apenas à saúde bucal, mas também à preservação da vida e à defesa dos direitos humanos.

Nessa perspectiva, Milleri et al. (2024) enfatizam que o cirurgião-dentista exerce papel essencial na identificação e notificação de casos de violência sexual infantil, sendo indispensável sua atuação ética, técnica e social diante dessa problemática complexa. O estudo reforça a importância de preparo profissional contínuo, sensibilidade emocional e compromisso com a proteção da criança como pilares fundamentais da prática odontológica.

Assim, a discussão entre os autores demonstra que a atuação do cirurgião-dentista na identificação e notificação de casos de abuso sexual infantil constitui uma prática que integra ciência, ética e responsabilidade social. O compromisso com a detecção precoce, o registro detalhado e a comunicação adequada dos casos refletem o papel essencial da odontologia na proteção integral da criança, contribuindo para o rompimento do ciclo de violência e a promoção de uma sociedade mais justa e segura (LACERDA et al., 2024; OLIVEIRA et al., 2024; SANTOS et al., 2024).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cirurgião-dentista possui papel indispensável na identificação de situações de abuso sexual infantil, especialmente por atuar diretamente na cavidade bucal, uma das regiões mais acometidas nesse tipo de violência. A observação criteriosa de lesões orais e de comportamentos incomuns pode ser determinante para o reconhecimento precoce de uma agressão e para o encaminhamento adequado da vítima à rede de proteção. Constatou-se que, apesar da relevância dessa função, ainda persistem lacunas importantes na formação acadêmica e na capacitação profissional voltadas à temática.

Muitos cirurgiões-dentistas sentem-se inseguros diante de casos suspeitos, seja por desconhecimento dos aspectos legais, seja pela falta de preparo emocional, o que reforça a necessidade de ampliar o ensino sobre violência infantil, ética e notificação compulsória nos cursos de odontologia, fortalecendo o compromisso social e humano da profissão. A atuação do dentista ultrapassa o cuidado técnico, envolvendo empatia, sensibilidade, acolhimento e responsabilidade ética diante de um público extremamente vulnerável.

Ao reconhecer sinais suspeitos e agir conforme determina a legislação vigente, o profissional contribui para interromper o ciclo de violência, promover a proteção integral da criança e reafirmar o papel social e preventivo da odontologia. Conclui-se, portanto, que a atuação do cirurgião-dentista deve unir conhecimento científico, sensibilidade humana e compromisso ético. O fortalecimento da formação profissional e o incentivo a novas pesquisas sobre o tema são passos indispensáveis para uma prática mais consciente, protetiva e transformadora, capaz de resguardar a dignidade, a segurança e os direitos das crianças e adolescentes.

6. REFERÊNCIAS

BARBOSA, S. N. *et al.* *Diagnosis of child abuse in dental care: an analysis of oral manifestations and indicators of mistreatment.* *Research, Society and Development*, [S.l.], v. 13, n. 9, p. e30913943846, set. 2024. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/43846/35240>.

CARVALHO, R. C. *et al.* *Diagnóstico de abuso infantil no atendimento odontológico: uma análise das manifestações orais e indicadores de maus-tratos.* *Research, Society and Development*, [S.l.], v. 12, n. 10, p. e411121026105, 2023. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/43846/35240/461537>.

CONSELHO FEDERAL DE ODONTOLOGIA (CFO). *Código de Ética Odontológica: Resolução CFO nº 118, de 11 de maio de 2012.* Atualizado em 2021. Brasília, DF: CFO, 2021. Disponível em: <https://www.normaslegais.com.br/legislacao/resolucao-cfo-1182012.htm>.

DEROSSO, K.; AMARAL JÚNIOR, O. L. *Papel do cirurgião-dentista frente aos casos de abuso sexual infantil: uma revisão da literatura*. *Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre*, Porto Alegre, v. 65, e133694, jan. 2024. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/index.php/RevistadaFaculdadeOdontologia/article/view/133694/>.

FERREIRA, J. M.; SOUSA, D. L. *Capacitação dos profissionais da saúde para o enfrentamento da violência contra crianças e adolescentes*. *Revista Saúde em Debate*, Rio de Janeiro, v. 45, n. 128, p. 12–20, 2021. Disponível em: <https://revista.saudeemdebate.org.br/sed/issue/view/44>.

LACERDA, G. P. *et al.* *O papel do cirurgião-dentista na identificação e conduta ética perante o abuso infantil*. *Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco Maxilo Facial*, Camaragibe, v. 24, n. 2, p. 23–33, abr./jun. 2024. Disponível em: <https://www.revistacirurgiabmf.com/2024/02/Artigos/05ArtClinicoseOriginaisO>

[%20papeldoCirurgiodentista.pdf](#).

LIMA, L. A. F. C.; ANJOS, R. S.; MENDES, C. L. *Manifestações orofaciais decorrentes da violência física e sexual de crianças e adolescentes: uma revisão integrativa*. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 10, e65121043417, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i10.43417>.

MENEZES, D. S. *Análise da evolução histórica da criança e do adolescente como sujeitos de direitos que demandam proteção*. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, Ano 8, Ed. 04, v. 4, p. 26–38, abr.

2023.

ISSN

2448-0959.

Disponível

em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ciencias->

[sociais/evolucao-historica-da-crianca](#). DOI:

<10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/ciencias-sociais/evolucao-historica-da-crianca>.

MILLERI, D. P.; XAVIER, G. S.; SILVA JÚNIOR, M. C.; OLIVEIRA, P. B. A. *Violência sexual infantil: o papel do cirurgião-dentista*. Vitória: Universidade Federal

do Espírito Santo; Faculdade Multivix – ES, [s.d.]. Disponível em:
<https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/2492>

MIRANDA, F. S. *et al.* *Abuso sexual infantil: o papel do cirurgião-dentista.* ResearchGate, 2021. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/FlavioSalomaoMiranda/publication/354604095_ABUSO_SEXUAL_INFANTIL_O_PAPEL_DO_CIRURGIAO_DENTISTA_CHILD_SEXUAL_ABUSE_THE_ROLE_OF_THE_DENTAL_SURGEON/links/614204b8e25fc1353afbb998/ABUSO-SEXUAL-INFANTIL-OPAPEL-DO-CIRURGIAO-DENTISTA-CHILD-SEXUAL-ABUSE-THE-ROLE-OF-THE_DENTAL-SURGEON.pdf.

NEVILLE, B. W. *Atlas de patologia oral e maxilofacial.* Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 2021. E-book. ISBN 9788595157835. Disponível em:
<https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595157835/>.

NÓBREGA, M. A. *et al.* *Oral findings associated with child abuse: a forensic perspective.* *Journal of Forensic Sciences*, [S.l.], 2023. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37226580/>.

OLIVEIRA, M. A.; ARAÚJO, I. N. C. F.; ALMEIDA, K. V. *O papel do cirurgião-dentista em casos de abuso sexual e negligência infantil.* *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 7, n. 9, p. 1–20, nov./dez. 2024.
DOI:

<10.34119/bjhrv7n9-055>.

Disponível

em:

<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/133694>.

ROSA, G. L. *et al.* *Notification and identification of sexual abuse of a vulnerable person through orofacial changes and behavioral aspects in the dental environment.* *Research, Society and Development*, [S.l.], v. 11, n. 3, p. e36611322370, mar. 2022. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22370>.

SALAZAR, T. S.; SÁ, M. M.; VELOSO, K. M. M. *Percepção de profissionais e estudantes de Odontologia sobre abuso infantil: uma revisão integrativa*. *Revista Brasileira de Odontologia Legal*, v. 8, n. 2, p. 51–60, 2021. Disponível em: <https://portalabol.com.br/rbol/index.php/RBOL/article/view/364>.

SANTOS, A. S. *et al.* *Manifestações orais e faciais do abuso sexual de crianças e adolescentes*. *Acervo Saúde*, [S.l.], v. 16, n. 5, p. 1–10, maio 2024. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/12476/7316>.

SILVA, J. C. R.; SANTOS, B. L. *Manejo odontológico diante do abuso sexual infantil*. *Estácio Científica*, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 88–96, jan. 2022. Disponível em: <https://estacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/estacaocientifica/article/view/2452/2016>.

SILVA, R. V. M. *et al.* *O papel do cirurgião-dentista na identificação de maus-tratos infantis*. *Cadernos de Odontologia Legal*, Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 14–22, 2021. Disponível em: <https://bjih.s.emnuvens.com.br/bjih.s/article/view/4101>.

SPILLER, L. R. *Orofacial manifestations of child maltreatment: a review*. *European Journal of Dental Education*, [S.l.], v. 27, n. 1, p. 34–41, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/edt.12852>.

WEIBEL, D. R. *et al.* *Human bite marks and forensic odontology: a literature review*. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, [S.l.], v. 96, 102627, 2024. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38330062/>.

WOLF, E. *et al.* *Condições desafiadoras de abuso sexual infantil para a saúde bucal de adultos: um estudo qualitativo*. *JDR Clinical & Translational Research*, v. 8, n. 1, 2021. DOI: <10.1177/23800844211053775>. PMID: 34704485; PMCID: PMC9772891. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9772891/>.

PERSPECTIVAS DO USO DO COGUMELO REISHI NA SAÚDE MENTAL

Ana Beatriz dos Santos Silva¹
Andrei Silva Azevedo¹
Lizandra dos Santos Ferrari¹
Mayara Fumiere Lemos²

¹Acadêmico do curso de Farmácia

² Orientadora – Docente Multivix – Vila Velha

RESUMO

O cogumelo Reishi, fungo amplamente utilizado na medicina tradicional oriental, tem despertado crescente interesse científico devido ao seu potencial como fonte de metabólitos secundários com atividade neurofarmacológica. O presente estudo teve como objetivo revisar as evidências científicas acerca das propriedades antidepressivas e ansiolíticas desse fungo, destacando seus principais mecanismos de ação e potenciais aplicações farmacêuticas. A metodologia baseou-se em uma revisão narrativa da literatura, com levantamento bibliográfico realizado nas bases científicas PubMed, SciELO, ScienceDirect, Scopus, Cochrane Library e Google Scholar, publicados entre 2013 e 2024. Os estudos analisados demonstraram que extratos e compostos isolados do fungo apresentam atividade antidepressiva e ansiolítica em modelos animais, relacionada à modulação dos sistemas monoaminérgico e GABAérgico, à redução de citocinas pró-inflamatórias e ao aumento da expressão do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF). Apesar dos resultados promissores, observa-se escassez de ensaios clínicos conduzidos em humanos, bem como heterogeneidade nas doses, vias de administração e tipos de extrato utilizados, o que limita a extrapolação dos achados. Conclui-se que o *Ganoderma lucidum* representa uma alternativa promissora para o desenvolvimento de fitoterápicos com ação sobre transtornos de ansiedade e depressão, ressaltando-se a necessidade de padronização dos extratos, identificação dos compostos bioativos e realização de estudos clínicos controlados que validem sua eficácia e segurança em humanos.

Palavras-chave: *Ganoderma lucidum*; fitoterápicos; ansiedade; depressão; neuroproteção.

1. INTRODUÇÃO

O impacto dos transtornos mentais na sociedade contemporânea é crescente e multifacetado, sendo reconhecido como uma das principais causas de limitação funcional em escala mundial. Entre os mais recorrentes estão a ansiedade e a depressão, condições que comprometem de forma significativa o bem-estar, a vida social e a capacidade produtiva das pessoas (Neri; Teston; Araújo, 2020). Estimativas epidemiológicas recentes indicam que os transtornos de ansiedade afetam aproximadamente 4,05% da população mundial, enquanto os transtornos depressivos apresentam prevalência em torno de 5%, evidenciando a magnitude desses agravos para a saúde pública global (Javaid *et al.*, 2023; Facts Institute, 2025).

Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) (2025) evidenciam que mais de 1 bilhão de pessoas vivem com transtornos mentais, com condições como ansiedade e depressão causando imensos prejuízos humanos e econômicos (OMS, 2025). Segundo a Organização Pan Americana de Saúde, o impacto econômico dos transtornos mentais é impressionante, no qual estima-se que a depressão e a ansiedade juntas, custam à economia global cerca de US\$ 1 trilhão por ano (PAHO, 2025).

Diante do crescente acometimento dos transtornos mentais e da complexidade clínica e da limitação terapêutica associada ao uso prolongado de fármacos psicotrópicos, que frequentemente causam efeitos adversos e problemas relacionados à adesão, torna-se relevante buscar alternativas terapêuticas seguras e eficazes (Barbosa; Asforga; Moura, 2020). Nesse sentido, a medicina integrativa tem promovido o uso de substâncias naturais com potencial efeito modulador do sistema nervoso central, despertando interesse tanto em pesquisadores quanto em profissionais da saúde (Santos, 2023).

O cogumelo *Ganoderma lucidum*, conhecido como Reishi, é um fungo amplamente utilizado na medicina tradicional chinesa há mais de dois mil anos. Considerado um adaptógeno natural, esse fungo é valorizado por suas propriedades imunomoduladoras, antioxidantes, anti-inflamatórias e neuroprotetoras (Kan *et al.*, 2015; Santos, 2023; Wu *et al.*, 2024; Zhong *et al.*, 2024). Seu potencial no apoio à saúde mental tem sido apontado, especialmente no alívio de sintomas relacionados à ansiedade, ao estresse e à depressão, cujos efeitos, acredita-se estar associados à presença de compostos bioativos, como triterpenos, polissacarídeos e esteróis, que

atuam em diferentes vias neuroquímicas envolvidas na regulação do humor (Zhong *et al.*, 2024). Entretanto, ainda existem lacunas na literatura quanto à eficácia clínica, à segurança do uso contínuo e à padronização das doses e formas de administração do Reishi em humanos (Ahmad *et al.*, 2021).

Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo reunir e analisar criticamente as evidências científicas sobre o uso do cogumelo Reishi na saúde mental, com foco na redução de sintomas de ansiedade e depressão, a fim de considerar a sua viabilidade como estratégia complementar aos tratamentos convencionais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FISIOPATOLOGIA DA ANSIEDADE E DA DEPRESSÃO

2.1.1 Ansiedade

A ansiedade caracteriza-se como uma reação emocional complexa, relacionada a situações de apreensão, medo e angústia, geralmente desencadeadas pela antecipação de uma ameaça, seja ela concreta ou apenas percebida. Quando se manifesta de forma ocasional e proporcional à situação, pode ser considerada uma resposta adaptativa do organismo. No entanto, o aumento na frequência e intensidade dessa resposta pode evoluir para um transtorno de ansiedade, caracterizado por manifestações clínicas persistentes e incapacitantes (Lira *et al.*, 2021).

Do ponto de vista fisiopatológico, os transtornos de ansiedade envolvem a ativação exagerada do sistema nervoso simpático e do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA), o que leva à liberação de catecolaminas e cortisol, resultando em sintomas físicos como taquicardia, sudorese, tremores, tensão muscular e hipervigilância. Além disso, disfunções em sistemas neurotransmissores, especialmente a redução da atividade gabaérgica e a hiperatividade dos sistemas serotoninérgico e noradrenérgico, contribuem para o surgimento e a manutenção dos sintomas ansiosos (Neri; Teston; Araújo, 2020; Katzung, 2017)

Já no aspecto psicológico, essas alterações comprometem a capacidade de julgamento e o enfrentamento de situações cotidianas, fazendo com que os indivíduos superestimem perigos e subestimem suas próprias habilidades, intensificando a

angústia e perpetuando o quadro clínico. Dessa forma, as manifestações mais comuns incluem preocupações excessivas, medo constante, alterações do sono, dificuldade de concentração e sensações físicas desconfortáveis, mesmo na ausência de estímulos reais (Oliveira *et al.*, 2024; Lira *et al.*, 2021).

Esse transtorno pode ser classificado em diferentes subtipos, como o transtorno de ansiedade generalizada (TAG), fobia social, transtorno do pânico, agorafobia e transtorno obsessivo-compulsivo (TOC), cada um com critérios diagnósticos específicos descritos nos manuais DSM-5 e CID-11. O diagnóstico da ansiedade é, em grande parte, clínico, sendo fundamentado em entrevistas direcionadas e no uso de instrumentos padronizados de mensuração, como o Inventário de Ansiedade de Beck (BAI) e a Escala de Ansiedade de Hamilton (HAM-A) (Santana; Ferreira; Moraes, 2024).

Os tratamentos convencionais incluem intervenções farmacológicas, como inibidores seletivos da recaptção de serotonina (ISRS), benzodiazepínicos, antidepressivos tricíclicos e beta-bloqueadores, além de abordagens psicoterapêuticas, como a terapia cognitivo-comportamental (TCC), considerada padrão-ouro. No entanto, apesar da eficácia, os medicamentos psicotrópicos podem apresentar efeitos colaterais significativos, como sedação, dependência, disfunções sexuais e ganho de peso, além da resposta variável entre os pacientes, o que leva muitos indivíduos a abandonarem o tratamento ou a buscarem abordagens complementares que promovam o bem-estar com menos efeitos adversos (Barbosa; Asfora; Moura, 2020).

2.1.2 Depressão

Já a depressão é um transtorno mental caracterizado por alterações persistentes do humor, tendo como sintomas centrais a tristeza profunda e o desinteresse por atividades antes prazerosas. Classificada como um transtorno afetivo devido ao impacto direto sobre o estado emocional do indivíduo, a depressão frequentemente se apresenta acompanhada de sintomas como ansiedade, agitação, sentimento de inutilidade, desesperança, baixa autoestima, insegurança e pensamentos autodepreciativos (Dias *et al.*, 2023). Além disso, a somatização dos sintomas pode se manifestar por fadiga persistente, distúrbios do sono, alterações no apetite, redução da libido, dor crônica, distúrbios gastrointestinais e outras queixas

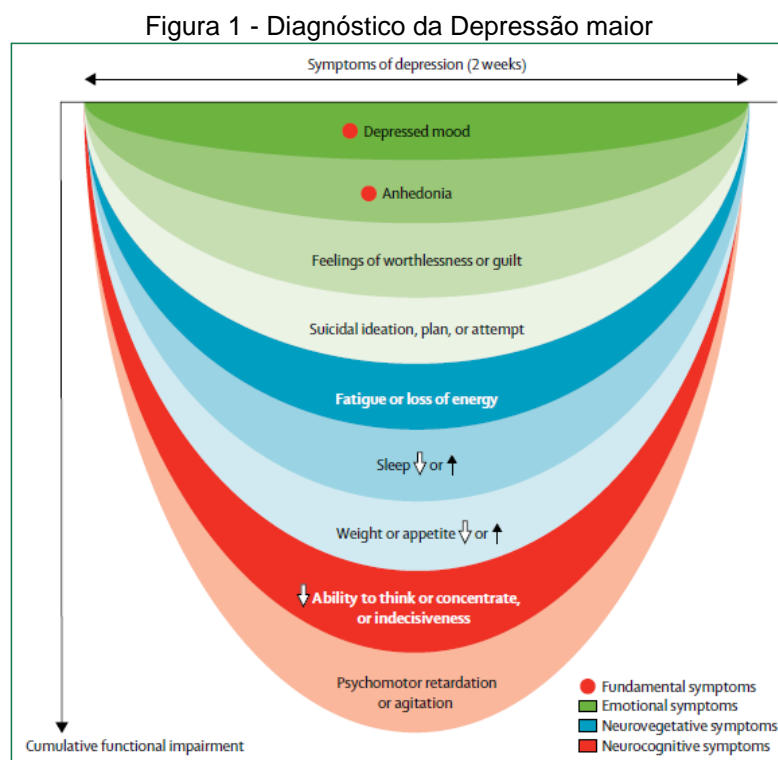
físicas inespecíficas, contribuindo para sofrimento significativo e comprometimento funcional, com reflexos na vida social, acadêmica, profissional e nos relacionamentos interpessoais (WHO, 2017).

Sua fisiopatologia envolve uma complexa interação entre fatores biológicos, psicológicos e sociais. No plano biológico, destaca-se a disfunção na neurotransmissão de monoaminas, como serotonina (5-HT), noradrenalina (NA) e dopamina (DA), especialmente nas regiões cerebrais associadas à regulação do humor, como o córtex pré-frontal, hipocampo e amígdala. Yirmiya (2024) mostra que a redução da disponibilidade desses neurotransmissores na fenda sináptica está associada ao desenvolvimento dos sintomas depressivos (Yirmiya, 2024). Além disso, há evidências de alterações neuroendócrinas, como a hiperatividade do eixo HPA e níveis elevados de cortisol, além de inflamação sistêmica crônica de baixo grau, sugerida pelo aumento de citocinas pró-inflamatórias, como IL-6 e TNF- α (Felger; Miller, 2020).

Galvão *et al.* (2021) demonstraram que uma combinação de biomarcadores permite diferenciar pacientes em primeiro episódio depressivo daqueles com depressão resistente ao tratamento (TRD). O painel mais eficaz incluiu a resposta do cortisol ao despertar (CAR), os níveis de cortisol sérico, o fator neurotrófico derivado do cérebro maduro (mBDNF) e o Inventário de Qualidade do Sono de Pittsburgh (PSQI), alcançando sensibilidade de 96% e especificidade de 93%. As variações nos níveis de cortisol refletem a disfunção do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, associada à hiperativação do estresse e ao agravamento dos sintomas depressivos, enquanto a redução do mBDNF indica prejuízo na neuroplasticidade e na sobrevivência neuronal, alterações centrais na fisiopatologia do Transtorno Depressivo Maior. Além disso, os escores elevados do PSQI sugerem que os distúrbios do sono não são apenas sintomas associados, mas contribuem ativamente para a progressão da depressão e para a pior resposta terapêutica (Galvão *et al.*, 2021).

O diagnóstico da depressão, segundo os critérios do DSM-5, exige que o paciente apresente pelo menos cinco sintomas durante um período mínimo de duas semanas, incluindo obrigatoriamente humor deprimido ou perda significativa de interesse e prazer nas atividades diárias, com impacto relevante no bem-estar emocional e no funcionamento social, ocupacional ou em outras áreas essenciais da vida (Oliveira *et al.*, 2024). A Figura 1 sintetiza os principais sintomas do Transtorno Depressivo Maior (TDM), organizados em dimensões emocionais, neurovegetativas e

neurocognitivas, destacando seu impacto cumulativo sobre o funcionamento do indivíduo.



O humor deprimido e a anedonia constituem sintomas nucleares, a partir dos quais se desdobram manifestações emocionais, como sentimentos de culpa e ideação suicida; neurovegetativas, como fadiga, alterações de sono e de peso ou apetite; e neurocognitivas, como dificuldades de concentração, indecisão e retardo ou agitação psicomotora. A intensidade e persistência desses sintomas por, no mínimo, duas semanas promovem comprometimento funcional progressivo, evidenciando a complexidade e heterogeneidade do quadro depressivo (Malhi; Mann, 2018).

Para o tratamento, recomenda-se uma abordagem multidisciplinar que combine psicoterapia e farmacoterapia. A terapia cognitivo-comportamental (TCC) é amplamente utilizada devido à sua eficácia na redução dos sintomas depressivos, enquanto os medicamentos prescritos incluem principalmente inibidores seletivos da recaptação de serotonina (ISRS), inibidores da recaptação de serotonina e noradrenalina (IRSN) e antidepressivos tricíclicos. Em situações mais graves ou resistentes ao tratamento convencional, pode-se recorrer ao uso de estabilizadores de humor e antipsicóticos atípicos, visando otimizar a resposta terapêutica (Barbosa; Asfoga; Moura, 2020). Apesar dos avanços, os tratamentos convencionais

apresentam limitações, como tempo prolongado para início dos efeitos terapêuticos, efeitos adversos indesejáveis (como ganho de peso, disfunções sexuais e sonolência), resistência ao tratamento em cerca de 30% dos casos e alta taxa de recaídas (Dias *et al.*, 2023).

2.2 O TRATAMENTO CONVENCIONAL DE ANSIEDADE E DEPRESSÃO E SUAS LIMITAÇÕES

2.2.1 A farmacoterapia como tratamento padrão

O tratamento dos transtornos de ansiedade e depressão é tradicionalmente pautado na farmacoterapia, considerada a primeira linha de manejo clínico. Os antidepressivos mais utilizados pertencem à classe dos inibidores seletivos da recaptação da serotonina (ISRS), como fluoxetina, sertralina e escitalopram. E também dos inibidores da recaptação de serotonina e noradrenalina (IRSN), como venlafaxina e duloxetina, os quais atuam modulando neurotransmissores envolvidos na regulação do humor e da resposta ao estresse, promovendo significativa redução dos sintomas em uma parcela dos pacientes (Cipriani *et al.*, 2018; Goodman; Gilman, 2018).

Além dos antidepressivos, os benzodiazepínicos, como diazepam e alprazolam, continuam sendo amplamente prescritos para quadros ansiosos de intensidade moderada a grave. Esses fármacos exercem efeito ansiolítico por meio da potencialização da atividade inibitória do ácido gama-aminobutírico (GABA) no sistema nervoso central, promovendo alívio rápido dos sintomas (Kaplan; Sadock, 2017). Contudo, o uso prolongado é desaconselhado devido ao risco de dependência e tolerância (Goodman; Gilman, 2018).

A psicoterapia, em especial a terapia cognitivo-comportamental (TCC), também é reconhecida como eficaz, principalmente quando associada ao tratamento farmacológico (Shamabadi; Akhondzadeh, 2021). Estudos como os de Célem *et al.* (2024), demonstram que a combinação de psicoterapia e antidepressivos tende a apresentar melhores resultados em comparação a cada abordagem isolada, favorecendo maior remissão dos sintomas e menor risco de recaídas. Entretanto, o acesso a terapias psicossociais ainda é restrito em muitos contextos, especialmente em países em desenvolvimento.

2.2.2 Limitações do tratamento convencional

Apesar dos avanços da farmacoterapia e psicoterapia, o tratamento convencional da ansiedade e da depressão apresenta múltiplas limitações clínicas, sociais e econômicas, onde um dos principais entraves refere-se aos efeitos adversos associados aos antidepressivos (Goodman; Gilman, 2018). Os ISRS estão frequentemente relacionados a náuseas, insônia, agitação e disfunção sexual, enquanto os IRSN podem causar hipertensão arterial, sudorese excessiva e cefaleia (Goodman; Gilman, 2018). Já os antidepressivos tricíclicos, embora eficazes, apresentam risco elevado de arritmias e ganho ponderal, o que restringe sua indicação clínica (Pigott *et al.*, 2023).

Outro desafio relevante é a baixa adesão ao tratamento. Estima-se que de 30 a 60% dos pacientes interrompem precocemente o uso de antidepressivos, seja por efeitos colaterais, pela demora no início da resposta terapêutica ou pelo estigma associado ao tratamento psiquiátrico (Borba; Lima, 2025). Esse abandono precoce compromete a eficácia terapêutica e aumenta a probabilidade de recaídas. Além disso, a resposta clínica aos antidepressivos costuma ocorrer somente após quatro a seis semanas de uso, o que representa um entrave para pacientes em sofrimento agudo (Cipriani *et al.*, 2018).

Nos casos de ansiedade, o uso prolongado de benzodiazepínicos traz riscos adicionais. Estudos como os de Edinoff *et al.* (2021), apontam que o consumo crônico pode levar à tolerância, dependência física e síndrome de abstinência, além de maior risco de quedas e déficits cognitivos em idosos, o que demonstra uma urgência a busca por alternativas terapêuticas seguras, que possam ser utilizadas a longo prazo sem prejuízos funcionais. Outro ponto de atenção se encontra na resistência ao tratamento. Aproximadamente 30% dos pacientes diagnosticados com depressão não respondem de forma satisfatória às terapias farmacológicas convencionais, configurando o quadro conhecido como depressão resistente ao tratamento, fazendo-se necessárias estratégias mais complexas, como a combinação de fármacos ou o uso de terapias de segunda linha, aumentando custos e riscos associados (Pigott *et al.*, 2023).

Os tratamentos convencionais representam um marco importante no manejo da saúde mental; contudo, ainda não são suficientes para atender plenamente às

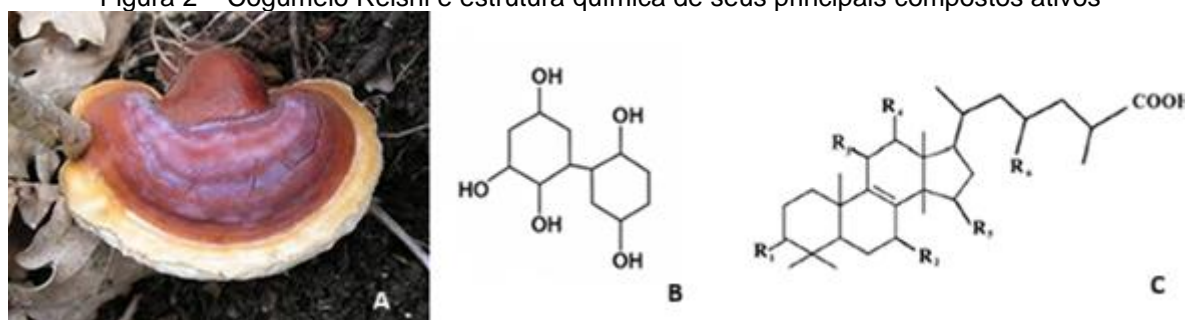
complexas demandas dos pacientes. Entre as principais limitações, destacam-se a ocorrência de efeitos adversos, a baixa adesão ao tratamento, o risco de dependência e a demora na obtenção de resposta terapêutica (Cipriani et al., 2018). Nesse contexto, a resistência ao tratamento evidencia a necessidade de estratégias complementares e integrativas, capazes de ampliar a eficácia terapêutica, reduzir os efeitos indesejáveis e promover uma abordagem mais abrangente e individualizada no cuidado em saúde mental (Barbosa; Asfora; Moura, 2020).

2.3 COGUMELO REISHI

2.3.1 O cogumelo Reishi e suas características

O *Ganoderma lucidum*, Figura 2A popularmente conhecido como cogumelo Reishi ou Lingzhi, é um fungo basidiomiceto pertencente à família *Ganodermataceae*, amplamente utilizado na medicina tradicional chinesa, japonesa e coreana há mais de dois mil anos, nos quais acredita-se que suas propriedades medicinais estejam relacionadas à promoção da longevidade, fortalecimento do sistema imunológico e prevenção de doenças crônicas (Santos, 2023). Devido ao seu potencial terapêutico, o Reishi vem sendo objeto de inúmeras pesquisas científicas, principalmente no campo da farmacologia e da biotecnologia, com o objetivo de elucidar seus mecanismos de ação e validar suas indicações tradicionais (Wu et al., 2024).

Figura 2 – Cogumelo Reishi e estrutura química de seus principais compostos ativos



Fonte: Bishop et al. (2015); Vogue (2020) – adaptado

Legenda: A – Micélio do *Ganoderma Lucidum*; B – Estrutura química dos β -glucanos; C – Estrutura química dos Ácidos ganodéricos.

Do ponto de vista morfológico, o corpo de frutificação desse fungo apresenta coloração avermelhada e aspecto brilhante, com forma de leque e consistência lenhosa, o que inviabiliza seu consumo direto na forma *in natura*. Por essa razão, seu

uso terapêutico se dá, geralmente, por meio de extratos, cápsulas, chás ou formulações em pó, cujas concentrações de compostos bioativos podem variar conforme o método de cultivo, extração e padronização (Santos, 2023).

Sua composição química é complexa e rica em substâncias bioativas, sendo os principais compostos os polissacarídeos, triterpenos, esteroides, ácidos graxos, aminoácidos, alcaloides, proteínas, vitaminas e minerais. Os polissacarídeos, especialmente os β -glucanos, Figura 2B, são conhecidos por suas propriedades imunomoduladoras, antioxidantes e anti-inflamatórias, sendo capazes de estimular a atividade de macrófagos, linfócitos T, células NK e citocinas. Já os triterpenos, como os ácidos ganodéricos, Figura 2C, apresentam efeitos hepatoprotetores, hipolipemiantes, anti-hipertensivos e neuroprotetores (Zhong *et al.*, 2024).

No contexto das doenças crônicas e neuropsiquiátricas, o Reishi tem sido investigado por sua ação moduladora no estresse oxidativo, inflamação e no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), fatores centrais em diversas patologias, incluindo transtornos mentais (Zhong *et al.*, 2024). Kan *et al.* (2015) demonstraram que os extratos do cogumelo possuem capacidade de reduzir significativamente a peroxidação lipídica e aumentar os níveis de enzimas antioxidantes, como a superóxido dismutase (SOD) e a catalase, o que permite proteger o tecido nervoso dos danos induzidos por espécies reativas de oxigênio (ROS), que são comuns em processos de estresse crônico e neuroinflamação (Kan *et al.*, 2015).

Os compostos presentes nesse fungo também podem influenciar positivamente a regulação do eixo HPA, reduzir a liberação excessiva de cortisol e melhorar a resposta adaptativa do organismo, o que o distingue de abordagens farmacológicas tradicionais, frequentemente associadas a efeitos adversos relevantes (Kan *et al.*, 2015). Além disso, diferentemente dos tratamentos convencionais que frequentemente atuam de forma sintomática e requerem administração contínua, o Reishi apresenta um perfil terapêutico promissor baseado na modulação de múltiplos sistemas fisiológicos (Zhong *et al.*, 2024).

A farmacocinética dos compostos do *Ganoderma lucidum* ainda está em fase de investigação, mas estudos preliminares indicam boa biodisponibilidade oral dos polissacarídeos e triterpenos, embora com variações dependendo da forma farmacêutica utilizada (Thuy *et al.*, 2023). Ensaios clínicos iniciais sugerem que o cogumelo pode ser seguro quando utilizado em doses terapêuticas por períodos limitados, mas o uso prolongado ou em altas concentrações pode ocasionar efeitos

adversos leves, como náuseas, desconforto gastrointestinal, boca seca e tontura. Há também relatos de potenciais interações com anticoagulantes e imunossupressores, o que reforça a importância da supervisão profissional durante seu uso (Zhong *et al.*, 2024).

Além de seu uso tradicional e recente em saúde humana, o Reishi também tem despertado interesse no campo da biotecnologia, sendo cultivado em larga escala por métodos como cultivo em substrato sólido, cultura de tecidos e fermentação submersa, as quais permitem não apenas a produção sustentável do fungo, mas também o isolamento e a padronização de compostos específicos para fins farmacêuticos e nutracêuticos (Thuy *et al.*, 2023).

2.3.2 As Práticas Integrativas Complementares e o papel do farmacêutico

A ampliação do conceito de saúde nas últimas décadas tem impulsionado a incorporação de abordagens terapêuticas que consideram o indivíduo de forma integral, contemplando dimensões biológicas, psicológicas, sociais e culturais no processo saúde-doença. Nesse contexto, as Práticas Integrativas e Complementares em Saúde (PICS) emergem como estratégias importantes para a promoção do cuidado integral, propondo uma abordagem terapêutica que busca equilibrar intervenções biomédicas com práticas baseadas em recursos naturais e conhecimentos tradicionais. Entre essas práticas, o uso de plantas medicinais e medicamentos fitoterápicos destaca-se pela ampla tradição histórica e pela crescente validação científica de seus efeitos terapêuticos, consolidando-se como uma interface entre saberes tradicionais e investigação científica contemporânea (OMS, 2019).

No Brasil, a institucionalização dessas práticas ocorreu por meio da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC), implementada no Sistema Único de Saúde (SUS) com o objetivo de ampliar as opções terapêuticas disponíveis à população e fortalecer abordagens voltadas à promoção da saúde e à prevenção de doenças. A inclusão da fitoterapia nessa política reflete o reconhecimento do potencial terapêutico dos produtos naturais e da importância da biodiversidade brasileira como fonte de compostos bioativos com aplicações farmacológicas relevantes. Além disso, essa política busca integrar conhecimentos populares ao sistema formal de saúde, promovendo o uso racional e seguro dessas práticas com base em evidências científicas (Brasil, 2020).

A fundamentação científica da fitoterapia está diretamente relacionada ao campo da fitoquímica, área responsável pelo estudo da composição química das plantas e pela identificação de metabólitos secundários biologicamente ativos. Diferentemente dos metabólitos primários, responsáveis por processos vitais da planta, os metabólitos secundários desempenham funções adaptativas, como defesa contra patógenos, proteção contra radiação ultravioleta e interação ecológica com o ambiente (Melo *et al.*, 2019). Entre os principais grupos de compostos fitoquímicos encontram-se alcaloides, flavonoides, terpenoides, saponinas, taninos e compostos fenólicos, moléculas que apresentam diversas propriedades farmacológicas, incluindo atividades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas, imunomoduladoras e neuroprotetoras (Monteiro; Fraga, 2021).

A complexidade química dos extratos vegetais constitui um aspecto central da farmacologia de produtos naturais, uma vez que múltiplos compostos presentes em uma mesma planta podem atuar de forma sinérgica sobre diferentes alvos biológicos. Essa característica contribui para a modulação simultânea de diversas vias metabólicas e processos fisiológicos, o que pode resultar em efeitos terapêuticos mais amplos quando comparados a fármacos sintéticos de alvo único (Thuy *et al.*, 2023). No campo das doenças crônicas e dos transtornos relacionados ao estresse e à saúde mental, por exemplo, estudos têm demonstrado que compostos fitoquímicos podem atuar na modulação de processos inflamatórios, no equilíbrio redox celular e na regulação de sistemas neuroquímicos associados à resposta ao estresse, evidenciando o potencial dessas substâncias como agentes terapêuticos complementares (Melo *et al.*, 2019).

Apesar do potencial terapêutico associado aos produtos de origem vegetal, a utilização segura e eficaz de fitoterápicos depende da adoção de rigorosos critérios de qualidade, padronização e controle sanitário. No Brasil, a regulamentação desses medicamentos é realizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), principalmente por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 26/2014, que estabelece normas para o registro, produção, controle de qualidade e comercialização de medicamentos fitoterápicos. Essa regulamentação exige a comprovação de segurança e eficácia por meio de dados científicos, bem como a padronização de marcadores químicos que permitam garantir a reprodutibilidade farmacológica dos extratos vegetais utilizados na formulação desses medicamentos (ANVISA, 2014).

Nesse contexto, a atuação do farmacêutico assume papel estratégico na

interface entre ciência, tecnologia e assistência à saúde. Esse profissional pode participar de diferentes etapas relacionadas ao desenvolvimento e à utilização de fitoterápicos, desde a seleção e identificação botânica da matéria-prima vegetal até o controle de qualidade físico-químico e microbiológico dos extratos utilizados na produção de medicamentos. Além disso, o farmacêutico pode desempenhar funções importantes no desenvolvimento tecnológico de formulações fitoterápicas, na padronização de extratos vegetais e na condução de estudos relacionados à estabilidade, biodisponibilidade e eficácia terapêutica desses produtos (Diniz *et al.*, 2022).

No âmbito da assistência farmacêutica, o farmacêutico também possui papel fundamental na orientação clínica e na promoção do uso racional de medicamentos fitoterápicos. A crescente disponibilidade de produtos naturais no mercado e a percepção popular de que substâncias de origem vegetal são sempre seguras podem levar ao uso indiscriminado dessas terapias. Entretanto, diversas plantas medicinais apresentam compostos bioativos capazes de provocar efeitos adversos, interações medicamentosas ou toxicidade quando utilizados de forma inadequada. Dessa forma, a atuação do farmacêutico torna-se essencial para orientar pacientes e profissionais da saúde quanto à correta indicação, posologia e possíveis riscos associados ao uso desses produtos (Diniz *et al.*, 2022).

Paralelamente, os avanços científicos na área de produtos naturais têm estimulado a colaboração entre universidades, centros de pesquisa e a indústria farmacêutica, promovendo o desenvolvimento de tecnologias voltadas à extração, purificação e caracterização de compostos bioativos presentes em plantas medicinais. Essas pesquisas têm contribuído para a criação de formulações mais eficazes e seguras, além da condução de estudos clínicos que buscam validar cientificamente o potencial terapêutico dessas substâncias em diferentes condições de saúde (Coutinho; Flório; Souza, 2024).

Dessa forma, as práticas integrativas associadas ao conhecimento fitoquímico representam um campo promissor para a inovação terapêutica e para a ampliação das estratégias de cuidado em saúde. Ao integrar saberes tradicionais, investigação científica e atuação profissional qualificada, especialmente do farmacêutico, torna-se possível promover o uso racional e seguro de produtos naturais, fortalecer políticas públicas voltadas à saúde integrativa e ampliar o acesso da população a terapias complementares baseadas em evidências científicas.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi conduzido por meio de uma revisão bibliográfica integrativa, de natureza básica, com abordagem qualitativa de caráter exploratório e descritivo, a qual teve como objetivo analisar criticamente a literatura disponível sobre os benefícios do cogumelo *Ganoderma lucidum* (Reishi) na promoção da saúde mental, identificando evidências quanto aos seus efeitos ansiolíticos, antidepressivos e neuroprotetores. Assim, optou-se pela revisão narrativa por permitir maior flexibilidade na análise interpretativa dos achados e na contextualização crítica das evidências apresentadas (Gil, 2008).

Dessa forma, a busca bibliográfica foi realizada em bases de dados eletrônicas reconhecidas, como PubMed, SciELO, Scopus, Cochrane Library e Google Scholar, utilizando descritores como *Ganoderma lucidum*, Reishi, saúde mental, ansiedade e depressão, e suas versões em inglês Mental Health, Anxiety and Depression, selecionando artigos referentes ao período de 2015 a 2025.

Foram analisados estudos pré-clínicos e revisões que investigaram os efeitos do *Ganoderma lucidum* (Reishi) sobre ansiedade, depressão e estresse, além de trabalhos técnicos em português e inglês disponíveis na íntegra. Excluíram-se publicações não relacionadas à saúde mental e duplicações. A análise foi conduzida de forma descritiva e integrativa, destacando os principais efeitos observados, mecanismos de ação propostos e evidências disponíveis, com rigor metodológico e respeito aos princípios éticos da pesquisa científica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta um total de dez estudos que investigaram os efeitos ansiolíticos e antidepressivos de produtos derivados do *Ganoderma lucidum* (Reishi). A maioria dessas pesquisas foram conduzidas em modelos animais, com exceção do estudo de Zhao *et al.* (2021), que utilizou cultura de células da linhagem PC12, comumente empregadas em investigações relacionadas ao sistema nervoso.

No presente trabalho, os estudos analisados demonstraram que diferentes solventes de extração influenciam significativamente o perfil químico e o potencial farmacológico dos extratos brutos de *Ganoderma lucidum*. Essa variação deve-se a seletividade de cada solvente na solubilização de metabólitos secundários

específicos, por exemplo, o extrato aquoso concentra majoritariamente polissacarídeos, compostos amplamente reconhecidos por sua atividade imunomoduladora. Por outro lado, os extratos alcoólicos predominam em triterpenos e peptídeos, compostos relacionados a efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes e citotóxicos. Dessa forma, a aplicação de múltiplos solventes na extração possibilita uma caracterização mais abrangente do potencial biológico do cogumelo, permitindo identificar diferentes classes de metabólitos bioativos com relevância terapêutica (Cheng, 2023; Ezurike *et al.*, 2023; Muhammad e Ali, 2017; Hossen *et al.*, 2022; Matsuzaki *et al.*, 2013).

De forma geral, todos os estudos relataram efeitos positivos expressivos, evidenciando um potencial terapêutico significativo para atenuar comportamentos semelhantes à depressão e à ansiedade. Além disso, observou-se modulação de neurotransmissores como serotonina, dopamina e noradrenalina e redução de marcadores inflamatórios TNF- α , IL-6 e IL-1 β , e melhora em parâmetros fisiológicos, como peso corporal, sono e desempenho motor. Tais resultados reforçam o interesse crescente no *G. lucidum* como fonte de compostos bioativos com múltiplas ações sobre o sistema nervoso central (Cheng, 2023; Ezurike *et al.*, 2023; Muhammad e Ali, 2017; Hossen *et al.*, 2022; Matsuzaki *et al.*, 2013; Nuñez-Urquiza *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2021; Zhao *et al.*, 2021).

4.1 EXTRATOS BRUTOS - ETANÓLICO, METANÓLICO, AQUOSO E MICELIAL

Os estudos que utilizaram extratos brutos de *Ganoderma lucidum*, como os realizados por Cheng (2023), Ezurike *et al.* (2023), Muhammad e Ali (2017), Hossen *et al.* (2022) e Matsuzaki *et al.* (2013), demonstraram efeitos antidepressivos e ansiolíticos consistentes, sem provocar sedação ou prejuízo motor, o que representa uma vantagem relevante em relação a diversos fármacos antidepressivos tradicionais.

No estudo conduzido por Cheng (2023), ratos submetidos a um modelo de estresse crônico leve imprevisível apresentaram melhora significativa dos comportamentos depressivos após tratamento com extrato de *G. lucidum* (0,1 e 0,5 g/kg). O tratamento reverteu a perda de peso e restaurou os níveis de serotonina (5-HT), dopamina (DA) e noradrenalina (NE), neurotransmissores que, segundo Katzung (2017), são essenciais para o equilíbrio emocional e a resposta adaptativa ao estresse. De forma semelhante, Ezurike *et al.* (2023) observaram em camundongos

Swiss tratados com extrato etanólico do cogumelo (100 e 200 mg/kg) uma redução significativa no tempo de imobilidade nos testes de nado forçado e suspensão pela cauda, os quais consistem em parâmetros clássicos de avaliação de comportamento depressivo, sem alteração na atividade locomotora, indicando ausência de efeito sedativo.

Já o trabalho de Muhammad e Ali (2017) reforçou o caráter antidepressivo dose-dependente do extrato etanólico (20, 75 e 130 mg/kg), também evidenciado pela redução do tempo de imobilidade, sugerindo ação mediada pela regulação monoaminérgica. De forma complementar, Matsuzaki *et al.* (2013) testaram um extrato aquoso do micélio do *G. lucidum* e observaram efeito antidepressivo em ratos submetidos a testes de ansiedade dependentes de memória e estresse, possivelmente associado ao antagonismo dos receptores 5-HT_{2A}, conforme proposto pelos autores. Esses receptores fazem parte do sistema serotoninérgico e estão envolvidos na regulação do humor, ansiedade, sono e cognição. O bloqueio ou modulação desses receptores pode reduzir sintomas de depressão e ansiedade, mecanismo similar ao de alguns medicamentos conhecidos, como certos antipsicóticos atípicos, por exemplo, risperidona e quetiapina, e antidepressivos tetracíclicos, como a mirtazapina, que também interagem com o 5-HT_{2A} para potencializar efeitos antidepressivos ou ansiolíticos (Katzung, 2017; De Sousa *et al.*, 2025).

Já o estudo de Hossen *et al.* (2022), destacou os efeitos do extrato metanólico do cogumelo (200 e 400 mg/kg), que exibiu propriedades ansiolíticas, antidepressivas e sedativas leves. A análise fitoquímica sugeriu que flavonóides, como rutina e quercetina, além de triterpenos, poderiam ser os principais responsáveis por essas ações farmacológicas, corroborando dados anteriores sobre o potencial antioxidante e neuroprotetor dessas substâncias (Neri; Teston; Araújo, 2020). A ausência de ação sedativa em parte dos estudos de Ezurike *et al.*, (2023) e Muhammad e Ali (2017) sugere uma seletividade funcional dos extratos brutos, capaz de restaurar o equilíbrio neuroquímico sem comprometer o estado de alerta, o que é especialmente desejável em terapias destinadas à depressão e à ansiedade.

4.2 POLISSACARÍDEOS E PEPTÍDEOS

Os polissacarídeos e peptídeos isolados dos esporos e do micélio de

Ganoderma lucidum têm se destacado pela amplitude de suas ações psicofarmacológicas, conforme evidenciado nos estudos de Nuñez-Urquiza *et al.* (2021), Li *et al.* (2021) e Zhao *et al.* (2021). Esses compostos exibiram efeitos ansiolíticos, antidepressivos e neuroprotetores robustos, mediados principalmente por mecanismos que envolvem a modulação da neurotransmissão GABAérgica, a regulação do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) e a atenuação de processos neuroinflamatórios.

No estudo de Nuñez-Urquiza *et al.* (2021), o polissacarídeo obtido do micélio de Reishi demonstrou efeito antidepressivo em camundongos submetidos ao teste do nado forçado e de campo aberto, associado a um aumento na liberação endógena de GABA. Essa ação sugere um potencial modulação do sistema GABAérgico, promovendo redução da excitabilidade neuronal e estabilização do humor, mecanismo semelhante ao observado em ansiolíticos clássicos, mas sem os efeitos sedativos característicos de benzodiazepínicos (Katzung, 2017). De forma complementar, Li *et al.* (2021) isolaram um peptídeo bioativo derivado do esporo do *G. lucidum* e observaram significativa elevação dos níveis de BDNF e da proteína CREB fosforilada no córtex pré-frontal e hipocampo de ratos tratados. Esses achados corroboram a hipótese de que o aumento da expressão de BDNF, o qual é essencial à neuroplasticidade e regeneração sináptica, está diretamente associado à reversão de estados depressivos. O mesmo estudo também relatou redução do cortisol sérico, sugerindo uma possível regulação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA).

Em Zhao *et al.* (2021), um polissacarídeo purificado (GLP) administrado a camundongos expostos a lipopolissacarídeo (LPS) demonstrou potente efeito anti-inflamatório e antioxidante, com redução da produção de óxido nítrico (NO), IL-6 e TNF- α , além de normalização da atividade microglial. Essa resposta sugere uma interface direta entre os efeitos neuroprotetores e os mecanismos imunoneurológicos da depressão, reforçando o papel do *G. lucidum* como modulador da neuroinflamação.

Entretanto, as doses eficazes observadas variaram amplamente entre os estudos, de 5 a 2000 mg/kg, refletindo diferenças na pureza, massa molecular e grau de ramificação dos polissacarídeos, além das condições de cultivo do fungo. Essa heterogeneidade evidencia a necessidade urgente de padronização farmacotécnica e caracterização química desses compostos, a fim de garantir reprodutibilidade, segurança e eficácia em futuras aplicações terapêuticas (Nuñez-Urquiza *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2021; Zhao *et al.*, 2021).

4.3 TRITERPENOS

Já os triterpenos isolados de *G. lucidum* representam outro grupo de compostos bioativos de destaque, caracterizados por sua ação dual antidepressiva e ansiolítica, como demonstrado por Mi *et al.* (2022). Esses metabólitos secundários exibem uma potente atividade anti-inflamatória e imunomoduladora, com ênfase na modulação da ativação microglial e na regulação das citocinas pró-inflamatórias, elementos centrais na fisiopatologia dos transtornos depressivos e ansiosos (Zhong *et al.*, 2024).

No estudo de Mi *et al.* (2022), ratos submetidos a modelo de estresse crônico apresentaram redução significativa nos níveis de IL-1 β , IL-6 e TNF- α após tratamento com triterpenos purificados de *G. lucidum*. Além disso, observou-se normalização da ativação microglial no córtex pré-frontal e no hipocampo, que consistem em regiões cerebrais críticas para o controle emocional, cognição e resposta ao estresse. Esses resultados apontam para um mecanismo central de neuroproteção mediado pela supressão da neuroinflamação, alinhado a achados recentes que associam a ativação microglial ao desenvolvimento de sintomas depressivos persistentes (Mi *et al.*, 2022).

Outro aspecto farmacocinético relevante é a lipofilicidade dos triterpenos, que favorece boa absorção oral e elevada biodisponibilidade, ampliando seu potencial de aplicação clínica (Zhou *et al.*, 2023). Estudos comparativos indicam que seus efeitos se assemelham aos de compostos de outras plantas medicinais, como os ginsenosídeos do *Panax ginseng*, que também apresentam propriedades anti-inflamatórias e moduladoras de neurotransmissores (Kang; Min, 2012).

4.4 INTEGRAÇÃO DOS MECANISMOS PROPOSTOS

De forma integrada, os estudos revisados indicam que os compostos bioativos do Cogumelo Reishi atuam de maneira sinérgica sobre múltiplos sistemas fisiológicos envolvidos na regulação do humor, na neuroplasticidade e na resposta ao estresse, reforçando seu potencial como agente fitoterápico para transtornos depressivos e ansiosos (Cheng, 2023; Ezurike *et al.*, 2023; Muhammad e Ali, 2017; Hossen *et al.*, 2022; Matsuzaki *et al.*, 2013). Os extratos brutos modulam principalmente os sistemas monoaminérgicos, elevando serotonina (5-HT), dopamina (DA) e noradrenalina (NE), neurotransmissores cuja deficiência está associada à fisiopatologia da depressão. Polissacarídeos e peptídeos exercem efeitos neuroprotetores, ansiolíticos e

antidepressivos por meio da estimulação da neurotransmissão GABAérgica e do aumento do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), promovendo restauração sináptica e plasticidade neuronal (Nuñez-Urquiza *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2021; Zhao *et al.*, 2021). Já os triterpenos apresentam ação anti-inflamatória e imunomoduladora, reduzindo a ativação microglial e a liberação de citocinas pró-inflamatórias em regiões cerebrais como o córtex pré-frontal e o hipocampo (MI *et al.*, 2022).

Esses mecanismos convergem para a regulação integrada dos sistemas monoaminérgico, GABAérgico e neuroimune, além da atenuação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA), frequentemente hiperativado em situações de estresse crônico e depressão, sugerindo uma ação adaptogênica desse fungo para o equilíbrio neuroendócrino e imunológico (Bertollo *et al.*, 2025).

Em comparação com antidepressivos convencionais, como os inibidores seletivos da recaptção de serotonina (ISRS) e os tricíclicos, frequentemente associados a efeitos adversos como disfunção sexual, ganho de peso e sedação (Pigott *et al.*, 2023), os compostos de *Ganoderma lucidum* têm demonstrado, em modelos pré-clínicos, baixa toxicidade, ausência de sedação e um perfil de segurança favorável. Esses achados sugerem um potencial terapêutico promissor e indicam que o cogumelo pode representar uma possível alternativa em abordagens integrativas ou fitoterápicas. No entanto, tais evidências ainda se baseiam principalmente em estudos experimentais, sendo necessários ensaios clínicos em humanos para confirmar sua eficácia e segurança (Ezurike *et al.*, 2023).

Tabela 1 – Descrição de produtos derivados do *Ganoderma Lucidum* com ação ansiolítica e antidepressiva.

REFERÊNCIA	TÍTULO	PRODUTO	MODELO ANIMAL	DOSE	RESULTADOS PRINCIPAIS
Cheng (2023)	<i>Ganoderma Lucidum</i> Ameliorated Depression-Like Behavior in an Unpredictable Chronic Mild Stress Rat Model Via Regulation of Monoamines	Extrato de <i>Ganoderma lucidum</i>	Ratos Sprague–Dawley	0,1 e 0,5 g/kg	O tratamento com extrato de <i>Ganoderma lucidum</i> reverteu esses efeitos, atenuando os déficits comportamentais e a perda de peso, além de restaurar os níveis de 5-HT, NE e DA.
Ezurike et al. (2023)	<i>Ganoderma lucidum</i> ethanol extract promotes weight loss and improves depressive-like behaviors in male and female Swiss mice	Extrato Etanólico de <i>Ganoderma lucidum</i>	Camundongo Swiss albino	100, 200 e 400 mg/kg	O extrato etanólico de <i>Ganoderma lucidum</i> (EEGL), nas doses de 100 e 200 mg/kg, reduziu o ganho de peso e demonstrou efeito antidepressivo, evidenciado pela diminuição do tempo de imobilidade nos testes de nado forçado (FST) e suspensão pela cauda (TST), sem causar alterações significativas na atividade motora.
Nuñez-Urquiza et al. (2021)	Evaluation of the Anticonvulsant, Anxiolytic, Sedative, and Neuroprotective Activities of Polysaccharides from Mycelium of Two <i>Ganoderma</i> Species	Polissacarídeos Gsp-PS2 e Gc-PS2 isolados do <i>Ganoderma lucidum</i>	Ratos Wistar	50 a 2000mg/kg g	Ambos os polissacarídeos inibiram convulsões no modelo induzido por ácido caínico (KA) e demonstraram efeito ansiolítico, sem ação sedativa. Além disso, estimularam a liberação endógena de GABA e elevaram sua concentração no meio de incubação. toxicidade.
Zhao et al. (2021)	Antidepressant-like effect of <i>Ganoderma lucidum</i> spore polysaccharide-peptide mediated by upregulation of prefrontal cortex brain-derived neurotrophic factor	Esporo contendo 28-kDa Peptídeo-polissacarídeo	Ratos C57BL/6	100, 200 e 400mg/kg	O polissacarídeo-peptídeo (PGL) dos esporos de <i>G. lucidum</i> demonstrou efeito antidepressivo em células PC12 e modelos murinos, revertendo comportamentos depressivos e modulando neurotransmissores e proteínas sinápticas no córtex pré-frontal, além de reduzir os níveis séricos de corticosterona.
Muhammad; Ali (2017)	Antidepressant-Like Activity of Ethanol Extract of <i>Ganoderma lucidum</i> (Reishi) in Mice	Extrato Etanólico de <i>Ganoderma lucidum</i>	Camundongo Swiss albino	20 mg/kg, 75 mg/kg e 130 mg/kg	O extrato etanólico de <i>Ganoderma lucidum</i> demonstrou efeito antidepressivo em camundongos, reduzindo o tempo de imobilidade sem interferir na atividade locomotora.

REFERÊNCIA	TÍTULO	PRODUTO	MODELO ANIMAL	DOSE	RESULTADOS PRINCIPAIS
Mi et al. (2022)	<i>Ganoderma Lucidum</i> Triterpenoids Improve Maternal Separation-Induced Anxiety- and Depression-like Behaviors in Mice by Mitigating Inflammation in the Periphery and Brain	Triterpenóides	Ratos C57BL/6	10,20 e 40mg/kg	O tratamento com triterpenos de <i>Ganoderma lucidum</i> (GLTs, 40 mg/kg) reverteu comportamentos semelhantes à ansiedade e depressão induzidos por separação materna em camundongos, além de normalizar marcadores pró-inflamatórios e a ativação da microglia no córtex pré-frontal e hipocampo, sem causar efeitos adversos.
Li et al. (2021)	<i>Ganoderma lucidum</i> polysaccharides ameliorated depression-like behaviors in the chronic social defeat stress depression model via modulation of Dectin-1 and the innate immune system	Polissacarídeos	Ratos C57BL/6	5mg/kg	O tratamento com GLP produziu um efeito antidepressivo rápido e robusto em camundongos, observável 60 minutos após a administração, e esse efeito manteve-se após cinco dias de tratamento.
Zhao et al. (2024)	Sporoderm-removed <i>Ganoderma lucidum</i> spores ameliorated early depression-like behavior in a rat model of sporadic Alzheimer's disease	Extrato de esporos de <i>Ganoderma lucidum</i> sem esporoderme	Ratos Sprague–Dawley	360 e 720 mg/kg	Testes comportamentais demonstraram que o RGLS (360 e 720 mg/kg) melhorou significativamente os comportamentos semelhantes à depressão e à ansiedade induzidos por ICV-STZ.
Hossen et al. (2022)	Biochemical and Pharmacological aspects of <i>Ganoderma lucidum</i> : Exponent from the in vivo and computational investigations	Extrato metanólico de <i>Ganoderma lucidum</i>	Camundongo Swiss albino	200 e 400mg/kg	MEGL apresenta efeitos antidepressivos, ansiolíticos e sedativos; rutina e quercetina podem ser os compostos ativos; estudos futuros em animais e humanos são necessários para confirmar a eficácia clínica
Matsuzaki et al. (2013)	Antidepressant-like effects of a water-soluble extract from the culture medium of <i>Ganoderma lucidum</i> mycelia in rats	Extrato do Micélio do <i>Ganoderma lucidum</i>	Ratos Sprague–Dawley	0,3 e 1g/kg	MAK apresenta potencial antidepressivo (possivelmente via antagonismo dos receptores 5-HT2A) e efeitos ansiolíticos em ansiedade dependente de memória e/ou induzida por estresse em ratos

Fonte: Produzida pelos autores

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo reuniu evidências acerca do potencial ansiolítico e antidepressivo de *Ganoderma lucidum*, com ênfase em seus principais compostos bioativos e nos possíveis mecanismos envolvidos em sua ação. De modo geral, os estudos indicam que o cogumelo pode atuar na modulação de processos neuroquímicos e neuroinflamatórios associados aos transtornos de humor, apresentando efeitos positivos em modelos animais, sem evidências relevantes de sedação ou prejuízo motor.

Nesse sentido, tais resultados apontam para um potencial terapêutico promissor, especialmente diante das limitações frequentemente observadas nos tratamentos convencionais para ansiedade e depressão. Entretanto, é importante destacar que a maior parte das evidências disponíveis ainda é proveniente de estudos experimentais, além de apresentar heterogeneidade quanto aos tipos de extratos utilizados, às doses empregadas e às vias de administração.

Dessa forma, embora os achados sejam encorajadores, torna-se fundamental a realização de estudos clínicos bem delineados, a fim de confirmar a eficácia, estabelecer parâmetros seguros de dose e garantir a segurança do uso em humanos.

6 REFERÊNCIAS

AHMAD, R. *et al.* *Ganoderma lucidum* (Reishi) an edible mushroom; a comprehensive and critical review of its nutritional, cosmeceutical, mycochemical, pharmacological, clinical, and toxicological properties. **Phytotherapy research**, v. 35, n. 11, p. 6030-6062, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **RDC nº 26, de 13 de maio de 2014**. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. Brasília: ANVISA, 2014. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0026_13_05_2014.pdf. Acesso em 10 de março de 2026.

BARBOSA L.N.F, ASFORA G.C.A, MOURA M.C DE. Anxiety and depression and psychoactive substance abuse in university students. **Rev Eletrônica Saúde Ment Álcool e Drog**. v.16, n.1, 2020.

BERTOLLO, A. G. *et al.* Hypothalamus-pituitary-adrenal and gut-brain axes in biological interaction pathway of the depression. **Frontiers in Neuroscience**, v. 19, p. 1541075, 2025.

BORBA, W.; LIMA, J. F. As Dificuldades de Adesão ao Tratamento Medicamentoso na Depressão. **Asclepius International Journal of Scientific Health Science**, v. 4, n. 6, p. 38-45, 2025.

BRASIL. **Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no SUS – PNPIC**. Ministério da Saúde. Brasília: MS, 2020. Disponível em

<https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saps/pics/pnpic>. Acesso em 21 de fevereiro de 2026.

CÉLEM, J.P. *et al.* Avanços no tratamento da Depressão: eficácia de novos antidepressivos e abordagens psicoterapêuticas inovadoras. **Brazilian Journal of Health and Biological Science**. v.1, n.2, 2024.

CHENG, H.Y. Ganoderma Lucidum Ameliorated Depression-Like Behavior in an Unpredictable Chronic Mild Stress Rat Model Via Regulation of Monoamines. **Research Square**. v.1, n1, 2023.

CIPRIANI, A. *et al.* Comparative efficacy and acceptability of 21 antidepressant drugs for the acute treatment of adults with major depressive disorder: a systematic review and network meta-analysis. **The Lancet**, v. 391, n. 10128, p. 1357-1366, 2018.

COUTINHO, M. L.; FLÓRIO, F. M.; DE SOUZA, L. Z. Práticas Integrativas e Complementares em Saúde: visão dos profissionais da Estratégia Saúde da Família. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, v. 19, n. 46, p. 4047-4047, 2024.

DE SOUSA, D. T. *et al.* Avaliação da eficácia da psilocibina para o tratamento de indivíduos com transtorno depressivo maior: uma revisão sistemática. **Revista Interamericana de Psicologia/Interamerican Journal of Psychology**, v. 59, p. e2194-e2194, 2025.

DIAS, H.H. *et al.* Alterações inflamatórias envolvidas na Fisiopatologia da Depressão: revisão de literatura. **Revista Conexão Saúde**. v.6, n.1, 2024.

DINIZ, A. de F. *et al.* Fitoterapia como prática integrativa na saúde única do Brasil: Uma breve revisão. **Revista Colombiana de Ciências Químico-Farmacêuticas**, v. 51, n. 2, p. 1029-1042, 2022.

EDINOFF, A. N. *et al.* Benzodiazepines: uses, dangers, and clinical considerations. **Neurology international**, v. 13, n. 4, p. 594-607, 2021.

EZURIKE, P. U. *et al.* Ganoderma lucidum ethanol extract promotes weight loss and improves depressive-like behaviors in male and female Swiss mice. **Physiology & Behavior**, v. 265, p. 114155, 2023.

FACTS INSTITUTE. **Countries with the highest prevalence of depression**. 2025. Disponível em: <https://factsinstitute.com/ranking/countries-with-the-highest-prevalence-of-depression/>. Acesso em 5 de março de 2026.

FELGER, J. C.; MILLER, A. H. Inflammatory cytokines in depression: neurobiological mechanisms and therapeutic implications. **Neuroscience**, v. 246, p. 199–229, 2020.

GALVÃO, A. C. de M. *et al.* Potential biomarkers of major depression diagnosis and chronicity. **PLoS One**, v. 16, n. 9, p. e0257251, 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOODMAN, L. S.; GILMAN, A. **Goodman & Gilman's: As Bases Farmacológicas da Terapêutica**. 14. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2018.

- HOSSEN, S.M. M. *et al.* Biochemical and Pharmacological aspects of *Ganoderma lucidum*: Exponent from the in vivo and computational investigations. **Biochemistry and Biophysics Reports**, v. 32, p. 101371, 2022.
- JAVAID, S. F.; HASHIM, I. J.; HASHIM, M. J.; STIP, E.; SAMAD, M. A.; AL AHBABI, A. Epidemiology of anxiety disorders: global burden and sociodemographic associations. **Middle East Current Psychiatry**, v. 30, n. 44, 2023.
- KAN, Y. *et al.* Antioxidant activity of polysaccharide extracted from *Ganoderma lucidum* using response surface methodology. **International journal of biological macromolecules**, v. 72, p. 151-157, 2015.
- KANG, S.; MIN, H. Ginseng, the 'immunity boost': the effects of Panax ginseng on immune system. **Journal of ginseng research**, v. 36, n. 4, p. 354, 2012.
- KAPLAN, H. I.; SADOCK, B. J. **Compêndio de Psiquiatria: Ciências do Comportamento e Psiquiatria Clínica**. 11. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- KATZUNG B.G., TREVOR A.J. **Farmacologia básica e clínica**. 13ª edição editor. Porto Alegre; 2017.
- LI, H. *et al.* *Ganoderma lucidum* polysaccharides ameliorated depression-like behaviors in the chronic social defeat stress depression model via modulation of Dectin-1 and the innate immune system. **Brain Research Bulletin**, v. 171, p. 16-24, 2021.
- LIRA, L.F.B.L.C. *et al.* Fisiopatologia do transtorno de ansiedade. **Seminários de Temas Livres – Ciências da saúde e biológicas**. v.1, n.9, 2021.
- MALHI, G. S.; MANN, J. J. Course and prognosis. **Lancet**, v. 392, n. 10161, p. 2299-2312, 2018.
- MATSUZAKI, H. *et al.* Antidepressant-like effects of a water-soluble extract from the culture medium of *Ganoderma lucidum* mycelia in rats. **BMC complementary and alternative medicine**, v. 13, n. 1, p. 370, 2013.
- MELO, S. P. da S.de C. *et al.* Doenças crônicas não transmissíveis e fatores associados em adultos numa área urbana de pobreza do nordeste brasileiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, p. 3159-3168, 2019.
- MI, X. *et al.* *Ganoderma lucidum* triterpenoids improve maternal separation-induced anxiety-and depression-like behaviors in mice by mitigating inflammation in the periphery and brain. **Nutrients**, v. 14, n. 11, p. 2268, 2022.
- MONTEIRO, M. H. D. A.; FRAGA, S. A. P. M. Fitoterapia na prática clínica odontológica: produtos de origem vegetal e fitoterápicos. **Revista Fitos**, v. 15, n. 1, p. 58-77, 2021.
- MUHAMMAD, A.; ALI, N. Antidepressant-like activity of ethanol extract of *Ganoderma lucidum* (Reishi) in Mice. **International Journal of Medical Research & Health Sciences**, v. 6, n. 5, p. 55-58, 2017.
- NERI, J.V.D.; TESTON, A.M.M.; ARAÚJO, A.C.M. Uso de ansiolíticos e antidepressivos por acadêmicos da área de saúde: uma revisão bibliográfica.

Brazilian Journal of Development. v.6 n.10, 2020.

NÚÑEZ-URQUIZA, V. *et al.* Evaluation of the Anticonvulsant, Anxiolytic, Sedative, and Neuroprotective Activities of Polysaccharides from Mycelium of Two Ganoderma Species. **Pharmacognosy Journal**, v. 13, n. 5, 2021.

SANTOS, E. S. dos. **A importância do cogumelo Auricularia: uma revisão bibliográfica.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Amazonas, Coari, 2023.

OLIVEIRA, C.M. *et al.* Depressão e Ansiedade em jovens. **Periódicos Brasil.** v.3, n.2, 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). WHO **Global Report on Traditional and Complementary Medicine** 2019. Geneva: WHO, 2019. Disponível em <https://www.who.int/publications/i/item/978924151536>. Acesso em 21 de fevereiro de 2026.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). **Mental health and alternative medicine: Global perspectives.** Geneva: WHO, 2022. Disponível em <https://www.who.int/publications/i/item/9789240049338>. Acesso em 16 de abril de 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). **Over a billion people living with mental health conditions – services require urgent scale-up. News release.** Geneva, 2 Sept. 2025. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/02-09-2025-over-a-billion-people-living-with-mental-health-conditions-services-require-urgent-scale-up>. Acesso em 14 de setembro de 2025.

ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DE SAÚDE (PAHO). **Over a billion people living with mental health conditions – services require urgent scale-up.** Washington, 2 Sept. 2025. Disponível em: https://www.paho.org/en/news/2-9-2025-over-billion-people-living-mental-health-conditions-services-require-urgent-scale?utm_source. Acesso em: 16 set. 2025.

PIGOTT, H. E. *et al.* What is the treatment remission, response and extent of improvement rates after up to four trials of antidepressant therapies in real-world depressed patients? A reanalysis of the STAR* D study's patient-level data with fidelity to the original research protocol. **BMJ open**, v. 13, n. 7, p. e063095, 2023.

SANTANA, R.S.; FERREIRA, V.; MORAES, A.C.P. The anxiety disorder and different forms of treatment: A narrative review. **Research, Society and Development.** v.13, n.7, 2024.

SHAMABADI, A.; AKHONDZADEH, S. Advances in alternative and integrative medicine in the treatment of depression: a review of the evidence. **Archives of Iranian medicine**, v. 24, n. 5, p. 409-418, 2021.

THUY, N. H. L. *et al.* Pharmacological activities and safety of Ganoderma lucidum spores: a systematic review. **Cureus**, v. 15, n. 9, 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Depression and Other Common Mental Disorders: Global Health Estimates depression.** 2017. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/depression-global-health-estimates>. Acesso em

16 de abril de 2025.

WU, S. *et al.* *Ganoderma lucidum*: a comprehensive review of phytochemistry, efficacy, safety and clinical study. **Food Science and Human Wellness**, v. 13, n. 2, p. 568-596, 2024.

YIRMIYA R. The inflammatory underpinning of depression: An historical perspective. **Brain Behav Immun.** v.122, n.1, 2024.

ZHAO, S. *et al.* Antidepressant-like effect of *Ganoderma lucidum* spore polysaccharide-peptide mediated by upregulation of prefrontal cortex brain-derived neurotrophic factor. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 105, n. 23, p. 8675-8688, 2021.

ZHAO, Y. *et al.* Sporoderm-removed *Ganoderma lucidum* spores ameliorated early depression-like behavior in a rat model of sporadic Alzheimer's disease. **Frontiers in Pharmacology**, v. 15, p. 1406127, 2024.

ZHONG, Y. *et al.* A review of *Ganoderma lucidum* polysaccharide: preparations, structures, physicochemical properties and application. **Foods**, v. 13, n. 17, p. 2665, 2024.

ZHOU, G. *et al.* Pharmacological effects of ginseng: multiple constituents and multiple actions on humans. **The American Journal of Chinese Medicine**, v. 51, n. 05, p. 1085-1104, 2023.

COMPARATIVO TÉCNICA ENTRE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA 2.0 ASPIRADO X 1.0 TURBO

Breno Souza Bonadiman Garcia,
Sara Gambarini do Carmo,
Vitor da Silva Vieira¹.
Gilberto Estevão Bastos².

¹Estudantes do curso de Engenharia Mecânica, Multivix - Vila Velha-ES.

²Engenheiro Mecânico – Especialista em Engenharia – Docente Multivix – Vila Velha.

RESUMO

O presente trabalho realiza uma análise comparativa técnica entre duas filosofias de motorização distintas: o motor 2.0 naturalmente aspirado do Jetta e o motor 1.0 turbo do Polo que exemplifica a tendência de downsizing na indústria automotiva. O objetivo central do estudo é demonstrar, através de cálculos de potência, torque e rendimento, os benefícios da sobrealimentação e da redução de cilindrada em comparação com motores aspirados de maior volume a pesquisa destaca que a adoção do turbocompressor permite que o motor de menor cilindrada (1.0L) atinja níveis de desempenho (potência e torque) semelhantes ao motor 2.0L, ao mesmo tempo que oferece maior eficiência energética e menor consumo de combustível. A fundamentação teórica aborda os princípios dos motores de combustão interna, o ciclo Otto, e as características dos motores naturalmente aspirados e sobrealimentados o estudo conclui que o downsizing, aliado à tecnologia de turbocompressão, é uma solução tecnológica mais eficiente que concilia performance, economia e sustentabilidade, atendendo às exigências atuais do mercado por menores emissões de poluentes.

Palavras Chaves: Downsing, Sobrealimentação, Eficiência e Consumo

1 INTRODUÇÃO

Os motores de combustão interna são máquinas em que a energia química do combustível, ao ser queimada em mistura com o ar, transforma-se em energia térmica, sendo parte dessa energia posteriormente convertida em energia mecânica (GANESAN, 1995; BASSHUYSEN; SHÄFER, 2006).

Segundo Heywood (1988) a principal função de um motor de combustão interna é converter a energia química do combustível em energia mecânica.

Com o grande avanço da tecnologia em motores, se popularizou os motores sobrealimentados, com isso os motores de ignição por centelha está vivenciando grandes mudanças, o que possibilita a obtenção de melhores resultados de rendimento e de emissão de poluentes em comparação de motores naturalmente aspirados. Cada vez mais as montadoras de veículos estão procurando fazer motores menores com potências altas e baixo consumo de combustível, tendência essa que ficou conhecida como *dowsizing*, com tudo esse termo no âmbito automotivo ficou conhecido como motores de baixa cilindrada que performam tão bem quanto um de maior cilindrada. Um exemplo de uma aplicação onde o *dowsizing* resulta em uma melhor obtenção de resultado e no menor consumo de combustível, caracterizado pelo funcionamento do motor em cargas parciais (borboleta parcialmente aberta). Para que a potência e o torque se aproximem aos de motores com maior cilindrada, torna-se necessário o uso de sistemas de sobrealimentação, sendo a turbocompressão a mais comum (BRUNETTI, 2012).

Com esse objetivo, são utilizadas soluções tecnológicas voltadas para a elevação da eficiência energética, resultando em menor consumo de combustível e redução na emissão de poluentes (PIELECHA, 2014). Entre as alternativas mais comuns utilizadas pelos fabricantes, destaca-se a adoção do turbocompressor associada à injeção direta de combustível.

De acordo com Patil et al. (2017), o conceito de *dowsizing* está relacionado à utilização de motores de menor cilindrada que, por meio do emprego de tecnologias modernas, conseguem oferecer a mesma potência de motores maiores.

O desenvolvimento dos motores sobrealimentados ocorreu como solução para elevar a pressão de admissão e, conseqüentemente, a quantidade de ar admitida no cilindro. Nesses motores, encontra-se dispositivos que são responsáveis por aumentar a pressão no coletor de admissão para valores superiores à pressão atmosférica. Dentre esses recursos, o turbocompressor é amplamente utilizado pelos fabricantes, pois utiliza a energia dos gases de escape para acionar uma turbina, que por sua vez movimentada o compressor, e promove o aumento da pressão no coletor (BRUNETTI, 2012).

Segundo Bell (1997), a sobrealimentação é considerada uma estratégia eficaz para acentuar a pressão interna do cilindro, resultando no aumento do torque e da potência do motor.

A comparação entre os motores do Jetta 2.0 (2012) aspirado e o Polo 1.0 turbo (2021) permite avaliar duas propostas distintas de motorização. Enquanto o motor 2.0 depende da maior cilindrada para gerar desempenho, o 1.0 turbo demonstra como o downsizing aliado à sobrealimentação garante potência uma equivalente e menor consumo, atendendo às exigências atuais de eficiência e sustentabilidade.

O objetivo deste estudo é demonstrar, por meio da análise comparativa, os benefícios da utilização de motores turbos e com downsizing frente aos aspirados de maior cilindrada. Serão avaliados aspectos de potência, torque e consumo de combustível, destacando como a tecnologia de sobrealimentação pode oferecer vantagens significativas para o mercado automotivo, conciliando desempenho e eficiência, além de contribuir para menores emissões de poluentes.

A metodologia adotada baseia na aplicação de cálculos de potência, torque e rendimento através de conceitos e equações presentes em literaturas e trabalhos acadêmicos relacionados ao assunto. Serão utilizadas as especificações técnicas dos motores selecionados (Jetta 2.0 aspirado e Polo 1.0 turbo), com os dados sendo tratados de forma comparativa. Com isso, será possível verificar, como o downsizing aliado ao turbocompressor se apresenta como uma solução tecnológica e mais eficiente em termos de desempenho e economia de combustível, além de atender às necessidades do setor automotivo. Vale salientar que, mesmo que o deslocamento volumétrico do motor 2.0 seja o dobro do 1.0, a presença do turbocompressor permite que o motor de menor cilindrada alcance níveis de desempenho semelhantes, o que evidencia os benefícios da sobrealimentação em motores compactos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

O motor de combustão interna (MCI) é o mais utilizado como fonte de potência em veículos automotores. Os motores de combustão interna (MCI) têm como principal função converter a energia química presente no combustível em energia térmica, por meio do processo de combustão. Essa transformação eleva a pressão do fluido de trabalho, e durante a expansão ocorre a conversão dessa energia em trabalho mecânico (BRUNETTI, 2012).

O trabalho mecânico gerado nos motores de combustão interna resulta de uma de uma série de transformações realizadas por um meio denominado fluido ativo (FA).

Esse fluido corresponde à mistura de ar e combustível na entrada do volume de controle e aos gases resultantes da combustão na saída (BRUNETTI, 2012).

De acordo com Brunetti (2012) os motores de combustão interna apresentam diferentes tipos de configurações: Número de ciclos do motor, por exemplo 2 ou 4; Disposição dos cilindros; Naturalmente aspirado ou sobrealimentado; Quantidade de válvulas; Tipo de ignição, podendo ser de centelha ou espontânea e tipo de combustível.

De acordo com Albaladejo (2013), a termodinâmica pode ser entendida como uma força resultante do calor. Nesse sentido, o funcionamento de um motor está associado ao aumento repentino da pressão dentro dos cilindros, provocado pela combustão dos gases. Para que essa reação ocorra, é indispensável a presença de três elementos reagentes. São eles:

- Comburente: oxigênio;
- Combustível: gasolina, etanol ou gás natural veicular (GNV) ou diesel;
- Calor: centelha ou faísca proveniente da vela para motores Ciclo Otto, e no diesel ocorre pela pressão proveniente na câmara de combustão.

2.1.1 Motores Ciclo Otto de quatro tempos (4T)

Em 1876, Nikolaus Otto desenvolveu, fundamentado na teoria proposta por Beau de Rochas, o primeiro motor a combustão interna, originando assim o sistema conhecido como Ciclo Otto, que consiste no funcionamento do motor dividido em quatro etapas (SANTOS; PASSARINI, 2015).

De acordo com Varella (2014), os motores de ciclo Otto de quatro tempos completam o ciclo em quatro cursos do pistão, o que corresponde a duas rotações completas do eixo virabrequim, totalizando em 720°.

Os quatros cursos na respectiva ordem:

1. Admissão: o pistão desloca-se do ponto morto superior (PMS) até o ponto morto inferior (PMI), sucedendo assim a admissão da mistura ar-combustível. Durante este processo a válvula de admissão encontra-se aberta, enquanto a válvula de escape encontra-se fechada.
2. Compressão: nessa segunda etapa o pistão desloca-se do ponto morto inferior (PMI) para o ponto morto superior (PMS). Com isso ocorre a redução do volume da câmara de combustão. Neste processo tanto a válvula de admissão quanto a válvula de escape encontram-se fechadas.

3. Combustão: após a compressão ter sido realizada, o pistão encontra-se no ponto morto superior (PMS) juntamente com a mistura ar-combustível. Neste momento a vela de ignição gera uma centelha que provoca a combustão da mistura, gerando uma força que desloca o pistão do ponto morto superior (PMS) até o ponto morto inferior (PMI). Durante esse processo válvula de admissão e de descarga encontram-se fechadas.

4. Descarga: por último, mas não menos importante, o pistão desloca-se do ponto morto inferior (PMI) para o ponto morto superior (PMS), nesse momento a válvula de admissão encontra-se fechada enquanto a de descarga está aberta, dessa forma o pistão que está se deslocando do ponto morto inferior (PMI) para o ponto morto superior (PMS) empurra os resíduos provenientes da combustão para fora da câmara de combustão permitindo assim que o ciclo se recomece.

2.2 MOTORES NATURALMENTE ASPIRADOS

Em motores naturalmente aspirados, a admissão do ar se dar pelo gradiente de pressão gerado pelo movimento do pistão. O pistão move-se do ponto morto superior (PMS) até o ponto morto inferior. Durante esse processo ocorre uma depressão dentro do cilindro, que provoca a entrada da mistura gasosa por meio da válvula de admissão aberta (BRUNETTI, 2012).

Dentre as vantagens dos motores naturalmente aspirados destacam-se pela construção mais simples, o que implica menor número de componentes sujeitos a falhas e, conseqüentemente, maior confiabilidade e durabilidade. Com essa simplicidade também reduz os custos de fabricação, manutenção e reparo. Além disso, os motores apresentam resposta mais linear e previsível, e possuem custo de produção e manutenção inferior em comparação ao m (DINAMICARPNEUS, 2021).

Os motores naturalmente aspirados apresentam algumas limitações em comparação aos modelos sobrealimentados. Seu desempenho e potência são inferiores, uma vez que a admissão de ar ocorre apenas pela pressão atmosférica, o que limita a quantidade de combustível que pode ser queimada. Para atingir níveis semelhantes de potência e torque, esses motores precisam operar em rotações mais elevadas, o que acarreta em um aumento no consumo de combustível. Assim, observa-se que melhorias significativas de desempenho dependem diretamente do

trabalho em faixas de rotação mais elevadas, o que resulta em uma eficiência energética menor em relação aos motores turbinados (DINAMICARPNEUS, 2021).

2.3 MOTORES SOBREALIMENTADOS

A sobrealimentação apresenta soluções eficientes para o aumento de potência de um motor sem acréscimos significativos no peso ou no volume deslocado pelos pistões (BRUNETTI, 2012).

Nos motores sobrealimentados, a pressão de admissão permanece próxima ou igual à atmosférica até uma certa faixa de rotação, até o momento que o dispositivo de sobrealimentação entra em funcionamento. Quando atinge uma certa faixa de rotação o dispositivo de sobrealimentação o ar é comprimido e forçado para dentro do motor, aumentando a quantidade de massa de ar admitida. Resultando em uma queima de uma maior quantidade de combustível, o que resulta no aumento de potência (BRUNETTI, 2012; CENGEL; BOLES, 2013).

Dentre os principais tipos temos os supercompressores e os turbocompressores, neste trabalho iremos decorrer sobre os turbocompressores (BRUNETTI, 2012).

Os turbocompressores são divididos em duas partes, a turbina e o compressor, que são montados no mesmo eixo. Eles utilizam os gases do escape, que normalmente não seria utilizado em motores naturalmente aspirados, através dos gases provenientes da combustão que são expelidos para o escape que giram o motor da turbina, acionando assim o compressor, fazendo assim que comprima o ar admitido e forçando a entrada no motor (SOUZA, 2021; FOX et al., 2021).

Os motores equipados com turbocompressor apresentam maior potência e torque, o que garante um desempenho mais ágil mesmo em baixas rotações. Esse aspecto garante respostas mais rápidas do acelerador, que resulta em maior segurança para ultrapassagens e retomadas (BOSCH, 2018).

O sistema funciona comprimindo o ar que está sendo admitido, permitindo assim uma combustão mais eficiente, resultando não somente em ganhos de potência, mas também como em maior eficiência no consumo de combustível quando comparado a motores aspirados de potência equivalente. Dessa forma, esta tecnologia possibilita que motores de menor cilindrada entreguem o desempenho de motores maiores, adaptando performance e sustentabilidade (BRUNETTI, 2012; CENGEL; BOLES, 2013).

Dentre as desvantagens dos motores sobrealimentados com turbocompressores estão, o custo de fabricação, manutenção e reparos mais elevado pois motores turbos são mais complexos e necessitam de mais peças como a própria turbina, intercoolers, válvula de alívio e tubulação (BOSCH, 2018).

2.4 POTÊNCIA E TORQUE

A compreensão dos conceitos de potência e torque é fundamental para a análise do desempenho de motores automotivos. A potência, expressa em cavalos vapor (cv) ou quilowatts (kW), representa a capacidade do motor de realizar trabalho ao longo do tempo. Já o torque, medido em quilograma-força metro (kgfm) ou Newton- metro (Nm), refere-se à força de rotação aplicada ao virabrequim do motor, sendo responsável pela sensação de força nas acelerações e retomadas (Heywood, 1988).

Dessa forma, motores que apresentam alto torque em baixas rotações tendem a proporcionar respostas mais vigorosas em situações de arrancada, enquanto motores que mantêm torque elevado em altas rotações alcançam maiores valores de potência máxima (Martins, 2013).

Os gráficos de torque x rpm e potência x rpm são ferramentas essenciais para visualizar o comportamento do motor em diferentes faixas de rotação. Em motores aspirados, o torque geralmente atinge seu pico em rotações intermediárias, enquanto em motores turboalimentados, o torque máximo é alcançado em rotações mais baixas e mantido por uma faixa mais ampla, graças à sobrealimentação proporcionada pelo turbo (Basshuysen; Schäfer, 2004).

A correta interpretação desses gráficos permite identificar o regime de funcionamento mais eficiente do motor, além de auxiliar na escolha do veículo mais adequado ao perfil de uso do condutor. Por exemplo, veículos destinados ao uso urbano se beneficiam de motores com alto torque em baixas rotações, enquanto veículos esportivos valorizam a potência máxima em altas rotações (Heywood, 1995).

2.4.1 Potências do motor

Segundo Brunetti 2018, A potência efetiva chamada de potência útil ou potência no virabrequim, apresentada na equação (1), é a potência realmente disponível para mover o veículo, descontando as perdas mecânicas internas do motor. E a potência indicada, escrita na equação (2), é a potência total gerada dentro dos cilindros, antes das perdas por atrito e outros mecanismos internos do motor.

$$P_e = T \cdot 2\pi \cdot \frac{n}{60} \quad (1)$$

$$P_i = P_{mi} \cdot V_d \cdot \frac{n}{2} \quad (2)$$

Onde: P_e é a potência efetiva (W); T é o torque (N.m); ω (rad/s) é a velocidade angular; P_i = Potência indicada (W); P_{mi} = Pressão média indicada (Pa); V_d = Volume deslocado por ciclo (m^3); n = Número de ciclos por segundo (para motores de 4 tempos, $n = N / 2$, onde N é rpm).

2.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética dos motores de combustão interna é um tema central na engenharia automotiva, especialmente diante das crescentes exigências por redução de consumo de combustível e emissões de poluentes. Dois conceitos fundamentais nesse contexto são a eficiência térmica e a eficiência volumétrica (Tristão; Sumioshi, 2020)

A eficiência térmica refere-se à capacidade do motor de converter a energia química do combustível em trabalho mecânico útil. Motores de combustão interna, em geral, apresentam baixos rendimentos energéticos, com grande parte da energia sendo dissipada em forma de calor. O rendimento total do motor pode ser decomposto em diversos fatores, como rendimento de combustão, rendimento mecânico e eficiência de bombeamento (Tristão; Sumioshi, 2020).

Já a eficiência volumétrica está relacionada à quantidade de ar admitida pelo motor em relação ao volume total dos cilindros. Quanto maior a eficiência volumétrica, maior a quantidade de ar (e, conseqüentemente, de combustível) admitida, resultando em maior potencial de geração de potência. Motores aspirados, por dependerem da pressão atmosférica para admissão de ar, tendem a apresentar menor eficiência volumétrica em altas rotações. Por outro lado, motores turboalimentados utilizam a pressurização do ar de admissão para aumentar significativamente essa eficiência, permitindo maior desempenho mesmo com menor cilindrada (Basshuysen; Schäfer, 2004).

Diversos fatores influenciam a eficiência energética dos motores, entre eles a taxa de compressão, o tipo de combustível utilizado e a geometria do motor. O aumento da taxa de compressão, por exemplo, pode elevar a eficiência térmica, desde

que o combustível utilizado possua resistência suficiente à detonação. A composição da mistura ar-combustível e o avanço da ignição também são variáveis operacionais que impactam diretamente o rendimento do motor (Heywood, 1988; Tristão; Sumiوشي, 2020).

No cenário atual, observa-se uma tendência de downsizing, ou seja, a substituição de motores grandes aspirados por motores menores turboalimentados. Essa estratégia visa aumentar a eficiência energética, reduzindo o consumo de combustível e as emissões, sem comprometer o desempenho.

Motores turboalimentados conseguem entregar potência e torque equivalentes ou superiores aos motores aspirados de maior cilindrada, com menor consumo específico de combustível, especialmente em regimes de baixa e média rotação (Webmotors, 2022). Entretanto, é importante ressaltar que, em determinadas condições de uso, como em altas velocidades e cargas elevadas, o consumo dos motores turbo pode se igualar ou até superar o dos motores aspirados, devido ao funcionamento constante do sistema de sobrealimentação. Ainda assim, a eficiência global dos motores turboalimentados é, em geral, superior, justificando sua ampla adoção pela indústria automotiva contemporânea (Basshuysen; Schäfer, 2004; Webmotors, 2022).

2.5.1 Eficiências do motor

A eficiência volumétrica conforme a equação (3), indica o quanto do volume teórico dos cilindros é efetivamente preenchido com mistura ar-combustível, a eficiência térmica, apresentada na equação (4), mede a fração da energia do combustível convertida em trabalho útil e a eficiência mecânica escrita na equação (5) relaciona a potência efetiva com a potência indicada (Brunetti, 2018).

$$\eta_v = \frac{V_{ar\ admitido}}{V_{cilindrada}} \quad (3)$$

$$\eta_t = \frac{P_{util}}{M_{comb.} \cdot PCI} \quad (4)$$

$$\eta_m = \frac{P_{efetiva}}{P_{indicada}} \quad (5)$$

Onde: η_v = Eficiência volumétrica (adimensional ou %); $V_{ar_admitido}$ = Volume real de ar admitido por ciclo (m^3); $V_{cilindrada}$ = Volume total deslocado pelos pistões por ciclo (m^3); η_t = Eficiência térmica (adimensional ou %); P_{util} = Potência útil do motor (W); M_{comb} = Vazão mássica de combustível (kg/s); PCI = Poder calorífico inferior do combustível (J/kg); η_m = Eficiência mecânica (adimensional ou %); $P_{efetiva}$ = Potência efetiva (útil, medida no virabrequim) (W); $P_{indicada}$ = Potência indicada (gerada na câmara de combustão) (W).

2.6 CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

2.6.1 Medição: km/l ou L/100 km.

Existem duas principais formas de medir o consumo de combustível de um veículo, cada uma com suas particularidades e prevalência regional (PIGOZZO, 2015).

A unidade km/l (quilômetros por litro), comum no Brasil e nos Estados Unidos, indica a distância percorrida por litro de combustível, sendo uma medida de “produtividade”. Já a unidade L/100 km (litros por 100 quilômetros), predominante na Europa, expressa a quantidade de combustível necessária para percorrer 100 km, sendo uma medida mais direta de “consumo” (BOSCH, 2018; PIGOZZO, 2015).

Ambas são válidas para avaliar a eficiência, mas a escolha pode influenciar a percepção e o cálculo de autonomia, a precisão na medição do consumo de combustível é crucial para a avaliação da eficiência veicular, e diversos métodos são empregados, desde a medição direta do fluxo de combustível até a análise de dados da CAN-bus do veículo (JOKINIEMI et al., 2012).

No contexto agrícola, JOKINIEMI et al. (2012) desenvolveram um método acessível baseado no sensor de nível de combustível e rastreamento GPS, visando obter valores médios de consumo por hectare o que reforça a importância de métodos práticos e confiáveis para a medição do consumo energético.

2.6.2. Fatores que Influenciam o Consumo de Combustível

O consumo de combustível de um veículo é um resultado complexo de múltiplos fatores intrínsecos e extrínsecos:

Peso do Veículo: Um veículo mais pesado requer maior energia para aceleração e para superar a inércia e a resistência ao rolamento, resultando em maior consumo de combustível. Estudos indicam que a redução de peso é um dos principais

fatores para melhorar a eficiência de combustível, para cada 100 kg de redução de peso, o consumo combinado cidade/estrada pode diminuir em aproximadamente 0,4 L/100 km para carros (AUTOSMART, 2014).

Aerodinâmica: A resistência do ar (arrasto aerodinâmico) é uma força significativa que o veículo precisa superar, especialmente em velocidades mais altas. Um design aerodinâmico eficiente minimiza essa resistência, reduzindo a demanda de potência do motor e, conseqüentemente, o consumo de combustível. A aerodinâmica é um fator crítico no projeto de veículos, com o objetivo de reduzir o arrasto para otimizar a eficiência, a redução do coeficiente de arrasto (CDCD) pode levar a ganhos expressivos na economia de combustível, especialmente em velocidades elevadas (ALJADEI, 2021).

Tipo de Transmissão: A eficiência da transmissão é crucial para o consumo de combustível, câmbios manuais permitem maior controle ao motorista, mas a economia depende da habilidade, Câmbios automáticos modernos (com mais marchas) e CVT (Transmissão Continuamente Variável) são projetados para manter o motor na faixa de rotação ideal, otimizando o consumo, câmbios DSG (Direct Shift Gearbox – Dupla Embreagem) oferecem trocas rápidas e eficientes, contribuindo para um bom consumo devido à minimização da perda de potência. No estudo, observou-se que tratores com transmissão moderna e gerenciamento eletrônico do motor apresentaram consumo até 10% menor (JOKINIEMI et al., 2012).

2.6.3 Tecnologias de Economia de Combustível

A engenharia automotiva tem desenvolvido diversas tecnologias para otimizar a eficiência dos motores:

Injeção Direta: Esta tecnologia injeta o combustível diretamente na câmara de combustão, permitindo um controle mais preciso da mistura ar-combustível isso resulta em uma queima mais eficiente, maior potência e torque, e significativa economia de combustível em comparação com a injeção indireta (JOKINIEMI et al., 2012).

Sistema Start-Stop: Desliga automaticamente o motor quando o veículo para e o religa instantaneamente ao retomar a marcha, o objetivo é eliminar o consumo de combustível em marcha lenta, especialmente em tráfego urbano, podendo gerar uma economia considerável (AUTOSMART, 2014).

Downsizing: Consiste na redução da cilindrada e do número de cilindros do motor, mantendo ou melhorando a potência e o torque através de tecnologias como a turboalimentação. Motores menores são mais leves e, quando bem projetados, são mais eficientes em consumo, especialmente em cargas parciais (BRUNETTI, 2012). O Polo 1.0 MPI (3 cilindros) e o Jetta 2.0 Turbo (com alta potência específica) são exemplos dessa filosofia, visando desempenho com menor consumo e emissões (BOSCH, 2018).

2.7 EMISSÕES E SUSTENTABILIDADE

2.7.1 Gases emitidos: CO₂, NO_x, HC, CO.

A crescente preocupação com a qualidade do ar e as mudanças climáticas têm impulsionado a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias automotivas mais limpas e eficientes. Veículos automotores são uma das principais fontes de poluentes atmosféricos em áreas urbanas, contribuindo significativamente para a degradação ambiental e problemas de saúde pública. A compreensão dos tipos de gases emitidos, a eficácia das normas regulatórias e o potencial de tecnologias avançadas de motores são cruciais para o avanço da sustentabilidade no setor de transporte (RIBEIRO VIEIRA, 2008; CARDINALE BRANCO, 2015).

Os motores de combustão interna liberam uma variedade de poluentes na atmosfera. Os principais constituintes das emissões veiculares incluem material particulado (PM), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos (HCs) e monóxido de carbono (CO), resultantes da incineração de combustíveis. Além desses, gases de efeito estufa (GEE) como dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) e metano (CH₄) também são produzidos (BRUNETTI, 2012; BOSCH, 2018), além desses gases são produzidos outros como:

O monóxido de Carbono (CO): Gás incolor e inodoro, formado pela combustão incompleta do combustível, é tóxico e contribui para a formação de ozônio troposférico. Os Hidrocarbonetos (HCs) que são Moléculas de combustível não queimadas durante o processo de combustão que podem causar problemas respiratórios e alérgicos. Os óxidos de Nitrogênio (NO_x): Formados em altas temperaturas dentro do cilindro do motor, na presença de nitrogênio e oxigênio, que contribuem para a chuva ácida e problemas respiratórios [Mahmoudi et al., 2017].

E o dióxido de Carbono (CO₂): Principal produto da combustão de combustíveis fósseis e o GEE mais significativo, contribuindo para o aquecimento global [Mahmoudi et al., 2017].

2.7.2 Normas ambientais (ex: Proconve no Brasil).

As normas de emissão veicular são limites estatutários estabelecidos para proteger a saúde humana e alcançar padrões de qualidade do ar. Governos em todo o mundo regulam as emissões de poluentes [Winkler et al., 2018], no Brasil, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) tem sido fundamental na regulamentação das emissões veiculares. As normas PROCONVE são alinhadas com as normas europeias, implementando limites progressivamente mais rigorosos para poluentes como CO₂, NO_x, HC e CO [Singh et al., 2022].

As novas normas PROCONVE L-7 e L-8, introduzidas a partir de 2022 e 2025, respectivamente, visam endurecer os requisitos de emissão para veículos leves, a norma L-8, em particular, adota uma abordagem de média corporativa, exigindo que os fabricantes atendam a limites de emissão médios para toda a sua frota, no entanto, o Brasil ainda não exige testes em uso ou monitoramento pós-produção, e mantém isenções para veículos com características off-road, o que pode permitir que SUVs e picapes emitam mais poluentes do que veículos de passageiros de uso similar.

2.7.3 Vantagens dos motores menores e turboalimentados na redução de emissões.

A busca por maior eficiência de combustível e menor impacto ambiental tem levado ao desenvolvimento de motores menores (downsized) e turboalimentados, o downsizing de motores, combinado com a turboalimentação, permite que motores de menor cilindrada produzam potência e torque equivalentes a motores naturalmente aspirados maiores, mas com menor consumo de combustível e, conseqüentemente, menores emissões de CO₂ [Mahmoudi et al., 2017].

Estudos indicam que a turboalimentação pode reduzir o consumo de combustível e as emissões de GEE, por exemplo, a redução de 20% na cilindrada do motor e o aumento da pressão de entrada em 20-50% podem diminuir o consumo de combustível em 6- 14%, e as emissões de HC em 2-4%, CO em 7-20% e NO_x em 8-23% [Mahmoudi et al., 2017].

Embora a concentração de NO_x, CO e CO₂ no gás de escape de motores turboalimentados possa ser maior em comparação com motores naturalmente aspirados, as emissões específicas de freio (por unidade de potência) são menores, indicando uma maior eficiência geral [Mahmoudi et al., 2017].

3 METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS VEÍCULOS

A tabela 1, apresenta os dados de cada motor a ser analisado.

Tabela 1 - Características dos Veículos

Dado do Motor	Polo 1.0 Turbo 2021	Jetta 2.0 Aspirado 2012	Unidades
Cilindrada	999	1984	cm ³
Cilindro	3 em linha	4 em linha	---
Curso do pistão	76,4	92,8	mm
Diâmetro do cilindro	74,5	82,5	mm
Peso/Potência	9,0	11,2	Kg/cv
Peso/Torque	56,2	73,2	kg/kgfm
Potência específica	128,1	60,5	cv/litro
Potência máxima (A)	128	120	cv
Potência máxima (G)	116	116	cv
Razão de compressão	10,5:1	11,5:1	---
Regime potência máx.	5500	5000	rpm
Regime torque máx.	2000	4000	rpm
Rotação máxima	6500	---	rpm
Torque específico	20,4	9,3	kgfm/litro
Torque máximo (A)	20,4	18,4	kgfm
Torque máximo (G)	20,4	17,7	kgfm
Consumo Rodoviário (A)	9,8	7,8	km/l
Consumo Rodoviário (G)	14,1	10,8	km/l
Consumo Urbano (A)	8	6,1	km/l
Consumo Urbano (G)	11,6	8,8	km/l

Fonte: Ficha Técnica Completa

3.2 COMPARAÇÃO TÉCNICA DOS MOTORES

O Volkswagen Jetta 2.0 aspirado 2012 se destaca pelo motor de maior cilindrada e uma entrega de potência mais linear, atingindo boa velocidade final. No entanto, tem o consumo mais elevado e utiliza uma transmissão manual de 5 marchas. Enquanto o Volkswagen Polo 1.0 turbo 2021 é um projeto mais moderno, com um

motor menor, porém com a utilização de turbocompressor, o que garante torque elevado em baixas rotações e maior agilidade para retomadas.

Além disso, é mais leve, o que ajuda ainda mais a consumir menos combustível e conta com câmbio automático de 6 marchas, oferecendo mais conforto. O Jetta exige rotações mais altas para alcançar maior potência, enquanto o Polo entrega desempenho em faixas mais baixas de giro, o que contribui para sua maior eficiência no consumo de combustível.

3.3 ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

3.3.1 Relação entre desempenho e consumo

O motor 2.0 aspirado do Jetta 2012 apresenta uma potência máxima de 120 cv (álcool) e 116 cv (gasolina), com um torque máximo de 18,4 kgfm (álcool) e, 17,7 kgfm (gasolina). Seu consumo urbano é de 6,1 km/l (álcool) e, 8,8km/l (gasolina), e rodoviário de 7,8 km/l (álcool) e 10,8 km/l (gasolina).

Em contraste, o motor 1.0 turbo do Polo 2021, apesar de ter menor cilindrada, entrega uma potência máxima de 128 cv (álcool) e 116 cv (gasolina), e um torque máximo superior de 20,4 kgfm (álcool/gasolina), o consumo urbano é de 8,0 km/l (álcool) e 11,6km/l (gasolina), e rodoviário de 9,8 km/l (álcool) e 14,1 km/l (gasolina).

Observa-se que o Polo 1.0 Turbo, sendo um motor mais moderno e com tecnologia de turbocompressor, consegue entregar um desempenho similar ou superior ao Jetta 2.0 aspirado, com um consumo de combustível significativamente melhor em todas as condições, a relação peso/potência do Polo (9,0 Kg/cv) é mais favorável que a do Jetta (11,2 Kg/cv), indicando maior agilidade para o peso do veículo.

3.3.2 Eficiência volumétrica e térmica

A eficiência volumétrica refere-se à capacidade do motor de preencher seus cilindros com a mistura ar-combustível, a potência específica (cv/litro) é um bom indicador indireto dessa eficiência, o Polo 1.0 Turbo apresenta uma potência específica de 128,1 cv/litro, enquanto o Jetta 2.0 Aspirado tem 60,5 cv/litro, isso demonstra que o motor turbo, com sua menor cilindrada, é muito mais eficiente em extrair potência por litro de deslocamento, em grande parte devido à indução forçada do turbocompressor que permite a entrada de mais ar nos cilindros.

3.4 APLICAÇÕES E PERFIL DE USO

3.4.1 Qual motor é mais adequado para uso urbano?

Para o uso urbano, o Polo 1.0 Turbo é o motor mais adequado, seu torque máximo de 20,4 kgfm está disponível a baixas rotações, o que proporciona respostas rápidas e agilidade no trânsito, com menos necessidade de elevação do giro do motor, além disso, seu consumo urbano são notavelmente superior: 8,0 km/l (álcool) e 11,6 km/l (gasolina), contra 6,1 km/l (álcool) e 8,8 km/l (gasolina) do Jetta, o menor peso do Polo (1.147 kg contra 1.311 kg do Jetta) também contribui para a economia e facilidade de manobra em ambientes urbanos.

3.4.2 Qual motor se destaca em rodovias?

Em rodovias, o Polo 1.0 Turbo também se destaca devido ao seu consumo rodoviário ser superior ao do Jetta 2.0 embora o Jetta possa alcançar maiores velocidades, o Polo oferece um desempenho de aceleração maior o que é benéfico para ultrapassagens, além de também apresentar um bom torque disponível em baixas rotações, o que proporciona uma condução mais confortável e menos cansativa em viagens longas, mantendo o motor em regimes de rotação mais eficientes.

3.4.3 Manutenção, durabilidade e custo-benefício

Manutenção: Motores turbo, como o do Polo, geralmente exigem uma manutenção mais atenta, especialmente em relação ao sistema de lubrificação e ao turbocompressor. A troca de óleo e filtros deve ser rigorosamente seguida, e o uso de lubrificantes específicos é crucial, motores aspirados, como o do Jetta, tendem a ser mais simples em sua construção e, conseqüentemente, podem ter custos de manutenção preventiva ligeiramente menores em itens básicos. No entanto, a disponibilidade de peças e a rede de serviços para ambos os modelos Volkswagen são amplas.

Durabilidade: Historicamente, motores aspirados são vistos como mais duráveis devido à menor complexidade e menores estresses térmicos e mecânicos, no entanto, a engenharia moderna dos motores turbo, com materiais mais resistentes e sistemas de arrefecimento e lubrificação avançados, tem elevado significativamente sua durabilidade, que dependerá da manutenção adequada de ambos os motores e a forma de condução do proprietário

Custo-benefício: O Polo 1.0 Turbo oferece um custo-benefício superior em termos de operação diária, principalmente devido ao seu consumo de combustível muito mais baixo, embora o custo inicial de aquisição de um veículo mais novo possa ser maior, a economia a longo prazo com combustível e, potencialmente, um seguro mais acessível (devido à menor cilindrada e perfil de risco) podem compensar. O Jetta 2.0 Aspirado, sendo um modelo mais antigo, pode ter um custo de aquisição menor, mas os gastos com combustível serão consideravelmente maiores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise comparativa entre o Volkswagen Jetta 2.0 aspirado e o Volkswagen Polo 1.0 turbo revela uma clara vantagem da tecnologia de downsizing associada à sobrealimentação. Os dados apresentados na metodologia demonstram que, embora o Jetta possua um motor de maior cilindrada, o Polo entrega um desempenho superior na maioria dos cenários, com a vantagem de um consumo de combustível significativamente menor, a potência específica do motor do Polo (128,1 cv/litro) é mais que o dobro da do Jetta (60,5 cv/litro), evidenciando a maior eficiência do motor turbo em extrair energia do combustível, este resultado está em linha com os princípios da termodinâmica e da mecânica dos fluidos, que preveem que a maior densidade da mistura ar-combustível na câmara de combustão, proporcionada pelo turbocompressor, resulta em uma queima mais completa e, conseqüentemente, em maior rendimento (Çengel & Boles, 2013).

O motor do Polo apresenta torque máximo em rotações mais baixas, o que se traduz em maior agilidade no trânsito urbano e em ultrapassagens mais seguras em rodovias, em contrapartida, o motor aspirado do Jetta, para entregar sua potência máxima, necessita operar em regimes de rotação mais elevados, o que eleva o consumo de combustível e o nível de ruído, do ponto de vista da mecânica geral, a menor massa do Polo (1.147 kg contra 1.311 kg do Jetta) contribui para uma melhor relação peso/potência, o que, por sua vez, otimiza a dinâmica veicular e a eficiência energética (Hibbeler, 2017).

A tendência da indústria automotiva em direção a motores menores e mais eficientes é uma resposta direta às crescentes demandas por sustentabilidade e economia de combustível, o downsizing, aliado a tecnologias como a injeção direta de combustível e o turbocompressor, permite que os veículos atendam às rigorosas normas de emissões de poluentes, como as do PROCONVE no Brasil, sem sacrificar

o desempenho, a evolução dos materiais e dos processos de fabricação tem mitigado as preocupações com a durabilidade dos motores turbo, que hoje apresentam uma vida útil comparável à dos motores aspirados, desde que a manutenção seja realizada de forma adequada (Norton, 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo comparar o desempenho de um motor aspirado de maior cilindrada (Volkswagen Jetta 2.0) com um motor turbo de menor cilindrada (Volkswagen Polo 1.0), a fim de demonstrar os benefícios da tecnologia de downsizing e uma demonstração comparativa para quem está pensando em comprar seu primeiro carro sendo ambos os modelos considerados carros populares, a análise dos dados técnicos e de desempenho dos dois veículos permitiu concluir que o motor 1.0 turbo do Polo é significativamente mais eficiente que o motor 2.0 aspirado do Jetta, o Polo entrega potência e torque superiores em regimes de rotação mais baixos, com um consumo de combustível consideravelmente menor em todas as condições de uso, estes resultados corroboram a tese de que a tecnologia de downsizing, associada à sobrealimentação, é uma solução eficaz para conciliar desempenho, economia e sustentabilidade na indústria automotiva.

As principais conclusões obtidas foram:

O motor 1.0 turbo do Polo é mais eficiente que o 2.0 aspirado do Jetta, tanto em termos de potência específica quanto de consumo de combustível. O maior torque em baixas rotações do motor turbo proporciona uma condução mais ágil e segura. O menor peso do Polo contribui para a sua maior eficiência energética e melhor dinâmica veicular. A tecnologia de downsizing é uma tendência consolidada na indústria automotiva, impulsionada pela necessidade de reduzir o consumo de combustível e as emissões de poluentes.

Como sugestão para estudos futuros, recomenda-se a realização de uma análise comparativa de longo prazo, envolvendo os custos de manutenção e a durabilidade dos componentes dos motores turbo e aspirado, seria interessante também investigar o impacto de diferentes tipos de combustíveis (etanol e gasolina) no desempenho e nas emissões de cada motor, bem como a influência de diferentes estilos de condução no consumo de combustível.

REFERÊNCIAS

Abdullah, A. M. (2021). **The Effect of Automotive Aerodynamics in Fuel Consume.** *International Journal of Engineering Research and Applications*, 11(12), 12-18. Disponível em: <https://www.ijera.com/papers/vol11no12/Ser-1/B1112011218.pdf>

ALBALADEJO, Felipe Serafim. **Desenvolvimento de uma unidade de gerenciamento eletrônico para motores de combustão interna do ciclo otto.** 2013. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3140/tde-11072014120932/publico/Diss_FelipeAlbaladejo.pdf.

BASSHUYSEN, R.; SCHÄFER, F. **Internal Combustion Engine Handbook: basics, components, systems, and perspectives.** Warrendale: SAE International, 2006. Disponível em: <https://www.sae.org/publications/books/content/R-434/>

BASSHUYSEN, Richard van; SCHÄFER, Fred. **Internal Combustion Engine Handbook: Basics, Components, Systems, and Perspectives.** Warrendale, PA: SAE International, 2004. Disponível em: https://play.google.com/store/books/details/Internal_Combustion_Engine_Handbook?id=6Xd0EAAAQBAJ&hl=en-US.

BOSCH. **Bosch Automotive Handbook ou Engenharia Automotiva: Tecnologia do Motor.** [S.l.]: Editoras diversas, 2018.

BRUNETTI, F. **Motores de combustão interna.** São Paulo: Blucher, 2012. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://kaiohdutra.wordpress.com/wp-content/uploads/2021/01/384524440-motores-de-combustao-interna-vol-1.pdf>

CARDINALE BRANCO, Marcelo. **Inspeção Veicular: Como Instrumento de Controle da Poluição do Ar em Grandes Cidades,** 2015 Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-31122015-110304/publico/Diss_Marcelo.pdf

CARDOSO, Lucas. **Motor turbo ou aspirado? Qual o melhor?** Webmotors, 2022. Disponível em: <https://www.webmotors.com.br/wm1/noticias/motor-turbo-ou-aspirado-qual-o-melhor>.

ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. **Termodinâmica. 7. ed.** Porto Alegre: AMGH, 2013.

Dallmann, T. (2020). **Brazil PROCONVE L-7 and L-8 emission standards for light-duty vehicles.** *International Council on Clean Transportation.* Disponível em: <https://theicct.org/publication/brazil-proconve-l-7-and-l-8-emission-standards-forlight-duty-vehicles/>

DINAMICARPNEUS. **Vantagens e desvantagens do motor aspirado. 30 nov. 2021.** Disponível em: <https://dinamicarpneus.com.br/vantagens-e-desvantagens-do-motor-aspirado/>

FOX, R. W.; PRITCHARD, P. J.; MCDONALD, A. T. **Introdução à mecânica dos fluidos. 9. ed.** Rio de Janeiro: LTC, 2021.

GANESAN, V. **Internal Combustion Engines. 2. ed.** New Delhi: Tata McGraw-Hill, 1995. Disponível em: <https://coursecontent.indusuni.ac.in/wp-content/uploads/sites/8/2021/10/425803401-IC-Engines-by-V-Ganeshan-PDFDrive-com-pdf.pdf>

HIBBELER, R. C. **Mecânica: estática e dinâmica. 14. ed.** São Paulo: Pearson, 2017.

HEYWOOD, John B. **Internal Combustion Engine Fundamentals. 2. ed.** New York: McGraw-Hill, 2018. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Internal-Combustion-Engine-Fundamentals-2E/dp/1260116107>.

HEYWOOD, J. B. **Internal Combustion Engine Fundamentals.** New York: McGraw-Hill, 1988. Disponível em: [https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/tdg/ADVANCED%20ENGINE%20TECHNOLOGY%20AND%20PERFORMANCE/INTERNAL%20COMBUSTION%20ENGINES%20by%20Ganesan%20\(z-lib.org\).pdf](https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/tdg/ADVANCED%20ENGINE%20TECHNOLOGY%20AND%20PERFORMANCE/INTERNAL%20COMBUSTION%20ENGINES%20by%20Ganesan%20(z-lib.org).pdf)

Jokiniemi, T., Rossner, H., & Ahokas, J. (2012). **Simple and cost effective method for fuel consumption measurements of agricultural machinery.** *Agronomy Research Biosystem Engineering Special Issue*, 1, 97-107. Disponível em: <https://agronomy.emu.ee/wp-content/uploads/2012/05/p10s110.pdf>

Mahmoudi, A. R., Khazaee, I., & Ghazikhani, M. (2017). **Simulating the effects of turbocharging on the emission levels of a gasoline engine.** *Alexandria Engineering Journal*, 56(4), 737-748. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016817300960>

MARTINS, Jorge. **Motores de Combustão Interna. 6. ed.** Porto: Engebook, 2020. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Motores-Combust%C3%A3o-Interna-Jorge-Martins/dp/9898927844>.

Natural Resources Canada. (2014). **Learn the facts: Weight affects fuel consumption** disponível em: https://naturalresources.canada.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oeef/pdf/transportation/fuefficient-technologies/autosmart_factsheet_16_e.pdf

NORTON, R. L. **Projeto de máquinas: uma abordagem integrada. 5. ed.** Porto Alegre: Bookman, 2020.

PATIL, A.; PATIL, V.; PATIL, S.; JOSHI, M. **Engine downsizing and its effects on performance and emissions.** *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, v. 8, n. 1, p. 88-96, 2017.

PATIL, C.; VARADE, S.; WADKAR, S. **A Review of Engine Downsizing and Its Effects.** *International Journal of Current Engineering and Technology*, 2017. Disponível em: <https://inpressco.com/wp-content/uploads/2017/06/Paper75319-324.pdf>

PIELECHA, I. **Technological solutions in combustion engines improving energy efficiency**. Poznań: Poznań University of Technology, 2014.

PIGOZZO, Luiz A. **Consumo de Combustível – Uma Questão de Atitude** Disponível em: https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9788591990009_A50767259/preview-9788591990009_A50767259.pdf

RIBEIRO VIEIRA, Neise. **Poluição do Ar: Indicadores Ambientais**, 2008

SANTOS, G.; PASSARINI, F. **Motores de combustão interna: princípios e aplicações**. 2015. Disponível em: <https://www.abcm.org.br/anais/conem/2000/MC8824.pdf>

Singh, S., Kulshrestha, M. J., Rani, N., Kumar, K., Sharma, C., & Aswal, D. K. (2022). **An Overview of Vehicular Emission Standards**. MAPAN, 38(1), 241–263. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9098155/>

SOUZA, Zulcy. **Máquinas de Fluxo (Turbinas, Bombas e Ventiladores) ou Plantas de Geração Térmica a Gás**. [S.l.]: Interciência ou similar, 2015.

TRISTÃO, Guilherme de Almeida; SUMIOSHI, Silvio Sizuo. **Eficiência energética em motores de combustão interna**. X Simpósio de Iniciação Científica, Didática e de Ações Sociais da FEI, 2020. Disponível em: https://fei.edu.br/sites/artigos_sicfei_2020/130_SICFEI2020_ARTIGO.pdf

VARELLA, Carlos Alberto Alves. **Princípios de funcionamento dos motores de combustão interna**. 2014. 9 f. Apostila Didática (IT - Departamento de Engenharia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/66073/1/MAYKOL+DOUGLAS+PESSOA+VALOTA.pdf>

Volkswagen Jetta Comfortline 2.0 Tiptronic 2012. Disponível em: <https://www.fichacompleta.com.br/carros/volkswagen/jetta-comfortline-2-0-tiptronic-2012>.

Volkswagen Polo Comfortline 1.0 TSi 2021. Disponível em: <https://www.fichacompleta.com.br/carros/volkswagen/polo-comfortline-1-0-tsi-2021>.

Winkler, S. L., Anderson, J. E., Garza, L., Ruona, W. C., Vogt, R., & Wallington, T. J. (2018). **Vehicle criteria pollutant (PM, NO_x, CO, HCs) emissions: how low should we go?** npj Climate and Atmospheric Science, 1(1), 1-10. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41612-018-0037-5>

AVALIAÇÃO DE SOLDABILIDADE EM AÇOS INOX SUPER DUPLEX

Henry Kemper¹,

Jader Fernandes de Oliveira¹,

Lívia França dos Santos¹ ,

Alan Victor Ferreira Modolo²

1 Graduando em Engenharia Mecânica

2 Docente da Faculdade Multivix Vila Velha

RESUMO

Os aços inoxidáveis super duplex (AISD) são ligas utilizadas de forma abrangente nas atividades de exploração e produção de petróleo em componentes tais como, cabos umbilicais, trocadores de calor, linhas de injeção de água salgada e em diversos equipamentos que requeiram uma elevada resistência à corrosão associada a altos valores de resistência mecânica. Logo, para que os componentes e equipamentos possam manter o desempenho mínimo requerido em operação, é de suma importância que o material mantenha suas características e propriedades mecânicas após procedimentos de soldagem, que se faz necessário para fabricação, montagem e reparo desses componentes e equipamentos, visto que a soldagem pode ocasionar defeitos e modificações microestruturais e alteração das propriedades mecânicas do material. Deste modo, o presente trabalho buscou avaliar e comparar as propriedades mecânicas do aço inoxidável super duplex (AISD) após ser submetido a um processo de soldagem do tipo TIG. Os resultados apresentados durante o trabalho foram obtidos por meio de ensaios mecânicos e químicos, onde os ensaios foram realizados utilizando os corpos de prova fabricados de aço inoxidável super duplex UNS S32750. Em seguida, buscou-se confrontar os resultados experimentais obtidos com o referencial teórico apresentado

Palavras-chave: Aço inoxidável super duplex. Soldagem. Resistência a corrosão. Propriedades mecânicas. Ensaio mecânicos.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de ligas de maior resistência à corrosão e mecânica tem sido objetivo de muitos fabricantes para atender a indústria petrolífera nos dias atuais. A escassez do petróleo e seu elevado preço possibilita a extração deste em ambientes mais agressivos, como a prospecção de petróleo em águas profundas e ultraprofundas. Desta forma torna-se necessário o desenvolvimento de ligas que suportem às exigências para que os equipamentos trabalhem em condições extremamente adversas (nível de solicitação

mecânica, ambiente agressivo, dificuldade de inspeção e manutenção, etc.). Um dos mais modernos aços com relação à resistência à corrosão/custo nos dias de hoje, e cuja demanda cresce a cada ano na indústria do petróleo, são os aços inoxidáveis super duplex (Leite, 2009).

Levando em consideração os fatores abordados, o presente trabalho busca avaliar a influência do processo de soldagem TIG (GTAW) orbital sobre as propriedades mecânicas e a resistência à corrosão do aço inox super duplex UNS S32750.

A maioria dos processos de soldagem causa, nas partes que estão sendo unidas, variações de temperatura e deformações plásticas que resultam em alterações na estrutura dos materiais da junta soldada e, portanto, de suas propriedades. Assim, sob certos aspectos, a soldagem pode ser considerada um tratamento termomecânico violento, cujo efeito nas características metalúrgicas do material deve ser cuidadosamente considerado (Marques, 2014).

O estudo que será realizado levará em consideração a utilização do UNS S32750 na fabricação de tubos metálicos aplicados como componentes funcionais em cabos umbilicais submarinos. Visto que, segundo Reboh (2014), tubos metálicos aplicados na fabricação de cabos umbilicais, normalmente são fabricados de ligas de aço inoxidável das famílias dos aços inoxidáveis super duplex e duplex, como o UNS 32750, por exemplo.

Figura 1 – Cabo umbilical submarino com componentes de AISD UNS S32750.



Fonte: Prysmian, 2018.

Desse modo a partir de tubos fabricados da liga UNS S32750, será preparados corpos de prova retirados de regiões de junta soldada entre dois tubos, e de regiões livres de qualquer influência por parte do calor proveniente do processo de soldagem.

Um par de corpos de prova – sendo um com solda e o outro sem solda – será submetido à

análise metalográfica, por meio de microscopia óptica, para observação das mudanças microestruturais ocorridas ao longo do procedimento de soldagem. Visto que, segundo Marques (2014), O processo de solidificação do cordão determina várias características macro e microestruturais do cordão, tendo assim, um importante efeito sobre as propriedades e o comportamento da solda.

As propriedades mecânicas do material serão avaliadas com base em resultados numéricos obtidos por meio de ensaios de tração, dobramento e fadiga e dureza, sendo utilizados dois corpos de prova para cada teste.

Além disso, buscará avaliar a resistência à corrosão do UNS S32750 através do ensaio de corrosão, executado tanto na junta soldada, quanto na região do metal base, ou seja, região que não sofreu alteração microestrutural em decorrência do processo de soldagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 APLICAÇÃO DO SUPER DUPLEX NA PROSPECÇÃO DE PETRÓLEO

A necessidade de materiais com maiores resistências mecânica e à corrosão em ambientes corrosivos, como na extração de petróleo em meios salinos, têm conduzido à utilização de aços inoxidáveis super duplex em projetos como o do Pré-sal (Balancin; Dias, 2021, p. 68).

Os aços inoxidáveis super duplex (AISD) são amplamente utilizados na exploração e produção de petróleo naval e offshore, devido à sua elevada resistência à corrosão e excelentes propriedades mecânicas, sendo aplicados em componentes como trocadores de calor, linhas de injeção de água salgada e cabos umbilicais (Souza et al., 2014). Esses cabos são essenciais para o controle e a comunicação com equipamentos submarinos, como Árvores de Natal molhadas e manifolds, além de permitirem a injeção de produtos químicos no processo produtivo (Gonçalves, 2009).

Conforme a norma ISO 13628-5 (2009), cabos umbilicais são conforme a norma ISO 13628-5 (2009), cabos umbilicais são conjuntos de cabos elétricos, ópticos, mangueiras e tubos para serviços hidráulicos, injeção de fluidos e comunicação. Falhas nesses componentes podem gerar perdas significativas de produção, o que tem levado à crescente adoção de tubos metálicos em substituição às mangueiras termoplásticas, devido à maior confiabilidade e resistência à permeação de fluidos (Gonçalves, 2009). Os tubos metálicos para cabos umbilicais estão detalhados na tabela H da norma ISO 13628-5 (2009).

2.2 PROCESSO DE SOLDAGEM

2.2.1 TIG (GTAW)

O processo TIG é largamente utilizado na soldagem de aços inoxidáveis, requerendo controle rigoroso de parâmetros para evitar a formação de fases indesejadas como sigma (σ) e nitretos de cromo (Cr_2N), que comprometem a resistência à corrosão (Paiva et al., 2014). Para AISD, recomenda-se um aporte de calor entre 0,3 e 1,5 kJ/mm e temperatura interpasse inferior a 100°C para manter a microestrutura bifásica (Paiva et al., 2014). A principal vantagem do TIG reside no controle preciso da energia transferida ao metal, essencial para a integridade e desempenho da junta soldada (Marques, 2014; Purnell, 2003).

2.2.2 TIG ORBITAL

A soldagem TIG orbital é uma versão automatizada do TIG manual, focada na união de tubulações. Seu objetivo principal é reduzir a interferência humana e aumentar a produtividade, atendendo à demanda industrial por soldagens mais eficientes (Pigozzo, 2015). Neste processo, a tocha de soldagem acompanha o perfil geométrico dos tubos, que permanecem estacionários (Figueirôa et al., 2015).

Para os testes propostos, serão utilizados cabeçotes de câmara aberta para soldagem de tubos de AISD, pois permitem o uso de metal de adição. Esses cabeçotes se movem sobre um trilho ao redor da tubulação, controlando a distância entre o eletrodo e a peça pela leitura da tensão do arco elétrico (Pigozzo, 2015). Eles também oferecem flexibilidade operacional, incluindo movimentos longitudinais ao eixo do tubo para controle oscilatório do eletrodo (Pigozzo 2015). A parametrização da soldagem orbital permite ajustar parâmetros distintos para segmentos da circunferência do tubo, como a corrente de soldagem, para um maior controle do aporte térmico.

2.3 AÇO INOXIDÁVEL DUPLEX E SUPER DUPLEX

O aço é uma liga de ferro e carbono (0,008% a 2,11% de carbono) com elementos residuais (Chiaverini, 2005). Classifica-se em aços-carbono e aços-liga, sendo estes últimos com elementos adicionais em teores mais elevados (Chiaverini, 2005). Os aços inoxidáveis, desenvolvidos por Harry Brearley em 1913, contêm no mínimo 10,5% de cromo, que confere resistência à corrosão pela formação de uma camada de óxido na superfície (Carbó, 2008; Lopes, 2006; Sousa, 2021).

A classificação dos aços inoxidáveis inclui martensíticos, ferríticos, austeníticos, duplex (ferrítico-austeníticos) e endurecidos por precipitação (Da Costa, 2006). Os aços inoxidáveis duplex (AID) possuem estrutura bifásica equilibrada de ferrita e austenita (Sousa, 2021). Já

os aços inoxidáveis super duplex (AISD) apresentam resistência superior à corrosão por pites (PREN > 40), mas exigem controle rigoroso na soldagem para evitar a precipitação de fases intermetálicas que comprometem suas propriedades (Brandi et al., 2010; Sousa, 2021).

2.4 PROPRIEDADES MECÂNICAS

As propriedades mecânicas descrevem o comportamento de um material sob esforços mecânicos, determinando sua capacidade de resistir e transmitir esses esforços sem ruptura ou deformações incontroláveis (Chiaverini, 1986). Para tubos de liga UNS S32750 em cabos umbilicais submarinos na prospecção de petróleo, as propriedades mecânicas são cruciais, especialmente a alta resistência à fadiga apresentada por essa liga de AISD (Chaves, 2022).

A resistência à oxidação em altas temperaturas está ligada às propriedades mecânicas, com uma diminuição dos valores em ambientes de alta temperatura. Essa perda é menos significativa em aços inoxidáveis especiais, como o super duplex, em comparação com aços comuns, justificando sua escolha para aplicações em altas temperaturas (Carbó, 2008). Os AISD são demandados em aplicações que requerem alta resistência à corrosão e mecânica, devido à sua microestrutura bifásica fina com proporções semelhantes de austenita e ferrita, e à composição de elementos de liga como Cr, Mo, Ni, W, Cu, Mn e Si (Souza et al., 2014). A influência desses elementos de liga nas propriedades mecânicas é fundamental, pois cada um pode afetar a ferrita e a austenita (endurecibilidade) (Chiaverini, 2005).

2.5 CORROSÃO

A corrosão é definida como um ataque nas regiões dos contornos dos grãos, resultando em perdas de propriedades mecânicas (Rodrigues, 2023). Viveros (2020) explica que isso ocorre devido à diferença de potenciais eletroquímicos entre o interior do grão e seus contornos. Ligas de alumínio com cobre são suscetíveis a esse tipo de corrosão pela formação de precipitados de Al₂Cu nos contornos de grão (Araujo, 2019; Santos, 2023).

Sendo um processo espontâneo, a corrosão altera os materiais metálicos, comprometendo sua durabilidade e desempenho (Frauches-Santos et al., 2013). A deterioração por interação físico-química entre o material e o ambiente operacional causa alterações prejudiciais como desgaste, variações químicas ou modificações estruturais, tornando o material inadequado (Gentil, 2011). Na indústria petrolífera, a corrosão eletroquímica é a mais prejudicial, devido à água de produção, fluidos de perfuração com gases dissolvidos e microrganismos, além de alta temperatura e pressão (Frauches-Santos et al., 2013).

A corrosão eletroquímica é um processo espontâneo que ocorre quando um metal ou liga está em contato com um eletrólito (como água do mar, ar úmido ou solo), resultando em reações anódicas (oxidação) e catódicas (redução) simultâneas, que deterioram o metal (Frauches- Santos et al., 2013).

2.6 ENSAIOS MECÂNICOS

Segundo Souza (2007), os ensaios mecânicos são realizados para determinar as propriedades mecânicas de um material metálico pela aplicação de esforços possíveis como tração, compressão, cisalhamento, pressão interna e outros, sendo classificados em ensaios destrutivos e não destrutivos.

2.6.1 DESTRUTIVOS

Segundo Souza (2007), os ensaios destrutivos promovem a ruptura ou a inutilização do material e estão classificados os ensaios de tração, dobramento, flexão, torsão, fadiga, impacto, compressão e outros.

2.6.2 NÃO DESTRUTIVOS

Segundo Souza (2007), os ensaios não-destrutivos são utilizados para determinação de algumas propriedades físicas do metal, bem como detectar falhas internas do mesmo sem causar a inutilização do material e estão classificados os ensaios com raios X, ultrassom, elétricos e outros.

3 METODOLOGIA E METODO DA PESQUISA

3.1 MATERIAIS

Para a realização da avaliação proposta por este trabalho, foram utilizados corpos de prova retirados de tubos metálicos sem costura, com diâmetro interno de 1/2" e espessura de parede nominal igual a 1,24 mm, utilizados para aplicações no contexto "off-shore", fabricados a partir do aço inoxidável super duplex UNS S32750, cuja composição química pode ser verificada na Tabela 1.

Os tubos utilizados para preparação dos corpos de prova foram fornecidos por uma empresa atuante no setor de petróleo e gás. Tendo em vista esse fato, a composição química apresentada na tabela abaixo foi obtida a partir do certificado de qualidade enviado a esta empresa pelo fornecedor dos tubos de aço super duplex. Por motivos éticos e buscando preservar as informações internas desta empresa, seu nome, bem como o nome do fornecedor dos tubos não serão revelados neste trabalho.

Tabela 1. Composição química do aço inoxidável super duplex UNS S32750.

Teor de Elementos de Liga (%)				
C	S	Mn	P	S
0,016	0,200	0,500	0,023	<0,0003
Cr	Mo	Ni	W	Cu
25,540	4	7,05	0,070	0,170
Co	Ti	Al	Nb	B
0,06	<0,01	0,009	0,012	0,002
N	O	As	Sn	Sb
0,270	0,002	0,006	<0,005	<0,005

Fonte: Certificado do fornecedor.

Como metal de adição, foi utilizado o arame ER2594 SFA 5,9 com diâmetro de 1,0 mm, cuja composição química pode ser verificada na tabela 2.

Tabela 2. Composição química do metal de adição utilizado.

Teor de Elementos de Liga (%)					
C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si
0,0140	25,470	9,220	4,040	0,560	0,410
P	S	N	Cu	W	
0,019	0,0007	0,2520	0,190	0,010	

Fonte: Certificado do fornecedor.

Como gás de purga, foi utilizada uma mistura gasosa composta por 1,8% de Nitrogênio (N₂) e 98,2% de Argônio (Ar). Desse modo, essa mistura foi aplicada no interior dos tubos a serem soldados.

3.2 PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM

Os processos de soldagem dos corpos de prova foram feitos em juntas de topo (chanfro reto), na posição 5G tanto ascendente quanto descendente (orbital).

Todas as soldas foram realizadas em apenas um passe, utilizando o equipamento de soldagem mecanizado modelo Orbital do fabricante Fronius. Entretanto, durante a execução da solda, a circunferência da junta foi dividida em 4 segmentos, cada um com uma parametrização diferente, objetivando evitar ao máximo um desbalanceamento microestrutural da junta soldada, ocasionada pelo descontrole do aporte térmico.

Vale ressaltar que, anteriormente à soldagem, foi executada a limpeza de toda a superfície interna dos tubos a serem soldados, para retirar todo o resíduo gerado pelo processo de corte dos segmentos de tubo, como pó e pequenas limalhas de aço.

A parametrização para os procedimentos de soldagem realizados durante o presente estudo foi estabelecida a partir de estudos internos para desenvolvimento do procedimento de soldagem de tubos de aço inoxidável super duplex, com diâmetro interno de 1/2" e espessura de parede igual a 1,24 mm, realizados por uma empresa atuante no setor de petróleo e gás.

Ao longo do primeiro segmento, definido com uma extensão de 90 graus, a velocidade adotada foi de 8,0 cm/min, a corrente básica utilizada foi de 26 A e a corrente de pulso adotada foi de 46 A.

Ao longo do segundo e do terceiro segmento, cada um com uma extensão de 90 graus, os parâmetros se mantiveram. Ou seja, a velocidade adotada foi de 8,0 cm/min, a corrente básica utilizada foi de 26 A e a corrente de pulso foi de 46 A.

Por fim, ao longo do quarto e último segmento, definido com uma extensão de 110 graus, a velocidade adotada continuou sendo 8,0 cm/min, mas os valores de corrente foram alterados, sendo a corrente básica foi de 23 A e a corrente de pulso foi de 43 A.

Ao final do processo, a purga do gás foi mantida durante 35 segundos, objetivando a proteção posterior da zona fundida e adjacências durante o resfriamento.

3.3 TESTES EXECUTADOS

Para realizar a avaliação das soldas executadas, os corpos de prova foram submetidos a ensaios mecânicos, de corrosão e ensaio não destrutivos, objetivando avaliar a influência da soldagem sobre as propriedades mecânicas, resistência à corrosão e susceptibilidade a trincas do AISD.

Para a escolha dos ensaios, foi tomada como base as diretrizes apresentadas pela norma ISO 13628-5 (2009), que trata sobre o processo de qualificação de tubos metálicos utilizados para fabricação de cabos umbilicais submarinos, em conjunto com as diretrizes apresentadas

pela norma ASME IX (2021), que trata sobre o processo de qualificação de procedimentos de soldagem.

Desse modo, foi proposta a realização dos seguintes ensaios, descritos na tabela 3.

Tabela 3. Ensaios propostos para avaliação de soldabilidade.

Ensaio de Tração
Ensaio de Dobramento (Face e Raiz)
Ensaio de Microdureza Vickers
Ensaio de Líquido Penetrante
Análise Metalográfica
Ensaio de Corrosão

Fonte: Elaborada pelos autores.

3.3.1 Ensaio de tração

Para realização deste ensaio, foram utilizados 2 corpos de prova, ambos possuindo junta soldada.

Devido ao fato de as dimensões do tubo testado serem suficientemente pequenas, o ensaio foi realizado no tubo completo. Ou seja, não houve a necessidade de corte e preparação de corpos de prova. Desse modo, as dimensões dos corpos de prova podem ser encontradas na Tabela 4.

Tabela 4 – Dimensões dos corpos de prova para ensaio de tração.

Corpo de Prova	Dimensões (mm)	Secção (mm)	Comprimento entre garras (mm)
1	15,40	59,59	300
2	15,37	59,89	300

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como critério de aceitação para o ensaio, conforme solicita a ASME IX (2021), é necessário que seja obtido um limite de escoamento de, no mínimo, 800 Mpa, e que a ruptura aconteça fora do cordão de solda.

3.3.2 Ensaio de Dobramento

Para a realização deste ensaio, foram utilizados 4 corpos de prova, sendo 2 para DR (Dobramento Raiz) e 2 para DF (Dobramento Face). A preparação destes corpos de prova

foi feita conforme ASME IX (2021).

Desse modo, as dimensões dos corpos de prova podem ser encontradas na Tabela 5. Tabela 5 – Dimensões dos corpos de prova para ensaio de dobramento.

Corpo de Prova	Dimensões (mm)	Ø Cutelo	Distância entre apoios
1 – DF	11,91 x 1,23		
2 – DF	11,91 x 1,23		
1 – DR	11,91 x 1,23	4,92	10,58
4 – DR	11,91 x 1,23		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como critério de aceitação para o ensaio, é necessário que não haja quaisquer trincas ou fissuras na região que está sofrendo esforços de tração devido ao dobramento (face ou raiz da solda).

3.3.3 Ensaio de Microdureza Vickers

O ensaio de dureza Vickers foi realizado utilizando um micro-durômetro Vickers da marca PanTec. Para a realização deste ensaio, foi utilizada apenas uma amostra. A região da junta soldada foi cortada radialmente em dois pontos, de forma a separá-la do resto do tubo. Logo após, esta mesma secção foi cortada longitudinalmente, de forma a expor o perfil da junta soldada, e embutida em baquelite.

Após o embutimento, as amostras foram submetidas a um processo de lixamento, para o qual as lixas de granulometria 240G, 300G, 400G, 600G, 800G, 1000G e 1200G foram utilizadas, respectivamente. O processo de lixamento ocorreu sob água corrente, sendo a peça girada em 90° em cada momento de troca de lixa.

A microdureza Vickers (HV) foi medida em 3 pontos para cada região da junta soldada (metal base, ZTA e zona fundida). Após isso, foi calculada a média aritmética de microdureza em cada região.

Após o cálculo, os valores obtidos em HV foram convertidos para valores de dureza Rockwell C (HRC), para possibilitar a comparação com o critério de aceitação dado pela norma ASTM A 789/A 789M (2001), que define uma dureza máxima igual a 32 HRC para ligas do tipo UNS S32750.

3.3.4 Líquido Penetrante

Para a realização deste ensaio foram preparados 5 corpos de prova, no qual a inspeção foi realizada na região das juntas soldadas com as superfícies escovadas, utilizando uma escova com cerdas de aço inoxidável, antes do início do ensaio em si.

O penetrante utilizado no ensaio foi o SKL-WP da fabricante Magnaflux, que é comumente utilizado para localizar falhas e trincas abertas à superfície. O removedor SKC-S da fabricante Magnaflux foi utilizado para realizar a pré-limpeza e a remoção do excesso de penetrante aplicado. O revelador utilizado foi o SKD-S2 da fabricante Magnaflux, que é um solvente não clorado e não halogenado à base de solvente não aquoso.

3.3.5 Análise Metalográfica

Para esta análise metalográfica, foi utilizado um microscópio óptico da marca Zeiss. Para realização deste ensaio, foi utilizada apenas uma amostra, embutida em baquelite.

Após o embutimento, as amostras foram submetidas a um processo de lixamento, para o qual as lixas de granulometria 240, 300, 400, 600, 800, 1000 e 1200 foram utilizadas, respectivamente. O processo de lixamento ocorreu com a presença de água corrente, sendo as amostras giradas em 90 graus no momento da troca de lixa, alternando assim o sentido de lixamento.

Todas as regiões da junta (metal base, ZTA e zona fundida) foram avaliadas através de microscopia óptica (onde um aumento de 500x foi adotado) e aferição do percentual de ferrita. Vale a pena ressaltar que este cálculo foi realizado por um software utilizado por uma empresa atuante no setor de petróleo e gás.

Apenas como referência, segundo a norma ISO 13628-5 (2009), é necessário que a ferrita ocupe entre 35% e 55% da área analisada na microestrutura do material.

3.3.6 Ensaio de Corrosão

Este ensaio de Corrosão foi realizado tendo como base as diretrizes da norma ASTM G48-03 (2009), juntamente com os requisitos adicionais apresentados pela norma ISO 13628-5 (2009).

Para realização deste ensaio, foram utilizados 2 corpos de prova, sendo cada corpo de prova uma secção longitudinal cortada do tubo soldado na região onde o cordão foi realizado.

Para a realização do teste em si, os tubos de ensaio foram colocados em um banho termostático em silicone líquido condicionado a 50°C, e foi aguardado um tempo de 5 minutos

para que a solução de cloreto de ferro atingisse o equilíbrio térmico com o silicone líquido, ou seja, à 50°C.

Nesse momento, antes de inserir os corpos de prova nas soluções de Cloreto de Ferro, cada um dos corpos de prova foi submetido à avaliação dimensional (diâmetro interno, diâmetro externo, altura e espessura da solda) e pesagem.

As misturas foram inseridas em suas soluções e mantidas durante 24 horas, condicionadas a uma temperatura constante de 50°C.

4 RESULTADOS

A partir dos ensaios realizados em corpos de prova, seguindo os parâmetros informados na metodologia, obtivemos os resultados apresentados nos tópicos dos respectivos ensaios abaixo. Os resultados foram comparados com os critérios de aceitação para cada respectivo teste.

4.1 ENSAIO DE TRAÇÃO

A tabela abaixo apresenta os resultados obtidos para cada corpo de prova testado.

Tabela 6 – Resultados obtidos no ensaio de tração.

CP	Carga de ruptura (kgf)	Tensão de ruptura obtida (Mpa)	Local da fratura
1	5181	853	Fora da solda
2	5196	851	Fora da solda

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 2 e Figura 3 apresentam os resultados obtidos do ensaio de tração realizado em ambos os corpos de prova.

Figura 2 – Resultado de ensaio de tração (CP 1).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3 – Resultado de ensaio de tração (CP 2).

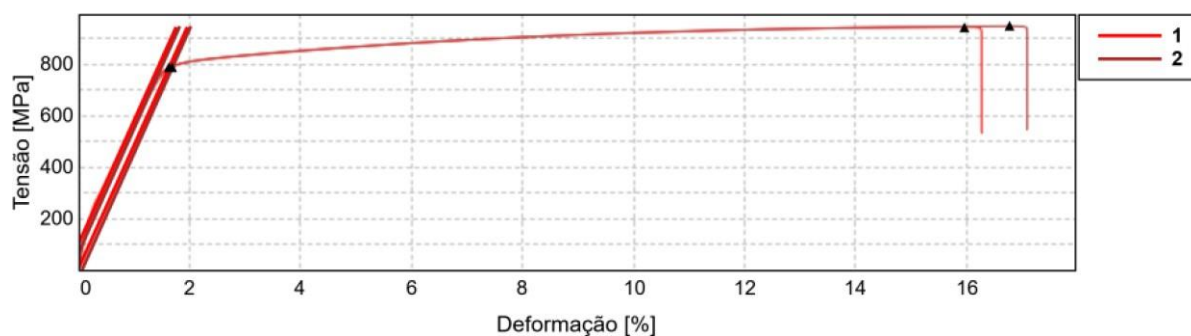


Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme a Tabela 6, os corpos de prova atingiram uma tensão de ruptura de 853 MPa e 851 MPa, para o primeiro e segundo corpo de prova, respectivamente. Além disso, para ambos os corpos de prova, a ruptura ocorreu na região da ZTA, ou seja, fora da solda, conforme pode ser verificado na Figura 2 e Figura 3.

O diagrama tensão-deformação obtido destes ensaios para ambos os corpos de prova pode ser verificado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Diagrama tensão-deformação obtido para CP's 1 e 2.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2 ENSAIO DE DOBRAMENTO

O teste de dobramento foi realizado para avaliar qualitativamente a superfície soldada quanto à ductilidade, conforme ASME IX (2021).

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos para cada corpo de prova testado.

Tabela 7 – Resultados obtidos no ensaio de dobramento.

CP	Dimensões (mm)	Diâmetro do cutelo (mm)	Distância entre roletes (mm)	Ângulo de dobramento (graus)	Resultado obtido
DF - 1	11,91 x 1,24	4,92	10,58	180	Não apresentou fissuras
DF - 2	11,91 x 1,24	4,92	10,58	180	Não apresentou fissuras
DR - 1	11,91 x 1,24	4,92	10,58	180	Não apresentou fissuras
DR - 2	11,91 x 1,24	4,92	10,58	180	Não apresentou fissuras

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4 – Corpos de prova após ensaio de dobramento.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Desse modo, como não foram encontrados nenhum surgimento de trincas ou fissuras, tanto na região de raiz, quanto na região do reforço da solda, não é possível dizer que o processo de soldagem executado contribuiu para a perda de ductilidade do AISI 32750. Assim como não é possível dizer também que este aço possui uma alta susceptibilidade a trincas, mesmo após ser soldado pelo processo TIG Orbital, considerando os parâmetros que aqui foram utilizados.

4.3 ENSAIO DE MICRODUREZA VICKERS

O teste de microdureza Vickers foi realizado em tubo com solda e a dureza medida em três pontos diferentes da secção do tubo com/forme informado no item metodologia. A Tabela 8, a Tabela 9 e a Tabela 10 trazem os valores de dureza aferido em cada ponto, bem como a média desses valores para cada região da junta.

Tabela 8 – Resultados obtidos do ensaio de microdureza – Metal Base.

CP	Resultados obtidos
	297,00
Metal Base	305,00
	296,00
Média	299,33

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação ao metal base, a dureza encontrada durante os ensaios deste trabalho apresenta valores ligeiramente maiores do que os valores fornecidos em HV pelo certificado do fornecedor, os quais foram evidenciados pelo referencial teórico.

Tabela 9 – Resultados obtidos do ensaio de microdureza – ZTA.

CP	Resultados obtidos
	291,00
ZTA	283,00
	283,00
Média	285,67

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 10 – Resultados obtidos do ensaio de microdureza – Zona fundida.

CP	Resultados obtidos
	273,00
Zona fundida	275,00
	279,00
Média	275,57

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota-se que houve uma ligeira queda no valor médio de dureza na zona fundida e na ZTA, em comparação ao valor para o metal base. Desse modo, é plausível levantar a hipótese de que existe a possibilidade de que a diminuição da dureza na junta esteja relacionada com o aumento de ferrita.

4.4 ENSAIO DE LÍQUIDO PENETRANTE

Os resultados obtidos a após o ensaio de Líquido Penetrante podem ser visualizados a partir da Figura 2 abaixo.

Figura 2 – Execução de ensaio de líquido penetrante.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir desse ensaio de líquido penetrante, em nenhuma das 5 amostras foram identificadas trincas superficiais, tendo sido analisada todas as regiões da junta (metal base, ZTA e zona fundida) e ao longo de toda a circunferência de cada junta.

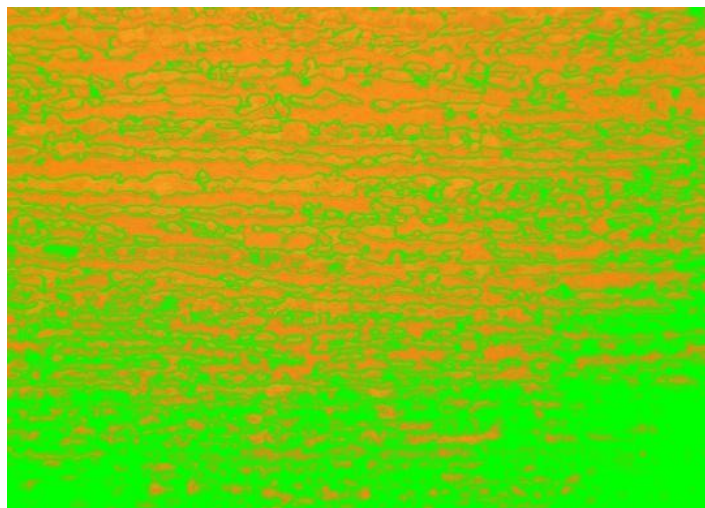
Considerando que o ensaio de Líquido Penetrante não indicou a ocorrência de trincas superficiais é plausível concluir que, conforme já mencionado no referencial teórico, mesmo que o AISD seja um aço que necessite de cuidados específicos durante a soldagem, como o controle do aporte térmico, por exemplo, é possível dizer que os parâmetros utilizados para soldagem TIG Orbital executada durante este trabalho foram suficientes para proporcionar uma união sem susceptibilidade a trincas superficiais.

Portanto, não é possível dizer que o UNS S32750 apresenta alta susceptibilidade a trincas, caso sejam adotados os parâmetros adequados durante sua soldagem.

4.5 ANÁLISE METALOGRÁFICA

A avaliação microestrutural foi realizada no CP com solda e foi observado a microestrutura (aumento de 500x) para contabilizar o percentual de área de ferrita em cada região (metal base, ZTA e zona fundida). As figuras abaixo mostram os resultados dos cálculos de área obtidos em 1 ponto de cada região por meio da utilização de software utilizado por uma empresa atuante no setor de petróleo de gás.

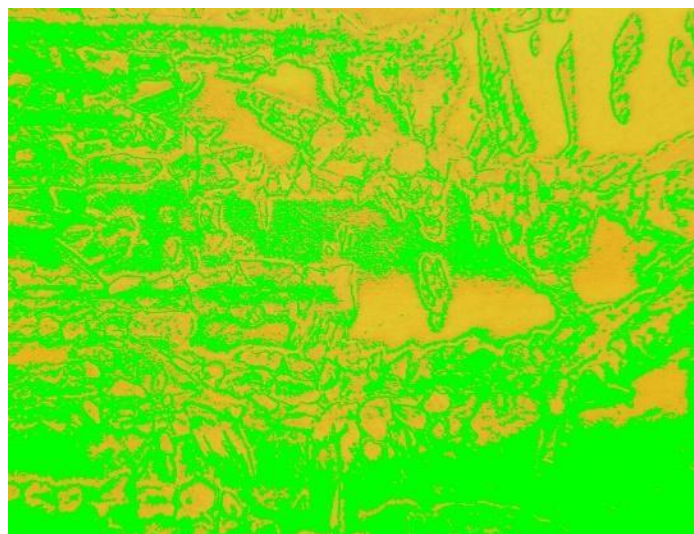
Figura 3 – Metalografia na região de metal base.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Como resultado do cálculo de área e porcentagem de ferrita na região do metal base, foi obtido o valor de 40% respectivamente.

Figura 7 – Metalografia na região da ZTA.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Como resultado do cálculo de área e porcentagem de ferrita na região de ZTA, foi obtido o valor de 51% respectivamente.

Figura 8 – Metalografia na região da solda.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Como resultado do cálculo de área e porcentagem de ferrita na região da solda, foi obtido o valor de 51% respectivamente.

Apenas como valores de referência, segundo a norma ISO 13628-5 (2009), é necessário que a ferrita ocupe entre 35% e 55% da área analisada na microestrutura do material, e conforme medições através software de análise microscópica, os valores obtidos nesta amostra estão dentro do limite estabelecido, portanto, considerariamos o resultado do teste como satisfatório.

4.6 ENSAIO DE CORROSÃO

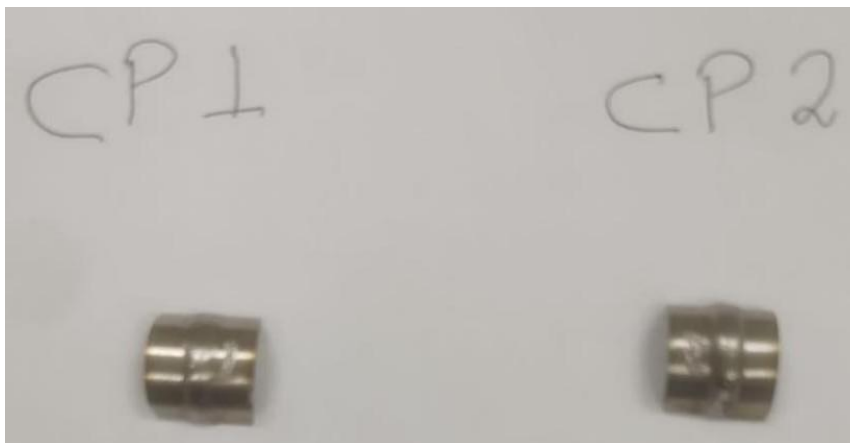
Após a realização do ensaio, os corpos de prova foram pesados novamente para que a variação de massa e a perda de massa efetiva pudessem ser calculadas, conforme evidenciado na Tabela 11.

Tabela 11 – Massa final e variação de massa obtidas de ensaio de corrosão.

CP	Massa final	Varição de massa	Perda de massa efetiva
1	2,7733 g	0,0002 g	0,3 g/m ²
2	3,1817 g	0,0003 g	0,4 g/m ²

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 9 – Corpos de prova após ensaio de corrosão.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao analisar os resultados obtidos, é possível perceber que a perda de massa foi pequena em relação ao critério de aceitação imposto pela norma ISO 13628-5 (2009), que especifica a perda máxima de massa efetiva de 1,0 g/m².

Como conclusão para o ensaio de corrosão, podemos observar na Figura 9 que não houve sinais de corrosão na superfície das juntas soldadas. Sendo assim, não é possível dizer que o processo de soldagem executado foi prejudicial para a propriedade de resistência à corrosão do AISD UNS S32750.

5 CONCLUSÃO

Tendo como objetivo deste trabalho realizar avaliações criteriosas da influência exercida pela soldagem TIG Orbital sobre as propriedades mecânicas e resistência à corrosão do AISD, se fez possível, através dos ensaios realizados, avaliar a variação dessas propriedades antes e após o procedimento de soldagem. Logo, após analisar todas os resultados obtidos nessa bateria de testes, é plausível dizer que é possível obter uma união de qualidade entre ligas de aços inoxidável super duplex UNS S32750, sem que haja qualquer fragilização do material ou perda de sua elevada resistência à corrosão, se forem utilizados os parâmetros adequados e tomados os devidos cuidados durante o processo, como o controle do aporte térmico, por exemplo.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, João Victor de Sousa. **Influência dos tratamentos termomecânicos na microestrutura e no comportamento de corrosão da liga AA2198**. 2019. 120 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2019.

BALANCIN, Oscar; DIAS, Clayton Pereira. **Análise do comportamento mecânico a quente do aço inoxidável super duplex UNS S32760 através de mapas de processamento**. In: **Ciência e Engenharia de Materiais: conceitos, fundamentos e aplicação**. São Paulo: Editora

Científica Digital, 2021. p. 68–79.

BRANDI, Sérgio Duarte; SILVEIRA, Lauro MY; VASCONCELLOS, Daniel LB. **Aplicação da norma astm A923-Prática a para identificação de fases intermetálicas em junta soldada de aço inoxidável superduplex UNS 32750**. Rem: Revista Escola de Minas, v. 63, p. 153-158, 2010.

CARBÓ, Héctor Mario. **Aços Inoxidáveis: aplicações e especificações**. São Paulo: Arcelor Mittal Brasil, v. 29, 2008.

CHAVES, Antelmo Santos et al. **Efeito da deformação plástica acumulada no desempenho à fadiga de aço super duplex empregados em tubos umbilicais para produção de petróleo**. Research, Society and Development, v. 11, n. 5, p. e49711528614- e49711528614, 2022.

CHIAVERINI, Vicente. **Aços e Ferros Fundidos**. 7. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2005.

CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia Mecânica: Estrutura e Propriedades das Ligas Metálicas**. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1986.

DA COSTA, André Luiz V.; MEI, Paulo Roberto. **Aços e Ligas Especiais**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

FIGUEIRÔA, Daniel Wallerstein et al. **Influência da posição e dos parâmetros de soldagem na soldagem TIG orbital aplicada a tubulações de aço baixo carbono**. Soldagem & Inspeção, v. 20, p. 446-455, 2015.

FRAUCHES-SANTOS, Cristiane et al. **A Corrosão e os Agentes Anticorrosivos**. Seropédica-RJ: Revista Virtual de Química, 2013.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 6. ed. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2011.

GONÇALVES, André Athayde. **Análises Global e Local de Umbilicais com Tubos de Aço**. 2009. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

GROUP, Prysmian. Steel Tube Umbilicals (STU). **Prysmian Group**, 2018. Disponível em: <https://at.prysmiangroup.com/products-and-solutions/oil-andgas/steel-tube-umbilicals>. Acesso em: 03 setembro. 2025.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **ISO 13628-5: Petroleum and natural gas industries – Design and operation of subsea production systems – Part 5: Subsea umbilicals**. 2 ed. Suíça: Iso, 2009. 178 p.

LEITE, Raphael Aragonês. **Avaliação da Tenacidade À Fratura De Uma Junta Soldada De Um Aço Inoxidável Super Duplex Com A Utilização De Proteção Catódica**. 2009. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Departamento de Metalurgia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

LOPES, Jorge Teofilo de Barros. **Influência da presença de fases frágeis e da temperatura nas propriedades de propagação de trinca por fadiga do aço inoxidável duplex UNS S31803**. 2006.

MARQUES, Paulo Villani; MODENESI, Paulo José; BRACARENSE, Alexandre Queiroz.

Soldagem: Fundamentos e Tecnologia. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

PAIVA, Tobias Carvalho Campos et al. **Análise da influência do gás de purga na raiz de juntas soldadas pelo processo GTAW em aço inoxidável superduplex UNS S32750.**

Soldagem & Inspeção, v. 19, p. 125-133, 2014.

PIGOZZO, Ivan Olszanski et al. **Soldagem TIG orbital: otimização de equipamentos e prospecções tecnológicas para procedimentos de passe de raiz.** 2015.

PURNELL, Steve; III, Jack Heinzman. **How to achieve a clean process line in stainless steel pipes.** Cleanroom Technology, Peterborough, 2003.

RODRIGUES, Helder Caldas. **Estudo da resistência à corrosão em ligas Al 3%Cu-xNb (x = 0,5, 3, 5%) solidificadas horizontalmente sob regime transiente de extração de calor.** 2023. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Belém, Belém, 2023.

SANTOS, Bianca Sanches. **Caracterização microestrutural da liga de alumínio 2024 após shot peening.** 2023. 73 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2023.

SOUSA, João Matheus Batista Amaro de. **Influência dos Elementos de Liga nos Aços Inoxidáveis Duplex Esuperduplex Utilizados na Indústria do Petróleo: Uma Revisão.** 2021. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Metalúrgica, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

SOUZA, Guttemberg Chagas de et al. **Avaliação das propriedades mecânicas e da resistência à corrosão em soldas de reparo pelo processo GTAW no aço inoxidável superduplex UNS S32760.** Soldagem & Inspeção, v. 19, p. 302-313, 2014.

SOUZA, Sérgio Augusto De. **Ensaio Mecânicos de Materiais Metálicos: Fundamentos teóricos e práticos.** 5. ed. São Paulo: Blucher, 2007.

VIVEIROS, Bárbara Victoria Gonçalves de. **Resistência à corrosão das ligas de alumínio AA2050-T84 e AA7050-T7451 soldadas por fricção e mistura.** 2020. 122 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2020.

TRISMO INDUZIDO POR RADIOTERAPIA EM PACIENTES ONCOLÓGICOS DE CABEÇA E PESCOÇO: ANÁLISE DESCRITIVA LONGITUDINAL COM OHIP

Beatriz Costa Kil¹

Beatriz Vitória de Souza¹

Laryssa Nogueira Penido¹

Eduarda Barboza Layber de Jesus²

Graduanda em Odontologia pela Faculdade Multivix de Vila Velha¹, Docente do Curso de Odontologia da Faculdade Multivix de Vila Velha²

RESUMO:

O trismo é uma das complicações mais frequentes e debilitantes em pacientes submetidos a radioterapia para câncer de cabeça e pescoço, resultando em redução da abertura bucal e comprometimento significativo de funções essenciais como mastigação, fala, deglutição e higiene oral. A fisiopatologia envolve danos musculares e articulares decorrentes da radiação, levando à miosite inicial e posterior fibrose, especialmente nos músculos masseter e pterigoideos. Fatores como dose, área irradiada, localização tumoral e condição funcional prévia influenciam a severidade do quadro. O presente estudo analisou, de forma longitudinal e descritiva, os efeitos do trismo pós-radioterapia em indivíduos tratados no Hospital Santa Rita de Cássia, avaliando abertura bucal, função oral e qualidade de vida por meio do questionário OHIP-14. Foram realizadas coletas em múltiplos momentos, do pré-tratamento ao acompanhamento de 12 meses, permitindo observar a progressão das alterações funcionais. Os resultados preliminares mostraram que a radioterapia reduz significativamente a amplitude mandibular e que parte dos pacientes desenvolve trismo clínico, em consonância com achados da literatura. A análise também considerou características demográficas, como idade e raça/etnia, além da localização tumoral. Ao integrar dados funcionais e autorreferidos, este estudo reforça a importância do diagnóstico precoce, da reabilitação multidisciplinar e do monitoramento contínuo, fundamentais para minimizar limitações e promover melhor qualidade de vida aos pacientes irradiados.

Palavras-Chave: Trismo; radioterapia; neoplasias de cabeça e pescoço.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os diversos tipos de tratamento para neoplasias de cabeça e pescoço, a radioterapia é frequentemente empregada, podendo, entretanto, levar ao surgimento de complicações como o trismo, caracterizado pela restrição da abertura bucal. Essa condição é considerada uma das complicações mais debilitantes em pacientes submetidos à radioterapia nesta região, impactando significativamente atividades cotidianas como comer, deglutir, falar e realizar higiene bucal (Dijkstra et al., 2006; Geer et al., 2020). O comprometimento da função mastigatória decorrente do trismo pode resultar em dificuldades na trituração e ingestão adequada dos alimentos, aumentando o risco de alterações nutricionais e desnutrição.

Além das limitações funcionais, a dificuldade de realizar higiene bucal favorece o acúmulo de placa bacteriana, elevando a incidência de doenças periodontais e cáries (Kamstra et al., 2015). Os efeitos da radiação na articulação temporomandibular e nos músculos mastigatórios, principalmente masseter e pterigoideos, podem levar à miosite seguida de fibrose, contribuindo para a disfunção mandibular (Massaccesi et al., 2022; Stubblefield, 2011). A severidade do trismo é influenciada por diversos fatores, incluindo dose e área de radiação, localização do tumor, sexo, idade e abertura bucal basal, podendo se tornar grave e irreversível ao longo do tempo se não houver intervenção adequada (Wang et al., 2005).

Diante desse cenário, torna-se essencial compreender a prevalência do trismo e os fatores de risco associados, especialmente na população brasileira, ainda pouco estudada nesse contexto. Assim, este estudo buscou analisar de forma longitudinal e descritiva as consequências do trismo induzido por radioterapia em pacientes com câncer de cabeça e pescoço, utilizando o Oral Health Impact Profile (OHIP-14) para mensurar seu impacto na qualidade de vida, possibilitando uma compreensão mais ampla sobre como a limitação da abertura bucal afeta aspectos físicos, psicológicos e sociais desses pacientes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O trismo, caracterizado pela dificuldade ou incapacidade de abrir completamente a boca, é uma complicação comum em pacientes submetidos à radioterapia no tratamento do câncer de cabeça e pescoço, afetando até 75% dos casos (Machado et al., 2020). Essa condição compromete atividades cotidianas, como alimentação, fala e higiene bucal, prejudicando a nutrição e favorecendo o desenvolvimento de cáries e doenças periodontais (Lee et al., 2018). A principal causa do trismo pós-radioterapia é a radiação ionizante, que danifica músculos da mastigação e outros tecidos da face, levando à fibrose muscular e redução da mobilidade mandibular. Fatores como dose, área irradiada, envolvimento tumoral, cicatrizes pós-cirúrgicas, dor e atrofia articular podem exacerbar o quadro, que se desenvolve gradualmente e dificulta a intervenção precoce (Silva & Santos, 2022; Micciché et al., 2022; Massaccesi et al., 2022; Wang et al., 2005). Outras causas incluem envolvimento tumoral das estruturas mastigatórias, fratura de mandíbula, infecção e alterações articulares secundárias à imobilização, sendo que a fisiopatologia do trismo induzido por radiação envolve miosite inicial seguida de miofibrose irreversível, tornando a prevenção fundamental para a preservação da funcionalidade e da qualidade de vida do paciente.

Diversos questionários validados têm sido utilizados para mensurar a qualidade de vida em pacientes com trismo. O Gothenburg Trismus Questionnaire (GTQ) é o único instrumento desenvolvido especificamente para essa condição, avaliando problemas mandibulares, restrições de movimento e tensão muscular. Sua versão em português demonstrou alta confiabilidade e validade, permitindo identificar diferenças significativas entre pacientes com e sem trismo, e tem sido aplicada para monitorar a eficácia de intervenções terapêuticas, como terapia a laser e dispositivos de expansão mandibular (Validation of the Portuguese version of the Gothenburg Trismus Questionnaire – GTQ; Aboelez et al., 2025). O Oral Health Impact Profile (OHIP-14) é amplamente utilizado para avaliar o impacto das condições de saúde bucal na qualidade de vida, considerando aspectos funcionais, físicos, psicológicos e sociais. Embora não seja específico para trismo, é sensível às mudanças na percepção dos pacientes após tratamentos odontológicos, evidenciando alterações nos domínios de dor, funcionalidade e bem-estar social (Slade, 1997; Yuwanati et al., 2020). Questionários oncológicos, como EORTC QLQ-C30 e EORTC QLQ-H&N35, oferecem avaliação detalhada de sintomas físicos e sociais, sendo o módulo H&N35 específico para câncer de cabeça e pescoço e sensível a limitações decorrentes do trismo, como dificuldade para engolir, dor e restrição da abertura bucal (Kamstra et al., 2016; Aghajanzadeh et al., 2023). Instrumentos gerais, como o WHOQOL-Bref, possibilitam uma visão holística do impacto do trismo sobre o

bem-estar físico, psicológico, social e ambiental (Fernandes et al., 2023). A utilização sistemática desses questionários permite uma avaliação abrangente e integrada da qualidade de vida, combinando medidas específicas e gerais, subsidiando a personalização do manejo terapêutico, a avaliação da eficácia das intervenções e a melhoria do bem-estar global de pacientes com trismo.

O manejo do trismo requer abordagem multidisciplinar, envolvendo prevenção, tratamento e reabilitação funcional. Estratégias preventivas incluem exercícios de alongamento mandibular, dispositivos de mobilização e fisioterapia funcional, enquanto casos estabelecidos podem se beneficiar de exercícios ativos e passivos, dispositivos mecânicos e medicamentos para reduzir a fibrose (Van der Geer et al., 2020; Miccichè et al., 2022). Terapias complementares, como laserterapia e técnicas manuais de mobilização dos músculos da mastigação, têm demonstrado resultados positivos na melhora da amplitude de abertura bucal e redução de sintomas, sendo mais eficazes quando inseridas em programas supervisionados por equipes multiprofissionais (Aboelez et al., 2025; Chee et al., 2021; McMillan et al., 2022; Agarwal et al., 2016). A efetividade do tratamento do trismo é potencializada em contextos de cuidado multidisciplinar, reunindo otorrinolaringologistas, cirurgiões orais e maxilofaciais, fonoaudiólogos, fisioterapeutas, nutricionistas e psicólogos, permitindo intervenção precoce, acompanhamento contínuo e ajustes terapêuticos conforme a evolução do paciente (Garrigós-Pedrón et al., 2019; Diretrizes Multidisciplinares Nacionais do Reino Unido para o Câncer de Cabeça e Pescoço, 2024). Adaptações odontológicas, suporte psicológico, aconselhamento nutricional e educação do paciente para a realização de exercícios domiciliares são essenciais para garantir adesão, segurança e melhores resultados clínicos, prevenindo complicações secundárias e promovendo melhoria da função mandibular, da nutrição e da qualidade de vida (Ribeiro et al., 2021; Ferreira et al., 2021; Silva & Santos, 2022).

A identificação precoce do trismo pós-radioterapia é fundamental para prevenir sequelas irreversíveis e otimizar a reabilitação funcional. Estudos demonstram que o acompanhamento odontológico integrado ao tratamento oncológico permite detectar precocemente sinais de limitação mandibular, possibilitando intervenções imediatas, como exercícios preventivos e uso de dispositivos de abertura (Pauli et al., 2023). A literatura aponta que pacientes acompanhados desde o início da radioterapia apresentam menor incidência e gravidade de trismo, evidenciando a importância da educação terapêutica e da monitorização periódica da amplitude de abertura bucal (Santos et al., 2024). Além disso, o emprego de protocolos padronizados para mensuração da abertura mandibular, utilizando medidas objetivas e escalas de funcionalidade, contribui para o

diagnóstico precoce e o acompanhamento longitudinal da evolução clínica (Scherpenhuizen et al., 2015; Marim et al., 2023). Essa vigilância contínua, aliada à integração entre oncologia, odontologia e fisioterapia, é apontada como estratégia central para reduzir a prevalência e o impacto funcional do trismo em pacientes irradiados na região de cabeça e pescoço.

Nos últimos anos, o enfoque na qualidade de vida e reabilitação funcional dos pacientes oncológicos tem impulsionado o desenvolvimento de novas terapias baseadas em evidências, incluindo recursos tecnológicos como dispositivos eletrônicos de mobilização mandibular e biofeedback terapêutico (Nicolatou-Galitis et al., 2023; Lin et al., 2024). Intervenções combinadas, que associam fisioterapia motora, laserterapia de baixa intensidade e acompanhamento psicológico, têm mostrado resultados superiores em comparação a abordagens isoladas (De Felice et al., 2022; Han et al., 2023). Além disso, revisões sistemáticas recentes reforçam que programas de reabilitação supervisionados, com adesão monitorada, proporcionam ganhos significativos na amplitude de abertura bucal e na autopercepção de funcionalidade (Pauli et al., 2023; Zhang et al., 2024). A abordagem integrada e centrada no paciente, orientada por evidências e fundamentada em protocolos multidisciplinares, constitui-se, portanto, como elemento essencial para a manutenção da saúde oral, prevenção de limitações funcionais e melhoria da qualidade de vida de pacientes com trismo pós-radioterapia.

3. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo longitudinal, de caráter descritivo, baseado em dados coletados de pacientes atendidos de forma multiprofissional, com o objetivo de analisar preditores de trismo em pacientes submetidos à radioterapia de cabeça e pescoço. Os participantes da pesquisa são voluntários do projeto e têm ciência da natureza deste trabalho por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O estudo é realizado no Hospital Santa Rita de Cássia, em Vitória – ES, no período de 2024 a 2025. Esse hospital é referência estadual para esse tipo de serviço, complementando a atuação da rede privada e do SUS.

A pesquisa é realizada por meio de coleta de dados dividida em cinco momentos. Inicialmente, os dados foram coletados antes do início do tratamento de radioterapia (T0). Em seguida, realizou-se a coleta imediatamente após o término da radioterapia (T1), sem um tempo padrão, visto que cada paciente possui duração de tratamento diferente. Posteriormente, foram realizadas coletas de acompanhamento em 1 mês (T2), 3 meses (T3), 6 meses (T4) e 12 meses (T5) após a conclusão da radioterapia.

Entre os critérios de inclusão dos participantes da pesquisa estão: diagnóstico de câncer de cabeça e pescoço com localização do tumor primário em uma das seguintes regiões: cavidade oral, orofaringe ou nasofaringe; glândulas salivares ou ouvido; hipofaringe ou laringe supraglótica; laringe glótica ou infraglótica; cavidade nasal ou seio maxilar; ou tumor primário não localizado; indicação de tratamento por radioterapia que inclua as áreas dos músculos da mastigação (temporal, masseter, pterigoideo lateral e pterigoideo medial) (StatPearls, 2024); e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Entre os critérios de exclusão, foram considerados pacientes que vieram a óbito antes de três meses de acompanhamento, aqueles que não tiveram a medida da abertura máxima da boca, e aqueles que não responderam ao questionário OHIP-14.

Para análise de comparação de mudança na qualidade de vida, impactos na alimentação e higiene oral dos pacientes, foi utilizado a coleta de dados com ajuda do instrumental Oral Health Impact Profile (OHIP) na versão em português do Brasil. Trata-se de um questionário de autorrelato para determinar o impacto das condições de saúde bucal na qualidade de vida, oferecendo uma avaliação multidimensional e padronizada, capaz de mensurar aspectos funcionais, físicos, psicológicos e sociais (SLADE, 1997). O questionário é composto por 14 questões, no qual cada item é pontuado de 0 a 4, com base na frequência com que o paciente experiencia determinado impacto relacionado à saúde bucal: 0 = nunca; 1 = raramente; 2 = às vezes; 3 = frequentemente; 4 = sempre. A pontuação total varia de 0 a 56, sendo que quanto maior a soma, maior o impacto negativo da saúde bucal na qualidade de vida. Essa avaliação permite identificar a intensidade das limitações funcionais, psicológicas e sociais decorrentes de problemas bucais, auxiliando na interpretação clínica e na tomada de decisões sobre intervenções odontológicas e terapêuticas. Por se tratar de um questionário de natureza quantitativa, para a análise dos resultados foram utilizados média e desvio padrão, permitindo descrever e discutir de forma objetiva o impacto da saúde bucal na qualidade de vida dos pacientes.

A abertura bucal dos pacientes foi avaliada por meio da mensuração da abertura máxima interincisal, realizada em duas condições: sem dor e com dor. A diferença entre essas medidas permitiu identificar alterações funcionais compatíveis com o trismo. A mensuração foi conduzida com o auxílio de um paquímetro, registrando-se os valores em centímetros. Foram obtidas duas medidas distintas: a primeira, correspondente à abertura máxima alcançada sem a presença de dor, e a segunda, referente à abertura máxima obtida mesmo diante de leve desconforto. Para a análise quantitativa, calculou-se a proporção de pacientes que apresentaram redução na abertura bucal, aplicando-se a regra de três simples para determinar o percentual em relação ao total da amostra. A

idade dos participantes foi registrada em anos completos e utilizada como variável quantitativa contínua, sem restrição de faixa etária. Foram incluídos todos os pacientes atendidos no Hospital Santa Rita de Cássia entre agosto de 2024 e outubro de 2025 que necessitam de tratamento radioterápico na região de cabeça e pescoço. Para descrição dessa variável, foram calculadas a média e o desvio-padrão, a fim de caracterizar a distribuição etária da amostra

A raça/etnia foi registrada por autodeclaração no momento da inclusão no estudo e categorizada em branca, parda, preta e outros. A análise descritiva dessa variável foi realizada por meio de frequências absolutas e relativas, permitindo caracterizar o perfil sociodemográfico da população estudada.

A localização da radiação nos pacientes foi registrada de acordo com a região anatômica irradiada, com base na descrição médica presente nos prontuários. Para a análise, foram aplicadas estatísticas descritivas, incluindo média, mediana e desvio-padrão da abertura bucal para cada grupo de localização. Essa abordagem permitiu avaliar a distribuição dos dados, identificar as regiões mais frequentemente irradiadas e possibilitar a comparação clara e objetiva entre os grupos.

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de ética em pesquisa sob parecer CEP: nº 800860124.6.0000.5060.

4. RESULTADOS/ DISCUSSÃO

4.1 *Variação da abertura bucal ao longo do tratamento radioterápico*

Na presente pesquisa, composta por 108 pacientes submetidos à radioterapia para tratamento de câncer de cabeça e pescoço, observou-se que 48 indivíduos (44,44%) apresentaram redução na abertura bucal após o tratamento, embora nem todos tenham preenchido o critério clínico de trismo. Dentre esses, 27 pacientes (25%) desenvolveram trismo, definido como abertura máxima ≤ 35 mm para pacientes dentados ou parcialmente edêntulos e ≤ 40 mm para pacientes totalmente edêntulos. Além disso, 11 pacientes (10,18%) já apresentavam trismo antes do início da radioterapia e demonstraram melhora parcial na abertura bucal após o tratamento, ainda que sem normalização completa da amplitude mandibular.

Os resultados evidenciam que a radioterapia tem impacto direto na amplitude mandibular, levando à redução significativa da abertura bucal logo após o tratamento. Achados semelhantes foram descritos por Kamstra et al. (2015), que observaram queda média da abertura bucal nos meses subsequentes à radioterapia, com discreta recuperação em longo prazo. Da mesma forma, Sollecito et al. (2024) relataram diminuição significativa da abertura interincisal nos primeiros meses após o tratamento, reforçando que essa complicação é comum no período pós-radioterápico.

A prevalência de trismo observada (25%) está dentro do intervalo relatado na literatura, que varia de 25% a 37% entre pacientes irradiados para câncer de cabeça e pescoço (Kamstra et al., 2015; Aghajanzadeh et al., 2022). Esses achados reforçam que o trismo é uma complicação comum e clinicamente significativa da radioterapia, resultante principalmente da fibrose e da perda de elasticidade dos músculos mastigatórios e tecidos adjacentes irradiados, conforme descrito por Sollecito et al. (2024). Um número expressivo de pacientes nesta amostra apresentou redução funcional da abertura bucal, mesmo sem atingir o limiar clínico da condição de trismo. Fenômeno semelhante foi relatado por Aghajanzadeh et al. (2022), que observaram flutuações no MIO (maximum interincisal opening) e redução persistente em parte dos pacientes, indicando que as alterações musculares induzidas pela radiação podem comprometer a função oral antes da instalação do trismo completo. Como o presente estudo abrangeu um período de acompanhamento de até três meses após o término da radioterapia, não é possível afirmar se a redução observada na abertura bucal evoluiria para quadros de trismo em longo prazo, sendo necessário um seguimento mais prolongado para estabelecer essa relação de forma conclusiva.

4.2 Influência da idade e da raça/etnia no desenvolvimento do trismo em pacientes submetidos à radioterapia

A média de idade dos pacientes avaliados foi de 68,5 anos, indicando uma amostra predominantemente idosa. No entanto, o desvio-padrão elevado, de 69,2, evidencia uma grande variabilidade entre os participantes, sugerindo a presença de valores extremos, com alguns indivíduos significativamente mais jovens e outros mais

idosos. Dessa forma, apesar de a idade predominante ser elevada, a dispersão dos dados revela um grupo heterogêneo em termos etários.

Essa heterogeneidade etária também foi observada em outras pesquisas sobre pacientes irradiados para câncer de cabeça e pescoço. Aghajanzadeh et al. (2022) relataram idades variando entre 33 e 84 anos (média de 66 anos). De forma semelhante, Sollecito et al. (2024), identificaram média de 61 anos, com variação entre 22 e 88 anos, e ressaltaram que a idade avançada esteve associada a maior vulnerabilidade a complicações funcionais, como a redução da abertura bucal.

A análise da relação entre idade e desenvolvimento de trismo demonstrou uma distribuição relativamente equilibrada entre as faixas etárias, com 48,15% dos pacientes acometidos apresentando idade superior a 60 anos e 51,85% abaixo dessa faixa, sendo o mais jovem com 37 anos. Esses resultados indicam que, embora o trismo possa ocorrer em diferentes idades, verificou-se predominância de indivíduos adultos em faixa etária avançada, bem como idosos, caracterizando uma população majoritariamente situada no espectro entre a maturidade e a senescência. A literatura, entretanto, mostra resultados variados quanto à influência da idade. Estudos como o de Kamstra et al. (2017) e Watters et al. (2019) apontam que pacientes mais velhos tendem a apresentar maior risco de desenvolver trismo devido à menor capacidade de regeneração tecidual e maior susceptibilidade à fibrose induzida pela radiação. Por outro lado, outras pesquisas, como as de Louise Kent et al. (2020), sugerem que o fator etário isolado não é determinante, sendo o risco mais associado à dose de radiação e à localização tumoral. Assim, os achados deste estudo corroboram a literatura ao indicar que o trismo apresenta maior prevalência entre indivíduos em idade mais avançada. Contudo, ressalta-se a importância do acompanhamento funcional de todos os pacientes submetidos à radioterapia, independentemente da faixa etária, uma vez que a manifestação dessa limitação pode variar individualmente.

Tabela 1- Distribuição dos participantes segundo raça/etnia

Raça/Etnia	Frequência (n)	Porcentagem (%)
Branca/o	59	54,6%

Tabela 1- Distribuição dos participantes segundo raça/etnia

Parda/o	31	28,7%
Preta/o	18	16,6%
Total	108	100%

Na amostra estudada (n=108), a distribuição por cor/raça mostrou predomínio de indivíduos que se declaram brancos (54,6%), seguidos por pardos (28,7%) e pretos (16,6%). Essa composição demográfica difere da proporção observada na população brasileira geral, na qual há maior prevalência de indivíduos pardos, seguidos por brancos e pretos, conforme os dados do Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2023). Essa diferença pode refletir características regionais da amostra e o perfil dos pacientes atendidos no serviço oncológico analisado.

Tabela 1- Distribuição dos participantes segundo raça/etnia que apresentaram trismo

Raça/Etnia	Frequência (n)	Porcentagem (%)
Branca/o	19	70,3%
Parda/o	6	22,2%
Preta/o	2	7,4%
Total	27	100%

Entre os participantes que desenvolveram trismo (n=27), observou-se maior proporção de indivíduos brancos (70,3%), seguidos por pardos (22,2%) e pretos (7,4%). Quando comparada a distribuição racial geral da amostra, nota-se um aumento relativo da ocorrência de trismo entre pacientes brancos.

Embora a literatura sobre a influência da raça/etnia no desenvolvimento do trismo ainda seja limitada, alguns estudos sugerem que diferenças raciais podem influenciar tanto o padrão de resposta tecidual a radiação, quanto fatores socioeconômicos e de acesso ao cuidado oncológico (Abdelkarim et al., 2019; Wang et al., 2020). A composição racial pode estar associada a variações genéticas na sensibilidade tecidual à radiação, no metabolismo de colágeno e propensão a fibrose, sendo esses fatores que desempenham papel importante na fisiopatologia do trismo (Stubblefield, 2011; Kamstra et al, 2015).

Ainda assim, deve-se considerar a composição racial da amostra não reflete proporcionalmente a distribuição populacional brasileira (IBGE,2023) o que pode limitar inferências generalizáveis, os achados devem ser interpretados com cautela, sendo necessários estudos multicêntricos com amostras mais representativas para elucidar a real influência da raça/etnia sobre o risco de trismo pós-radioterapia.

4.3 Localização do tumor mais frequente observada em pacientes que já apresentavam trismo previamente

Entre os 11 pacientes (10,18%) que já apresentavam trismo previamente à radioterapia, 10 pacientes (90.9%) apresentaram o tumor primário localizado na cavidade oral, com predomínio nas regiões de borda lateral da língua, gengiva, mucosa jugal e mucosa labial. Esse achado sugere uma possível relação entre a localização tumoral e o desenvolvimento precoce do trismo, possivelmente devido ao envolvimento direto dos músculos mastigatórios e estruturas adjacentes durante o processo tumoral.

Em consonância com os achados deste estudo, a literatura científica aponta que o trismo pode ser uma complicação presente já no diagnóstico de pacientes com câncer oral. Martins et al. (2020) observaram que o trismo pode ocorrer antes do tratamento, sendo causado principalmente pela invasão tumoral ou espasmos musculares induzidos pela presença do tumor. Além disso, Gondivkar et al. (2021) relataram que a prevalência de trismo foi de 16% antes do tratamento, aumentando para 72% pós-tratamento e 62% após 3 meses, evidenciando a progressão do quadro. Esses dados corroboram a importância de monitorar o trismo desde o diagnóstico

inicial, permitindo intervenções precoces que possam melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

4.4 Relação entre a ocorrência de trismo e a localização do tumor

No presente estudo, observou-se que a maioria dos pacientes que desenvolveram trismo apresentavam tumores localizados na região oro ou nasofaríngea, 9 pacientes (33,33%) e na cavidade oral 8 (29,62%), enquanto menores proporções foram encontradas em casos de câncer de hipofaringe e laringe 5 (18,5%), glândulas salivares 1 (3,7%) e outros sítios anatômicos 4 (14,8%). Esses achados estão em consonância com os resultados da revisão sistemática e meta-análise conduzida por Watters et al. (2019), que evidenciou que pacientes com tumores primários em cavidade oral ou orofaringe apresentam risco significativamente maior de desenvolver trismo, em comparação com outras localizações de cabeça e pescoço. Segundo os autores, essa maior vulnerabilidade está relacionada à proximidade dessas regiões com os músculos mastigatórios e a articulação temporomandibular, frequentemente incluídos no campo de radiação, o que resulta em maior dano tecidual e fibrose. Assim, a distribuição observada neste estudo reforça a influência direta da localização tumoral sobre a ocorrência do trismo, destacando a importância de estratégias preventivas, do planejamento radioterápico individualizado e do acompanhamento funcional precoce desses pacientes para minimizar os impactos sobre a abertura bucal e a qualidade de vida.

4.5 Comparação entre a ocorrência de trismo e o impacto na qualidade de vida avaliado pelo questionário OHIP-14

Entre os 27 (25%) pacientes que desenvolveram trismo após o tratamento radioterápico, 20 (74%) apresentaram impacto significativo na sua percepção de qualidade de vida, conforme os resultados obtidos por meio do questionário OHIP-14. Observou-se que as limitações estavam relacionadas aos domínios funcionais, psicológicos e sociais, refletindo as dificuldades decorrentes dos problemas bucais durante o tratamento do câncer de cabeça e pescoço. Esses achados evidenciam que o trismo não apenas compromete a função oral, mas também interfere no bem-estar emocional e nas interações sociais dos pacientes, reforçando a importância do

acompanhamento multiprofissional e de estratégias de prevenção e reabilitação precoce.

Os resultados deste estudo corroboram os achados de Dijkstra et al. (2014), que também observaram que o trismo exerce impacto significativo na qualidade de vida e na saúde mental de pacientes com câncer de cabeça e pescoço. Nesse trabalho, o trismo esteve associado a piores escores de qualidade de vida relacionada à saúde (HRQOL) e a maior prevalência de sintomas depressivos, mensurados pelo instrumento Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS). De forma semelhante, os dados obtidos por meio do questionário OHIP-14 nesta pesquisa evidenciam que os pacientes com limitação de abertura bucal apresentaram prejuízos nos domínios funcionais, psicológicos e sociais, refletindo comprometimento tanto da função oral quanto do bem-estar emocional. Ambos os estudos reforçam que o comprometimento funcional causado pelo trismo transcende os aspectos físicos, afetando o bem-estar emocional e a qualidade de vida global, o que evidencia a importância do acompanhamento multiprofissional e de estratégias de reabilitação precoce para esses pacientes.

Soldera et al. (2020) realizaram um estudo transversal com 90 sobreviventes de câncer de cabeça e pescoço submetidos à radioterapia, com o objetivo de avaliar a qualidade de vida relacionada à saúde bucal por meio do questionário OHIP-14. Os autores observaram um escore médio de 23,98, indicando um impacto expressivo do tratamento oncológico sobre o bem-estar oral desses pacientes. Além disso, verificaram que a hipossalivação e o estágio tumoral avançado foram fatores significativamente associados à pior percepção de qualidade de vida, reforçando a influência das sequelas bucais e da gravidade da doença nas dimensões funcionais, psicológicas e sociais avaliadas pelo instrumento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse contexto, o estudo evidenciou que o trismo pós-radioterapia em pacientes com câncer de cabeça e pescoço exerce impacto significativo na qualidade de vida, comprometendo funções essenciais como alimentação, fala e higiene oral. Além disso, a análise de fatores associados, como idade e localização tumoral, contribuiu para identificar os grupos mais vulneráveis. Esses achados reforçam a importância de estratégias preventivas, acompanhamento funcional

precoce e abordagem multidisciplinar, com o objetivo de minimizar as limitações impostas pelo trismo e promover maior bem-estar aos pacientes durante e após o tratamento.

6. REFERÊNCIAS

ABDELKARIM, O. A. I. et al. Effect of Race and Ethnicity on Risk of Radiotherapy Toxicity in Head and Neck Cancer Patients. *Clinical Oncology*, v. 34, n. 8, p. 521–530, 2022.

ABOELEZ, M. A. et al. Efficiency of different treatment modalities on radiation-induced trismus for maxillofacial cases: A parallel randomized clinical trial. *BMC Oral Health*, v. 25, n. 1, p. 1–9, 2025.

AGHAJANZADEH, S. et al. Trismus, health-related quality of life, and jaw symptoms in head and neck cancer patients. *Support Care Cancer*, 2023.

AGHAJANZADEH, Susan et al. Trismus, health-related quality of life, and trismus-related symptoms up to 5 years after radiotherapy for head and neck cancer treated between 2007 and 2012. *Supportive Care in Cancer*, v. 31, p. 166, 2023.

DAGHER, M. et al. Trismus and its impact on oral health-related quality of life: a systematic review. *Supportive Care in Cancer*, v. 27, p. 1145–1151, 2019.

FARAVEL, K. et al. Trismus occurrence and link with radiotherapy doses in head and neck cancer: A 2023 study. [Revista e volume não especificados], 2023.

FERNANDES, A. G. et al. Fotobiomodulação no tratamento do trismo em pacientes com câncer de cabeça e pescoço: um estudo clínico randomizado. *Arquivos de Ciências da Saúde*, v. 30, n. 3, p. 1–9, 2023.

FERREIRA, M. C. et al. Abordagem odontológica em pacientes com trismo: desafios clínicos e estratégias de manejo. *Revista Brasileira de Odontologia*, v. 78, n. 1, p. 45–50, 2021.

GARRIGÓS-PEDRÓN, M. et al. Temporomandibular disorders: improving outcomes using a multidisciplinary approach. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, v. 12, p. 733–747, 2019.

GEER, S. J. et al. Prognostic factors associated with a restricted mouth opening (trismus) in patients with head and neck cancer: systematic review. *Head & Neck*, v. 42, p. 2696–2721, 2020.

GOLDENBERG, D. C.; NARIKAWA, R.; ALBUQUERQUE, C. M.; KOWALSKI, L. P. Validação para a língua portuguesa do Gothenburg Trismus Questionnaire (GTQ). *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica*, v. 36, n. 3, p. 345–350, 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2022: População residente por cor ou raça. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

INCA – INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2023. Disponível em: <https://www.inca.gov.br>. Acesso em: 21 maio 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA). Estimativa 2024: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2024.

JOHANSSON, M.; KARLSSON, T.; FINIZIA, C. Further validation of the Gothenburg Trismus Questionnaire (GTQ). *PLOS ONE*, v. 15, n. 12, e0243805, 2020.

JOHNSON, M.; CARLSSON, M.; FINIZIA, C. Development and validation of the Gothenburg Trismus Questionnaire (GTQ). *Oral Oncology*, v. 48, n. 6, p. 497–503, 2012.

KAMSTRA, J. I. et al. Mouth opening in patients irradiated for head and neck cancer: a prospective repeated measures study. *Oral Oncology*, v. 51, n. 6, p. 548–555, 2015. DOI: 10.1016/j.oraloncology.2015.01.016.

LEE, R. et al. Radiation-induced trismus in head and neck cancer: mechanisms and management. *Oral Oncology*, v. 86, p. 90–98, 2018.

LINA, A. et al. Reduced mouth opening in head and neck cancer patients treated with radiotherapy: an analysis from the OraRad study. *Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, v. 137, n. 3, p. 264–273, mar. 2024.

MAIA, M. A. et al. Câncer de cabeça e pescoço: abordagem multidisciplinar e desafios clínicos. *Revista Brasileira de Cancerologia*, v. 68, n. 2, p. 1–10, 2022.

MACHADO, M. A. et al. Effects of trismus on dietary intake and nutrition in head and neck cancer patients. *Nutrición Hospitalaria*, v. 37, n. 3, p. 491–496, 2020.

MASSACCESI, M. et al. A predictive nomogram for trismus after radiotherapy for head and neck cancer. *Radiotherapy and Oncology*, v. 173, p. 231–239, 2022.

OKESON, J. P. Tratamento das desordens temporomandibulares e oclusão. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.

OLIVEIRA, F. A. et al. Complicações orais da radioterapia em câncer de cabeça e pescoço: condutas preventivas e terapêuticas. *Revista Brasileira de Odontologia Oncológica*, v. 3, n. 1, p. 15–22, 2021.

PARKAR, S. R. et al. Propriedades psicométricas do WHOQOL-H&N35 em diferentes contextos culturais. *Quality of Life Research*, v. 30, n. 4, p. 1–10, 2021.

PETTERSSON, N.; ANDERSSON, E.; PAULI, N.; TUOMI, L.; FINIZIA, C.; OLSSON, C. E. Decreased Rates of Radiation-induced Trismus and Lowered Mastication Structure Doses in Patients Treated for Head and Neck Cancer During the Last Two Decades. *Clinical Oncology (Royal College of Radiologists)*, v. 36, n. 10, p. e388–e397, 2024. DOI: 10.1016/j.clon.2024.07.003.

RIBEIRO, J. L. et al. Impacto psicossocial das sequelas do câncer de cabeça e pescoço. *Revista Brasileira de Cancerologia*, v. 67, n. 3, p. e112233, 2021.

SILVA, P. A. B. et al. Proposta de ponto de corte para o WHOQOL-bref como preditor de qualidade de vida em idosos. *Revista de Saúde Pública*, v. 48, n. 3, p. 390–397, 2014.

SILVA, R. S.; SANTOS, L. M. Radioterapia em câncer de cabeça e pescoço: impactos bucais e a importância do cirurgião-dentista. *Revista de Saúde e Pesquisa*, v. 16, n. 2, p. 85–93, 2020.

SILVA, T. P.; SANTOS, M. A. Cuidado odontológico no contexto da oncologia: desafios e perspectivas. *Revista de Ciências da Saúde*, v. 14, n. 2, p. 55–63, 2022.

SLADE, G. D. Derivation and validation of a short-form oral health impact profile. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, v. 25, n. 4, p. 284–290, 1997. DOI: 10.1111/j.1600-0528.1997.tb00941.

SOLLECITO, T. P. et al. Reduced mouth opening in patients with head and neck cancer treated with radiation therapy: an analysis of the Clinical Registry of Dental Outcomes in Head and Neck Cancer Patients (OraRad). *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, v. 137, n. 3, p. 264–273, 2024. DOI: 10.1016/j.oooo.2023.11.012.

STATPEARLS. *Anatomy, Head and Neck, Mastication Muscles*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024.

STUBBLEFIELD, M. D. Radiation fibrosis syndrome: neuromuscular and musculoskeletal complications in cancer survivors. *PM&R*, v. 3, n. 11, p. 1041–1054, 2011.

WANG, C. J. et al. The degree and time-course assessment of radiation-induced trismus occurring after radiotherapy for nasopharyngeal cancer. *The Laryngoscope*, v. 115, n. 8, p. 1458–1460, 2005.

YANG, L. et al. Rehabilitation strategies for trismus post oral cancer treatment: progress in the study of mouth opening exercises. *Journal of Stomatology and Oral Maxillofacial Surgery*, v. 125, n. 6, p. 101796, 2024.

YUWANATI, M. et al. Qualidade de vida relacionada à saúde bucal em pacientes com câncer bucal: revisão sistemática e meta-análise. 2020.

DESAFIOS DA GESTÃO INTELIGENTE EM CONDOMÍNIOS DE SHOPPING: UMA ANÁLISE TEÓRICA SOBRE CUSTOS E MELHORIAS COM USO DE TECNOLOGIA

Lusmar dos Santos Rangel¹
Simone Alves de Oliveira¹
Simone Ferreira da Silva de Jesus¹
Maycon da Silva Dellatorri²

¹ Acadêmicos de Administração da Faculdade Multivix Vila Velha.

² Professor do curso de Administração da Faculdade Multivix de Vila Velha, Mestre em Administração

RESUMO

A gestão dos custos em condomínios de shopping centers tem se tornado um tema cada vez mais importante diante da forte competitividade do mercado e da busca por equilíbrio financeiro. Por reunirem diversas áreas e responsabilidades, esses empreendimentos exigem uma administração cuidadosa, capaz de manter a infraestrutura, atender às necessidades dos lojistas e assegurar a sustentabilidade econômica. Nesse cenário, a gestão inteligente surge como uma aliada essencial, pois permite otimizar recursos, organizar melhor as despesas e tornar as decisões mais rápidas e assertivas. O uso de tecnologias, como softwares de gestão e sistemas automatizados, tem facilitado o controle financeiro e a comunicação entre gestores, lojistas e prestadores de serviços, contribuindo para uma administração mais eficiente e transparente. Este artigo tem como objetivo analisar as práticas e desafios da gestão inteligente em condomínios de shopping centers, destacando os métodos utilizados para controlar custos e melhorar os processos administrativos. A pesquisa se baseia em autores atuais e reconhecidos na área, oferecendo uma visão clara sobre como essas estratégias auxiliam na redução de desperdícios, no planejamento de investimentos e na sustentabilidade a longo prazo desses empreendimentos.

Palavras-chave: gestão inteligente; controle de custos; shopping centers; eficiência administrativa; sustentabilidade financeira.

1. INTRODUÇÃO

A gestão eficiente dos custos em condomínios de shopping centers é um tema de grande relevância no cenário atual, marcado pela competitividade acirrada e a busca constante por sustentabilidade financeira. Estes condomínios são ambientes complexos, que englobam diversas áreas e responsabilidades, exigindo uma administração cuidadosa para garantir o equilíbrio entre a manutenção da infraestrutura, a satisfação dos lojistas e a viabilidade econômica do empreendimento (MORAES, 2019).

Nesse contexto, a gestão inteligente surge como uma estratégia fundamental para otimizar recursos e aprimorar os processos administrativos. Trata-se da aplicação de métodos e ferramentas que promovem maior controle e transparência nas despesas, possibilitando uma tomada de decisão mais rápida e eficaz. Por meio dessas práticas, é possível reduzir desperdícios, planejar melhor os investimentos e garantir a sustentabilidade do condomínio a longo prazo (SILVA; ALMEIDA, 2021).

Além disso, a incorporação de tecnologias, como softwares de gestão condominial e sistemas de automação, tem revolucionado o modo como esses espaços são administrados. Essas ferramentas facilitam o acompanhamento em tempo real dos custos, a elaboração de orçamentos precisos e a comunicação entre os diversos envolvidos, desde os gestores até os lojistas e prestadores de serviço (PEREIRA, 2020).

Outro aspecto importante é o desafio de lidar com a diversidade dos custos em condomínios de shopping, que vão desde despesas fixas, como manutenção e segurança, até custos variáveis, relacionados a eventos, campanhas promocionais e consumo energético (RODRIGUES; LIMA, 2018). A gestão eficiente precisa, portanto, contemplar essa variedade, garantindo que todas as áreas estejam alinhadas e contribuam para a sustentabilidade financeira do empreendimento.

Este artigo tem como objetivo analisar as principais práticas e desafios da gestão inteligente em condomínios de shopping, oferecendo uma visão abrangente sobre os métodos utilizados para o controle de custos e a melhoria da eficiência administrativa. Para tanto, o artigo apresenta inicialmente os conceitos fundamentais de gestão condominial e controle de custos, seguido das ferramentas tecnológicas e das práticas inovadoras que têm transformado a administração desses ambientes. As referências bibliográficas utilizadas são atuais e reconhecidas na área, garantindo a fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento do estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONDOMÍNIOS COMERCIAIS

Os condomínios comerciais podem ser definidos como empreendimentos imobiliários constituídos por unidades autônomas destinadas a atividades econômicas lojas, salas, quiosques e serviços que compartilham áreas e sistemas comuns sob regime de copropriedade e regras específicas de governança. Diferem de condomínios residenciais pela finalidade preponderantemente mercantil e pela necessidade de coordenação de fluxos de pessoas, mercadorias e serviços, além de rotinas de manutenção mais intensivas e continuadas. Enquadram-se nessa categoria edifícios corporativos, galerias e, especialmente, shopping centers, cuja operação exige arranjos contratuais e técnicos próprios (MARTINS; PORTELA; SILVA, 2021; MOÉZIO DE VASCONCELLOS COSTA, 2020).

Do ponto de vista jurídico-contratual, a gestão de um condomínio comercial é balizada por convenção condominial, regulamento interno e uma teia de contratos atípicos com condôminos e lojistas, que disciplinam uso das áreas comuns, rateio de despesas, padrões de vitrine e comunicação, horários de funcionamento e mecanismos de resolução de conflitos. Em shopping centers, ganham relevo as obrigações pré-contratuais e os deveres de informação, transparência e cooperação entre empreendedor e lojistas, com vistas à redução de assimetrias e à preservação do equilíbrio econômico do empreendimento (MARTINS; PORTELA; SILVA, 2021; MALLMANN, 2024).

No eixo econômico-financeiro, os condomínios comerciais operam com estruturas de custos compostas por despesas ordinárias (limpeza, segurança, utilidades, manutenção) e extraordinárias (retrofits, ampliações, modernizações), usualmente rateadas por frações ideais ou critérios específicos definidos em convenção. Estudos de caso indicam que a otimização de custos condominiais depende de governança de dados, indicadores de desempenho e renegociação de contratos com base em análises de carga, perfil de demanda e sazonalidade (GUIMARÃES NETO, 2021; PINTO E XAVIER, 2023).

Em empreendimentos de grande porte, como shopping centers, a eficiência energética e a automação predial emergem como vetores centrais de competitividade. Evidências mostram que controles inteligentes de plantas de água gelada, associados a sistemas de automação predial, podem reduzir consumo e custos operacionais sem comprometer o conforto térmico, ao ajustar setpoints, curvas de operação e despacho

de chillers conforme condições em tempo real (ALAN et al., 2025). A integração de gestão de demanda, geração local e armazenamento também tem se mostrado promissora para arbitrar preços do varejista de energia e mitigar picos (COSTA et al., 2024).

A digitalização do ambiente construído amplia a capacidade de monitoramento e de resposta. Soluções baseadas em Internet das Coisas permitem controle fino de qualidade do ar, ventilação, temperatura e iluminação, articulando sensores, atuadores e plataformas analíticas para manter parâmetros de conforto e saúde ocupacional, com impacto direto na satisfação do usuário e no desempenho comercial das operações (FLORIS et al., 2021). Em paralelo, a transição energética no varejo exige superar barreiras organizacionais, financeiras e regulatórias, alinhando incentivos de proprietários e lojistas para viabilizar investimentos em eficiência e fontes renováveis (MUÑOZ et al., 2024).

A sustentabilidade operacional envolve ainda a gestão de emissões e o planejamento de manutenção. A literatura aponta que estratégias de manutenção orientadas por risco e ciclo de vida, combinadas com alocação eficiente de recursos, reduzem custos e impactos ambientais ao evitar paradas não programadas e prolongar a vida útil de ativos críticos (LAI et al., 2024; PINTO E XAVIER, 2023). Auditorias internas sistemáticas contribuem para a mitigação de fraudes e para o fortalecimento de controles, aumentando a confiabilidade das informações e o compliance com normas e contratos (FERNANDES; RODRIGUES; SENA, 2024).

No plano operacional, obras em condomínios comerciais ativos exigem planejamento minucioso para compatibilizar intervenções com a continuidade das atividades, controle de riscos e comunicação com stakeholders. Estudos de caso enfatizam janelas de obra fora do horário comercial, segregação de fluxos, gestão de ruído e poeira, além de interface contínua com segurança e manutenção. Tais diretrizes preservam a experiência do usuário e mitigam perdas de faturamento durante retrofit ou expansões (CROITOR, 2023).

A dimensão ambiental, por sua vez, demanda programas estruturados de gestão de resíduos, eficiência hídrica, controle de efluentes e educação ambiental de lojistas e prestadores. Diagnósticos regionais mostram que ações coordenadas e monitoradas por indicadores como taxa de desvio de aterro e consumo específico de água e energia por área locável são determinantes para ganhos de desempenho e para a conformidade com legislações locais. A governança ambiental reforça a reputação do empreendimento e potencializa fidelização de clientes (SILVA et al., 2023).

Eventos exógenos, como a pandemia de COVID-19, evidenciaram a importância de cláusulas de flexibilização e de mecanismos de renegociação em contratos de locação de shopping centers, contemplando hipóteses de força maior, reequilíbrio e revisões temporárias de aluguéis e encargos. A literatura jurídica documenta soluções pactuadas e decisões judiciais que buscaram calibrar riscos entre empreendedores e lojistas em cenários de fechamento compulsório e queda abrupta de demanda (MOÉZIO DE VASCONCELLOS COSTA, 2020; MARTINS; PORTELA; SILVA, 2021). No pós-crise, a alteração dos hábitos de consumo impôs reconfigurações no mix de lojas, experiência omnicanal e logística de última milha (FONTANILLAS 2023).

Por fim, a gestão estratégica de condomínios comerciais articula dimensões jurídicas, técnico-operacionais, ambientais e mercadológicas para sustentar desempenho econômico no longo prazo. A literatura recente converge para um modelo de operação orientado por dados, no qual automação, manutenção inteligente, governança de custos e contratos adaptativos formam um ecossistema integrado. Essa abordagem fortalece a resiliência frente a volatilidades de demanda e de preços de energia, enquanto promove conforto, segurança e sustentabilidade, elementos essenciais para a atratividade e a perenidade do empreendimento (ALAN et al., 2025; COSTA et al., 2024; LAI et al., 2024).

2.2 GESTÃO INTELIGENTE

A Gestão Inteligente (Smart Management) configura-se como um paradigma moderno da administração, caracterizado pela integração de ferramentas tecnológicas e metodologias analíticas avançadas no processo decisório. Esse modelo apoia-se fortemente em sistemas de informação e em técnicas de análise de dados (data analytics), permitindo que as decisões organizacionais sejam tomadas com base em evidências precisas e em tempo real (MARQUES & FIGUEIREDO, 2020).

A gestão inteligente de shopping centers consiste na aplicação integrada de tecnologias digitais, análise de dados e processos automatizados com o objetivo de otimizar o desempenho operacional e administrativo desses empreendimentos. Esse modelo de gestão visa aumentar a eficiência energética, reduzir custos operacionais e aperfeiçoar a experiência de lojistas e consumidores, ao mesmo tempo em que proporciona suporte à tomada de decisão baseada em informações precisas e em tempo real (MARQUES & FIGUEIREDO, 2020; CONTRERAS PINOCHET, 2024).

Os shopping centers configuram-se como organizações complexas, estruturadas na forma de condomínios comerciais, que demandam coordenação eficiente entre diversos agentes, incluindo a administração, os lojistas, os prestadores de serviços e os consumidores. (VIEIRA, 2016). Neste contexto, a Gestão Inteligente materializa-se por meio da implantação de Sistemas de Automação Predial (BAS/BMS – *Building Automation/Management Systems*), plataformas de gerenciamento integrado e o uso de Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs). Tais ferramentas conferem à administração a capacidade de monitorar variáveis críticas em tempo real, como o consumo energético, o fluxo de visitantes (tráfego), as condições operacionais dos ativos (Manutenção Preditiva) e os protocolos de segurança. Essa capacidade de monitoramento centralizado é fundamental para a otimização das *facilities* e para a tomada de decisão proativa (HOU ET AL.,2025)

2.3 GESTÃO DE CUSTOS EM CONDOMÍNIOS COMERCIAIS

A gestão de custos em condomínios comerciais, especialmente shopping centers, envolve o equilíbrio entre despesas operacionais, investimentos em manutenção e exigências contratuais dos locatários. O desafio é alocar adequadamente custos comuns (energia, água, segurança, limpeza) e específicos, garantindo transparência e previsibilidade orçamentária. Estudos de caso no Brasil apontam para a necessidade de sistemas de informação que consolidem históricos, indicadores de desempenho e planos de manutenção para reduzir desperdícios e retrabalho. Em paralelo, análises econômicas e de mercado revelam mudanças no comportamento do consumidor que pressionam margens e pedem maior eficiência operacional. Esse quadro exige metodologias de custeio que integrem contratos, engenharia de manutenção e governança. (PINTO E XAVIER, 2023; FONTANILAS, 2023).

O desenho contratual dos shopping centers estabelece regras para o rateio de despesas, a gestão de receitas acessórias e as responsabilidades pré-contratuais, influenciando diretamente os custos condominiais. Em situações de crise, como a pandemia da COVID-19, renegociações de aluguéis e revisões das cláusulas de rateio foram essenciais para manter as operações. A distinção clara entre despesas ordinárias e extraordinárias, assim como entre obras estruturais e melhorias, ajuda a evitar conflitos e problemas no orçamento. Além disso, contratos bem definidos, aliados a auditorias internas, aumentam a transparência, reduzem fraudes e equilibram informações entre as

partes. Assim, custo e compliance devem ser sempre considerados de forma conjunta. (MARTINS; PORTELA; SILVA, 2023; MOÉZIO DE VASCONCELLOS COSTA, 2020; FERNANDES; RODRIGUES; SENA, 2024).

Na prática, os planos de manutenção preventiva e corretiva impactam diretamente a vida útil dos ativos e, conseqüentemente, os custos ao longo do tempo. Quando bem planejada e controlada, a manutenção em shopping centers garante maior disponibilidade dos equipamentos e redução do custo total de propriedade, especialmente quando apoiada em registros confiáveis e no uso de indicadores de desempenho. Esses registros permitem modelar a depreciação, o momento ótimo de substituição e os impactos de falhas em ativos críticos como chillers e sistemas de iluminação. A adoção de rotinas padronizadas mitiga variabilidade no consumo de insumos e no uso de equipe. A padronização também facilita auditorias e revisões tarifárias. (PINTO E XAVIER, 2023; FERNANDES; RODRIGUES; SENA, 2024).

Obras e reformas em ambientes de alta ocupação exigem planejamento de custos que considere janelas de execução, interferências operacionais e riscos de paralisação. Em estudos de caso, a gestão de obras em shopping center requer cronogramas integrados ao calendário comercial, planos de contingência e comunicação com lojistas para minimizar perdas de faturamento. A orçamentação deve precificar não apenas materiais e serviços, mas também custos de oportunidade decorrentes de áreas interditadas. Essa visão integrada possibilita comparar diferentes alternativas de engenharia considerando o custo total. Com isso, aumenta-se a precisão na estimativa do CAPEX e do OPEX durante todo o ciclo de vida do ativo. (CROITOR, 2023).

A composição tarifária de utilidades é um vetor central na gestão de custos condominiais, em especial energia elétrica e água. Estratégias de eficiência energética e negociação tarifária influenciam o rateio entre condôminos e a atratividade do empreendimento. Evidências recentes mostram que intervenções em plantas de água gelada, controles inteligentes e automação predial reduzem consumo e picos de demanda, com reflexo direto nas contas. A análise de contratos com varejistas deve incorporar esses ganhos, definindo métricas de repasse justas e auditáveis. A governança sobre medições e submedições é condição para legitimidade do rateio. (ALAN et al., 2025).

Além das utilidades, despesas de pessoal, segurança, limpeza e marketing institucional compõem parcelas relevantes do orçamento condominial. A revisão periódica de contratos, indicadores de produtividade e benchmarking com empreendimento similares são práticas recomendadas. Pesquisas de mercado sugerem

que mudanças no mix de lojas e no fluxo de clientes alteram a elasticidade dessas despesas, demandando orquestração de serviços. A transparência em assembleias, com dashboards e relatórios compreensíveis, fortalece a confiança dos condôminos. Auditorias internas, por sua vez, funcionam como mecanismo de prevenção e resposta a irregularidades. (FONTANILLAS, 2023; FERNANDES; RODRIGUES; SENA, 2024).

A transição para operações mais sustentáveis introduz novas variáveis na estrutura de custo. Atualmente, discute-se a relação entre emissões de carbono, manutenção e custos operacionais, mostrando que decisões de manutenção e retrofit geram impactos tanto ambientais quanto financeiros. Ao considerar os custos ambientais, os gestores podem obter acesso a financiamentos verdes e diminuir riscos regulatórios. A integração entre políticas ambientais e o planejamento e controle da manutenção (PCM) cria um ciclo positivo de maior confiabilidade e eficiência. Essa abordagem é compatível com expectativas de consumidores e investidores por práticas ESG. (LAI et al., 2024).

No varejo, a decisão de adotar tecnologias e modelos energéticos renováveis enfrenta barreiras organizacionais, financeiras e informacionais. Estudos europeus apontam que drivers como custo de capital, percepção de risco e capacidades internas modulam o ritmo da transição. Em shopping centers, a coordenação entre condomínio e lojistas é determinante para viabilizar projetos de geração distribuída, armazenamento e resposta à demanda. Superar essas barreiras requer a elaboração de business cases sólidos e uma definição clara de como os benefícios serão distribuídos. A comunicação de resultados fortalece adesão e continuidade dos programas. (MUÑOZ et al., 2024).

Casos brasileiros evidenciam que a otimização de custos condominiais depende de um tripé: informação, processos e tecnologia. A implantação de sistemas integrados de gestão e a disciplina de registrar ocorrências, ordens de serviço e medições possibilitam análises comparativas e previsões mais acuradas. Com dados confiáveis, torna-se possível identificar alavancas de economia, renegociar contratos e ajustar padrões de consumo. O aprendizado organizacional emerge como ativo intangível que reduz erros recorrentes. A continuidade de práticas gera ganhos cumulativos. (PINTO E XAVIER, 2023; (GUIMARÃES NETO, 2021).

A literatura aponta, ainda, a importância do contexto institucional e das cláusulas gerais de contratos para delinear deveres de informação e lealdade nas fases pré e pós-contratual. As obrigações de cooperação e transparência reduzem disputas sobre custos e investimentos necessários à operação. Em momentos de choque externo, como pandemias, tais bases jurídicas facilitam reequilíbrios temporários e evitam a destruição

de valor. Assim, a estrutura legal atua como um mecanismo de proteção contra riscos econômicos. Dessa forma, gerir custos também significa gerir riscos jurídicos. (MARTINS; PORTELA; SILVA, 2023; MOÉZIO DE VASCONCELLOS COSTA, 2020).

Por fim, a governança de custos deve se alinhar à estratégia de posicionamento do shopping center no ecossistema varejista. As mudanças na forma de comprar — como a integração entre canais de venda, a retirada de produtos na loja (*click & collect*) e as experiências de consumo — influenciam as necessidades de infraestrutura, os horários de maior movimento e os padrões de limpeza e segurança. A gestão que antecipa esses movimentos ajusta o orçamento e prioriza investimentos com melhor retorno. O monitoramento contínuo de indicadores de fluxo e consumo fecha o ciclo de melhoria. O resultado é um condomínio financeiramente saudável e competitivo. (FONTANILLAS, 2023).

2.4 GESTÃO INTELIGENTE EM CONDOMÍNIOS COMERCIAIS

Gestão inteligente (*smart management*) em condomínios comerciais significa orquestrar pessoas, processos e tecnologias para otimizar conforto, segurança, sustentabilidade e custos. Em termos práticos, envolve automação predial, sensoriamento e tomada de decisão baseada em dados em tempo quase real. Aplicações em plantas de água gelada demonstram reduções significativas de consumo por meio de controles preditivos e estratégias de setpoint dinâmico. A integração com sistemas de supervisão permite identificar desvios e responder rapidamente. O foco recai sobre resultados mensuráveis e persistentes. (ALAN et al., 2025).

Soluções IoT para ambientes internos viabilizam monitoramento contínuo de qualidade do ar, temperatura, umidade e ocupação. Ao fechar o laço entre sensores, atuadores e algoritmos, é possível manter conforto com menor gasto energético. Em shopping centers, onde a ocupação muda ao longo do dia e das estações, esse nível de detalhamento aumenta a eficiência do sistema de HVAC e da iluminação. Além disso, a visibilidade proporcionada permite implementar manutenção preditiva, evitando paradas inesperadas. Dessa forma, a arquitetura digital se transforma em um ativo estratégico. (FLORIS et al., 2021).

Gestão inteligente requer governança de dados: padronização, interoperabilidade e segurança da informação. Protocolos e modelos de dados consistentes reduzem silos e permitem análises comparativas entre edifícios e períodos. Em iniciativas recentes de smart buildings, a capacidade de consolidar dados energéticos, de clima e de ocupação

se mostrou decisiva para extrair valor de algoritmos de otimização. Sem dados de qualidade, as automações voltam a depender de controles manuais, que são mais caros e menos eficientes. Logo, dados confiáveis são condição para inteligência operacional. (COSTA et al., 2024).

O armazenamento de energia e a gestão ativa de cargas ampliam o leque de estratégias para reduzir custo e emissões. Modelos que combinam geração local (ex.: fotovoltaica), tarifas horárias e perfis de demanda identificam quando armazenar, despachar ou deslocar consumo, maximizando economia. Em centros comerciais, essa orquestração reduz picos e melhora o fator de carga, impactando positivamente contratos de demanda. A flexibilidade elétrica passa a ser uma “nova capacidade” do empreendimento. E pode ser monetizada em programas de resposta à demanda. (COSTA et al., 2024).

A transição energética no varejo evidencia que decisões não são puramente técnicas: cultura organizacional, percepção de risco e governança financeira pesam no sucesso dos projetos. Gestão inteligente, portanto, inclui gestão da mudança: capacitar equipes, redefinir processos e criar incentivos internos. Business cases devem explicitar benefícios, custos e riscos com transparência para patrocinadores e condôminos. A comunicação consistente aumenta adesão e reduz resistência. Projetos-piloto funcionam como prova de valor. (MUÑOZ et al., 2024).

Do ponto de vista de sustentabilidade e custo, a literatura relaciona escolhas de manutenção e retrofit com emissões de carbono e despesas futuras. Matrizes de decisão que unem custo de ciclo de vida e impacto ambiental orientam priorização de intervenções. A gestão inteligente incorpora esses critérios em painéis executivos, assegurando que metas ESG guiem o OPEX e o CAPEX. Assim, investimentos deixam de ser pontuais para se inserirem em trajetórias de descarbonização. O resultado é maior segurança diante das regras e melhor imagem da empresa. (LAI et al., 2024).

Auditoria contínua e controles internos digitais elevam a confiabilidade de informações financeiras e operacionais. Em ambientes complexos, ferramentas de auditoria apoiam a detecção de anomalias em contratos, notas e medições, mitigando fraudes e erros. A integração entre ERP, BMS e sistemas de manutenção cria trilhas de auditoria completas. A rastreabilidade facilita prestações de contas a conselhos e assembleias. Com isso, a confiança institucional se fortalece. (FERNANDES; RODRIGUES; SENA, 2024).

A gestão inteligente também envolve engenharia de operações em obras e reformas, com uso de planejamento colaborativo, restrições e análise de riscos. Em

shopping centers, gerir intervenções com mínima perturbação do fluxo de clientes é diferencial competitivo. Ferramentas digitais de cronograma e controle de campo reduzem desvios de prazo e custo. O aprendizado de cada obra alimenta bibliotecas de métodos e processos. Essa experiência ajuda a tornar os próximos projetos mais rápidos. (CROITOR, 2023).

No Brasil, estudos de caso mostram que a maturidade em manutenção e informação é determinante para capturar valor de soluções inteligentes. Sem processos robustos, a automação vira “ilha” e perde tração. A gestão deve, portanto, alinhar indicadores de confiabilidade, custos e conforto, com metas claras e revisões periódicas. A disciplina de análise causa-raiz evita recorrência de falhas e sustenta ganhos. Assim, inteligência é também método. (PINTO E XAVIER, 2023).

Por fim, a gestão inteligente precisa dialogar com o ecossistema varejista e as mudanças no comportamento do consumidor. Ajustes de operação para eventos, sazonalidades e novas lógicas de consumo devem ser antecipados por modelos preditivos e painéis em tempo real. A colaboração com lojistas na coleta de dados e na execução de ações de eficiência amplia o alcance das iniciativas. Quando o valor é percebido na ponta, a adesão aumenta. E a inteligência deixa de ser projeto para virar prática. (FONTANILLAS, 2023).

2.5 TECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO DE CUSTOS PARA MELHORIAS EM CONDOMÍNIOS COMERCIAIS

Sistemas de automação predial (BAS/BMS) com controles avançados são tecnologias-chave para redução de custos energéticos em shopping centers. Estudos recentes comprovam ganhos expressivos ao aplicar lógica de controle inteligente em chillers, torres de resfriamento e bombas, com setpoints dinâmicos baseados em clima e ocupação. A otimização da planta de água gelada reduz consumo e demanda pico, refletindo diretamente nas faturas. Além disso, melhora o conforto térmico e a confiabilidade operacional. É uma alavanca de alto impacto e retorno. (ALAN et al., 2025).

Arquiteturas de IoT permitem equipar ambientes internos com sensores de baixo custo para medir temperatura, umidade, CO₂, compostos orgânicos voláteis (VOCs) e presença. Com essa rede de sensores, algoritmos ajustam iluminação e sistemas de HVAC de acordo com a ocupação real, evitando o superdimensionamento. Esse nível de detalhamento permite medir o consumo por zonas e lojas, possibilitando rateios mais

justos. Para o condomínio, a visibilidade detalhada ajuda a identificar oportunidades de retrofit e manutenção. Para os lojistas, cria incentivos para práticas mais eficientes. (FLORIS et al., 2021).

Soluções de armazenamento de energia (baterias) integradas a geração local e tarifas dinâmicas surgem como tecnologia de fronteira para reduzir custo de energia. Modelos operacionais que consideram preços do varejista, geração fotovoltaica e demanda do edifício maximizam arbitragem e aliviam picos. Em mercados com sinais tarifários claros, a combinação “PV + storage + controle” destrava economias relevantes. Em shopping centers, o efeito é potencializado pela previsibilidade de perfis diários. A viabilidade depende de CAPEX, regulação e operação competente. (COSTA et al., 2024).

Plataformas de analytics e gêmeos digitais energéticos permitem simular cenários de operação e comparar estratégias de controle. Usando dados reais, os gestores podem testar ajustes de temperatura, operação de chillers e estratégias de ventilação antes de aplicá-los no local. Essa capacidade reduz risco e acelera a captura de ganhos. Gêmeos digitais também apoiam diagnósticos de falhas e planejamento de retrofit. Constituem camada analítica de alto valor. (ALAN et al., 2025).

Sistemas de gestão da manutenção (CMMS/EAM) integrados ao BMS viabilizam manutenção preditiva baseada em condição. A captura automática de horas de operação, vibração e temperaturas alimenta algoritmos que priorizam ordens de serviço com maior impacto em custo e risco. A consequência é menor indisponibilidade e melhor uso de equipes e estoques. Com registros completos, decisões de substituição versus reparo tornam-se mais racionais. O resultado aparece no OPEX ao longo do ciclo do ativo. (PINTO E XAVIER, 2023).

Ferramentas de auditoria contínua e RPA aplicadas as contas de utilidades e contratos reduzem erros de faturamento e fortalecem controles internos. Em experiências documentadas, rotinas automatizadas cruzam leituras, tarifas e condições contratuais para sinalizar anomalias e potenciais fraudes. Dashboards consolidados facilitam o acompanhamento pela administração e pelos condôminos. Além de reduzir perdas, tais tecnologias aumentam a confiança no rateio. Transparência vira vantagem competitiva. (FERNANDES; RODRIGUES; SENA, 2024).

Modelos de decisão multiobjetivo que incorporam custo, emissões e conforto orientam investimentos em retrofit e operação diária. Estudos mostram que escolhas de manutenção influenciam simultaneamente custos e pegada de carbono, pedindo ferramentas que quantifiquem trade-offs. Em shoppings, onde há pressão por metas

ESG, essas tecnologias apoiam roadmaps de descarbonização. A priorização baseada em dados evita investimentos de baixo retorno. E acelera ganhos materiais e reputacionais. (LAI et al., 2024).

No nível estratégico, plataformas de apoio à decisão para transição energética no varejo ajudam a superar barreiras de adoção. Elas estruturam business cases, avaliam riscos e mapeiam incentivos, facilitando a tomada de decisão por conselhos e gestores. Ao explicitar drivers e gargalos, reduzem inércia organizacional. Associadas a pilotos bem desenhados, criam tração interna. E facilitam a implementação gradual de soluções. (MUÑOZ et al., 2024).

Casos brasileiros de otimização de custos condominiais apontam para benefícios da integração entre medição setorial, contratos e governança. Estudos de caso em shopping center destacam que revisões de processos e uso de dados históricos permitem renegociar insumos e eliminar desperdícios. Em obras, ferramentas digitais de planejamento e controle mitigam aditivos e atrasos. A tecnologia, nesse sentido, multiplica a capacidade gerencial. E dá previsibilidade ao caixa condominial. (GUIMARÃES NETO, 2021; MALLMANN, 2024; CROITOR, 2023).

Por fim, a adoção tecnológica precisa dialogar com tendências de mercado e comportamento do consumidor. Mudanças no varejo experiencia integrada, logística de última milha, eventos alteram padrões de ocupação e consumo de recursos. Plataformas de dados que conectam operação predial a indicadores de fluxo e vendas permitem ajustar estratégias de climatização, limpeza e segurança em tempo quase real. O condomínio torna-se adaptativo. E a gestão de custos, dinâmica e orientada por evidências. (FONTANILLAS, 2023).

3 METODOLOGIA

O artigo caracteriza-se como um estudo de natureza bibliográfica, com a finalidade de buscar compreender, à luz de diferentes autores, como a gestão inteligente pode otimizar custos e promover melhorias operacionais em condomínios de shopping. A pesquisa bibliográfica tem por objetivo examinar e interpretar o conhecimento já publicado sobre determinado tema, permitindo identificar abordagens, lacunas e tendências que orientem novas práticas de gestão (Gil, 2019). Essa metodologia foi escolhida por sua adequação ao propósito do artigo, que consiste em reunir e analisar contribuições teóricas recentes para sustentar a discussão sobre o uso de tecnologias e estratégias administrativas voltadas à eficiência de condomínios de shopping

O artigo foi desenvolvido com base na leitura e análise crítica de livros, artigos

científicos, e trabalhos acadêmicos publicados entre 2020 e 2025, privilegiando materiais que tratassem de gestão de custos, automação predial, eficiência energética e inovação administrativa em empreendimentos comerciais. As fontes foram pesquisadas em bases de dados acadêmicas como Scielo, Google Scholar e ScienceDirect, utilizando combinações de descritores relacionados a “gestão inteligente”, “condomínios comerciais”, “eficiência operacional” e “shopping centers”. A seleção das referências observou critérios de atualidade, relevância e credibilidade científica, garantindo consistência às análises e coerência com os objetivos da pesquisa. (Gil,2019)

A escolha pela metodologia bibliográfica justifica-se pela à escassez de pesquisas práticas abrangentes sobre o tema e pela necessidade de consolidar o conhecimento existente de forma estruturada e comparativa. Esse tipo de pesquisa permite a sistematização do saber acumulado, servindo como base para futuras investigações e aplicações práticas (LAKATOS E MARCONI, 2017). Assim, o artigo não se limita à simples descrição de conteúdo, mas propõe uma análise crítica e integradora, capaz de evidenciar como a adoção de práticas inteligentes pode fortalecer a sustentabilidade financeira e operacional dos condomínios de shopping, atendendo ao rigor metodológico exigido pela pesquisa científica.

4 CONCLUSÃO

O artigo atingiu seu propósito central ao analisar como práticas de gestão inteligente podem contribuir para o controle e a otimização dos custos em condomínios de shopping, confirmando a hipótese de que o uso estratégico de tecnologias digitais, indicadores de desempenho e processos integrados fortalece a eficiência operacional e a sustentabilidade financeira. A revisão evidenciou que a classificação e o monitoramento sistemático de despesas, aliados ao planejamento orçamentário e à transparência na prestação de contas, reduzem desperdícios, qualificam a tomada de decisão e elevam a confiança entre o empreendimento e lojistas, respondendo aos objetivos propostos.

Constatou-se, ainda, que a gestão inteligente transcende o mero controle financeiro ao integrar participação social e práticas sustentáveis. A comunicação ativa com os lojistas, o acompanhamento de métricas como custo por metro quadrado e inadimplência, e a incorporação de soluções tecnológicas (softwares de gestão, sistemas integrados, IoT e comunicação digital) compõem um arranjo capaz de agilizar correções orçamentárias, evitar retrabalhos e otimizar serviços essenciais sem comprometer a

qualidade. Tais achados corroboram a hipótese quanto aos ganhos de efetividade e confirmam, de forma coerente com a literatura mobilizada, que a inovação orientada a dados é vetor de redução de custos e de valor agregado ao empreendimento.

Por fim, reconhece-se a limitação inerente ao recorte teórico e bibliográfico adotado. Como desdobramento natural, recomenda-se que futuras pesquisas utilizem estudos de caso e evidências empíricas para mensurar, em diferentes contextos, a magnitude dos impactos financeiros e operacionais das práticas mapeadas. Ainda assim, os resultados aqui sintetizados oferecem uma base consistente para orientar decisões gerenciais e delinear rotas de implementação, sem introduzir informações inéditas além daquelas já discutidas ao longo do trabalho, encerrando o estudo em consonância com seus objetivos e hipóteses.

REFERÊNCIAS

ALAN, F. M. L.; et al. Transforming Chiller Plant Efficiency with Smart Controls and Building Automation Systems: A Shopping Mall Case Study in Hong Kong. *Urban Science*, v. 9, n. 7, 253, 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2413-8851/9/7/253>. Acesso em: 23 set. 2025.

CONTRERAS PINOCHET, L. H. (2024). *Smart technologies in supermarket retail and their influence on operational performance*. *Revista de Gestão*, 31(2), 1–15

COSTA, R.; et al. Empowering energy management in smart buildings: storage management considering local generation, demand and retailer prices. *Energy and Buildings*, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778824010697>. Acesso em: 23 set. 2025.

FONTANILLAS (2023). Mudança na dinâmica de compra no varejo tradicional e impactos nos shopping centers: uma revisão integrativa (2021–2024). 2024. <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/89624/R%20-%20E%20-%20NATAL%20ADRIANO%20DE%20OLIVEIRA%20%20.pdf>. Acesso em: 23 set. 2025.

FERNANDES, Amanda Cristine Árcega; RODRIGUES, Paula Izabela Nogueira Bartkiw; SENA, Denilson Cesar. O processo de auditoria interna em Shopping Center: evita possíveis fraudes? *Revista Multidisciplinar do UniSantaCruz*, v. 2, n. 1, e393, 2024. DOI: 10.55905/rmuscv2n1-004. Disponível em: <https://periodicos.unisantacruz.edu.br/index.php/revmulti/article/view/393>. Acesso em: 23 set. 2025.

FLORIS, A.; et al. An IoT-Based Smart Building Solution for Indoor Environment Management. *Energies*, v. 14, n. 10, 2959, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/10/2959>. Acesso em: 23 set. 2025.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

CROITOR. Estudo de caso de realização de obras em um shopping center. 2023. Instituto Federal de Goiás, Goiânia, 2023.

PINTO E XAVIER. Planejamento e controle da manutenção aplicado a um shopping center. 2023. Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, 2023. Disponível em: <https://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3160/1/GEST%C3%83O%20DA%20INFORMA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 23 set. 2025.

GRANT, M. J.; BOOTH, A. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, v. 26, n. 2, p. 91–108, 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>. Acesso em: 11 out. 2025.

HOU, H. C., ET AL. (2025). *Evaluating smart facilities management in shopping centers: a participatory KPI method approach*. *Journal of Building Engineering*, 87(1), 122000.

LAI, J. H. K.; et al. Carbon emission and maintenance cost of commercial buildings: resources deployment for sustainable operation. *Journal of Cleaner Production*, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652624009077>. Acesso em: 23 set. 2025.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MOÉZIO DE VASCONCELLOS COSTA. As relações locatícias nos contratos de shopping centers no Brasil durante o período da pandemia da COVID-19. 2020. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/123456789/16655/1/As%20rela%C3%A7%C3%B5es%20locat%C3%ADcias%20nos%20contratos%20de%20shopping%20centers%20no%20Brasil%20durante%20o%20per%C3%ADodo%20da%20pandemia%20da%20COVID-19.pdf>. Acesso em: 23 set. 2025.

MARQUES, M., & FIGUEIREDO, M. (2020). *Transformação digital e gestão inteligente de edifícios comerciais*. *Revista de Administração e Inovação*, 17(4), 58–74.

MARTINS, Marcelo Antônio Ohrenn; PORTELA, Irene Maria; SILVA, Marcos Alves da. Obrigações pré-contratuais em shopping centers à luz das cláusulas gerais dos contratos. *Revista Educação, Direito e Sociedade*, v. 4, n. 6, p. 175-193, 2021. Disponível em: <https://revistas.fw.uri.br/educacaodireitoesociedade/article/download/3916/3168/14240>. Acesso em: 23 set. 2025.

MUÑOZ, M. F. V.; et al. Energy transition in the retail sector: Revealing decision drivers and barriers. *Energy and Buildings*, 2024. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778824008442>. Acesso em: 23 set. 2025.

GUIMARÃES NETO. Otimização da gestão de custos condominiais: um estudo de caso em um shopping center. 2021. Centro Universitário Christus (Unichristus), Fortaleza, 2021. Disponível em: [000000o%20Santos%20Oliveira.pdf](#). Acesso em: 23 set. 2025.

PAEZ, A. Gray literature: An important resource in systematic reviews. *Journal of Evidence-Based Medicine*, v. 10, n. 3, p. 233–240, 2017. **Disponível em:** <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jebm.12266>. **Acesso em:** 11 out. 2025.

PAGE, M. J.; et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, v. 372, n. n71, 2021. **Disponível em:** <https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>. **Acesso em:** 11 out. 2025.

MALLMANN. Shopping centers: aspectos contratuais e de gestão de custos. 2024. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2024. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/7878/1/TCC%20-SHOPPING%20CENTERS%20-%20MATHEUS%20F.%20P.%20PARREIRA.pdf>. Acesso em: 23 set. 2025.

ARAÚJO; Inácio. **Análise das ações de gestão ambiental em shoppings da Região Metropolitana do Recife.** 2023. Instituto Federal de Pernambuco, Recife, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1461/AN%C3%81LISE%20DAS%20A%C3%87%C3%95ES%20DE%20GEST%C3%83O%20AMBIENTAL%20EM%20SHOPPING%20DA%20REGI%C3%83O%20%281%29.pdf>. Acesso em: 23 set. 2025.

VIEIRA, V. A. (2023). *Incentivos extracontratuais e comportamentos ex post no relacionamento lojista–administradora.* **Revista de Administração Contemporânea**, 20(4), 478–497

WOHLIN, C. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In: *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE '14)*. New York: ACM, 2014. p. 1–10. **Disponível em:** <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2601248.2601268>. **Acesso em:** 11 out. 2025.

PREVENÇÃO DE QUEDAS EM IDOSOS: FORTALECIMENTO ATRAVÉS DO EXERCÍCIO FÍSICO

Isaque Pereira Lima¹
Vinicius Monteiro Caetano¹
Fabio Luiz Jesus Magalhães²

¹Acadêmicos do curso de Educação Física – Faculdade Multivix Vila Velha
²Docente do curso de Educação Física – Faculdade Multivix Vila Velha

RESUMO

O envelhecimento populacional vem aumentando nas últimas décadas, trazendo desafios significativos para a saúde pública, em especial no que se refere à prevenção de quedas entre idosos. Essas quedas mostram uma das principais causas de morbidade e mortalidade nessa faixa etária, comprometendo a autonomia e a qualidade de vida dos idosos. Este artigo científico tem como objetivo analisar e investigar como a prática regular de atividades físicas com foco no fortalecimento muscular pode contribuir para a redução do risco de quedas em pessoas idosas. A pesquisa, de caráter qualitativo e natureza bibliográfica, foi desenvolvida com base em artigos científicos, publicações acadêmicas e relatórios institucionais que abordam o tema. A análise e estudo das fontes permitiu identificar que o fortalecimento muscular melhora o equilíbrio, a postura e a confiança dos idosos em suas atividades diárias, além de que pode promover benefícios psicossociais como a redução da ansiedade e do isolamento social. Podemos observar que exercícios resistidos e atividades adaptadas à realidade dos idosos são estratégias eficazes para o envelhecimento ativo e seguro. Conclui-se que a prática regular de exercícios físicos supervisionados é essencial para a manutenção da funcionalidade, autonomia e qualidade de vida, devendo ser incentivada por meio de políticas públicas, familiares e programas voltados à promoção da saúde do idoso.

Palavras-Chave: fortalecimento muscular; queda; idosos; atividade física; prevenção

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a sociedade enfrenta um processo de envelhecimento populacional cada vez mais evidente. No Brasil, esse crescimento tem sido expressivo, trazendo consigo diversos desafios, especialmente na área da saúde pública, que passa a lidar com novas demandas para garantir o bem-estar e a qualidade de vida da população idosa. A literatura destaca que a prática regular de atividades físicas, aliada a exercícios que estimulam o raciocínio, a coordenação e o equilíbrio, contribui significativamente para a prevenção de quedas. Conforme afirma Silva (2017), a combinação dessas práticas proporciona ganhos de força muscular, melhora do equilíbrio e maior segurança na realização de atividades diárias, reduzindo de forma importante os riscos de quedas na terceira idade.

Entretanto, as quedas permanecem entre os problemas mais frequentes enfrentados pelos idosos, gerando impactos físicos, emocionais e sociais, como fraturas, medo de se movimentar e isolamento social. Segundo dados do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (2022), cerca de 40% dos idosos com 80 anos ou mais sofrem quedas anualmente, podendo esse índice chegar a 50% entre aqueles residentes em instituições de longa permanência. Além disso, dados divulgados pela BBC News Brasil (2024) mostram que, entre 2013 e 2022, mais de 70 mil idosos acima de 65 anos sofreram quedas fatais no país, tornando esse tipo de acidente a terceira principal causa de morte nessa faixa etária.

Diante desse cenário, este estudo delimita-se a analisar como a prática de atividade física, especialmente aquela voltada ao fortalecimento muscular, pode reduzir o risco de quedas em idosos. A pesquisa busca compreender os principais fatores que contribuem para esses acidentes e as dificuldades enfrentadas pelos idosos na adoção e manutenção de uma rotina regular de exercícios físicos. De acordo com Lobo (2012), as quedas podem ser ocasionadas tanto por fatores externos como ambientes mal iluminados, pisos escorregadios ou ausência de adaptações, quanto por fatores internos, como uso de medicamentos, doenças que comprometem o equilíbrio e limitações decorrentes do avanço da idade. Soma-se a isso a dificuldade

de acesso a academias e programas de exercícios, seja por falta de orientação adequada, infraestrutura limitada ou ausência de apoio familiar.

Nesse contexto, emerge o problema central desta pesquisa: compreender quais são os principais fatores que contribuem para as quedas em idosos e de que forma esses obstáculos interferem na participação em programas de fortalecimento muscular. Assim, o objetivo geral deste estudo é investigar os efeitos da prática regular de atividades físicas no fortalecimento muscular e na prevenção de quedas em idosos. Para alcançar esse propósito, busca-se analisar como o fortalecimento contribui para a melhoria do equilíbrio e da postura, identificar os fatores que influenciam a resistência física e a capacidade funcional dos idosos que praticam exercícios e compreender a percepção desses indivíduos sobre o papel da atividade física na redução do risco de quedas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Envelhecimento populacional e os desafios para a qualidade de vida

O envelhecimento da população é uma realidade mundial que tem ocorrido de forma rápida, inclusive no Brasil. Esse aumento na expectativa de vida se deve, em grande parte, aos avanços na medicina, na tecnologia e nas condições de vida. Por outro lado, essa mudança também traz desafios importantes, como o surgimento de doenças crônicas, a perda da mobilidade e a maior exposição a acidentes. Entre esses desafios, as quedas aparecem como uma das ocorrências mais frequentes e perigosas na velhice.

Além de causarem lesões, como fraturas, as quedas afetam a confiança dos idosos, geram medo e contribuem para o isolamento social (PAULA; BEZERRA; GOMES, 2024). Muitos acabam deixando de sair de casa ou de participar de atividades por receio de cair novamente, o que compromete ainda mais sua saúde física e emocional.

O envelhecimento causa naturalmente a sarcopenia, perda generalizada e progressiva de força, massa e função muscular. Essa condição também pode causar

redução da flexibilidade e dificuldade no equilíbrio. Essas alterações dificultam tarefas comuns, como subir escadas, caminhar ou levantar-se de uma cadeira. Por isso, é fundamental pensar em medidas preventivas e de acessibilidade, que ajudem o idoso a se manter ativo e seguro em ambientes públicos e nas suas próprias casas.

A prática regular de exercícios físicos é uma das estratégias mais eficazes para reduzir os efeitos negativos do envelhecimento. Com os exercícios, os idosos ganham força, equilíbrio e mobilidade, além de mais independência nas suas tarefas diárias. A atividade física também traz benefícios para a saúde mental, ajudando a combater a depressão e a ansiedade, o que contribui para uma vida mais feliz e participativa.

De acordo com Guiselini e Vilela Junior (2025), é possível manter e até melhorar a capacidade funcional dos idosos com atividades bem orientadas, como treinos de força, equilíbrio e coordenação. Esses exercícios, quando adaptados à realidade do idoso, ocasionam ótimos resultados na prevenção de quedas, trazendo a segurança e vitalidade na realização de atividades cotidianas.

A má postura e a limitação dos movimentos aumentam os riscos de acidentes dentro de casa. Por isso, além do exercício físico, é essencial orientar os idosos sobre como se movimentar, como agachar, como abaixar com segurança, adotando hábitos mais saudáveis.

Manter o corpo ativo também é uma forma de evitar doenças como diabetes, hipertensão e problemas nas articulações. O sedentarismo afeta tanto o corpo quanto a mente, pois pode causar tristeza, desânimo e isolamento. Já o exercício favorece a convivência social e melhora o humor.

2.2 A importância do fortalecimento muscular para a prevenção de quedas

Com o passar do tempo, é natural que os idosos percam força e massa muscular. Essa fraqueza compromete a capacidade de realizar movimentos simples, como caminhar, subir escadas ou levantar da cama. Quando essa condição é combinada com problemas como visão reduzida ou dores articulares, o risco de quedas aumenta consideravelmente. Por isso, o fortalecimento muscular se torna uma medida essencial para promover mais saúde e segurança na terceira idade.

Os exercícios voltados para o fortalecimento dos músculos são eficazes para melhorar o equilíbrio e a postura. Ao fortalecer as pernas, quadris e lombar, os idosos

ganham mais firmeza nos movimentos do dia a dia, como caminhar ou permanecer de pé por mais tempo. Essa maior estabilidade traz mais autonomia e confiança nas tarefas.

A perda de força muscular é um dos principais fatores de risco para quedas, especialmente entre os idosos que vivem em instituições. Nesses locais, a rotina costuma ser mais parada, o que pode acelerar a fraqueza muscular. Por isso, a inclusão de atividades físicas adaptadas nesses ambientes é de suma importância, como forma de manter os idosos ativos e mais protegidos contra acidentes.

Matsudo (2009) ressalta que os exercícios de força não apenas mantêm a musculatura, mas também ajudam a prevenir doenças crônicas, aumentam a disposição física e favorecem a autonomia. A prática regular de atividades físicas retarda o processo de perda muscular natural da idade, permitindo ao idoso se manter ativo e com menos limitações.

Da Silva (2017) também chama atenção para os benefícios da combinação entre exercícios físicos e atividades que estimulem a mente. Essa união fortalece o corpo e aumenta a autoestima e a segurança do idoso, ajudando a diminuir o medo de cair e incentivando a participação nas atividades diárias.

Além disso, conforme a BBC News Brasil (2024), manter-se fisicamente ativo contribui para a saúde mental, reduzindo sintomas como a ansiedade e a depressão. Esses fatores emocionais, quando não tratados, podem gerar desmotivação e isolamento, resultando na redução da movimentação corporal e aumentando o risco de quedas.

Portanto, fortalecer os músculos é uma ação que vai muito além do físico. Ela ajuda na independência, melhora a autoestima e previne acidentes.

2.3 Dificuldades encontradas pelos idosos na prática de atividade física

Embora os benefícios da atividade física para os idosos estejam bem comprovados, muitos ainda enfrentam obstáculos que dificultam a prática regular de exercícios. Esses desafios envolvem questões físicas, emocionais, sociais e até estruturais. Entender essas barreiras é essencial para criar soluções que incentivem o envelhecimento ativo.

Um dos maiores problemas é a falta de locais apropriados e acessíveis. Fonseca e Matumoto (2020) apontam que muitos ambientes públicos e instituições não têm estrutura adequada para os idosos. Escadas sem corrimão, pisos escorregadios e pouca iluminação tornam o ambiente perigoso. Além disso, faltam programas gratuitos ou com custo acessível, o que limita o acesso à atividade física, principalmente entre os idosos de baixa renda.

Outro fator importante é o medo de cair durante os exercícios, pois muitos idosos que já sofreram quedas ficam inseguros e evitam se movimentar. Fernandes et al. (2012) explicam que esse receio pode criar um ciclo negativo: quanto menos o idoso se movimenta, mais força e equilíbrio ele perde, aumentando ainda mais o risco de novas quedas. Por isso, a presença de profissionais qualificados, como fisioterapeutas e profissionais da educação física, é essencial para orientar e adaptar os exercícios.

Aspectos emocionais e sociais também dificultam a prática. Paula et al. (2024) mostram que sentimentos como solidão, tristeza e a falta de incentivo familiar podem desmotivar os idosos. Ambientes acolhedores, com a presença de outros idosos, favorecem a convivência social e tornam a atividade mais agradável. Ter companhia para praticar exercícios aumenta a frequência e o engajamento.

As doenças crônicas e dores físicas também são barreiras frequentes. Problemas como artrite, artrose e hipertensão dificultam os movimentos, mas com acompanhamento profissional e atividades adaptadas, ainda é possível manter uma rotina segura de exercícios. O importante é respeitar os limites individuais.

Coelho e Burini (2009) destacam ainda a falta de informação. Muitos idosos e familiares acreditam, de forma equivocada, que a prática de atividades deve ser evitada com o avanço da idade. Na verdade, manter-se em movimento é essencial para preservar a saúde e prevenir problemas. Isso mostra a importância de campanhas educativas e orientações adequadas para os idosos e seus cuidadores.

Assim, fica claro que, para que mais idosos consigam se manter ativos, é preciso investir em políticas públicas, oferecer espaços seguros e acessíveis, garantir profissionais capacitados e desenvolver ações que conscientizem sobre os benefícios da atividade física na terceira idade.

Além dos fatores mencionados, é importante destacar que o incentivo à atividade física na terceira idade também depende de aspectos culturais e

educacionais. Muitos idosos não foram estimulados a se exercitar ao longo da vida, e por isso encaram a prática de atividades físicas como algo novo e, por vezes, desnecessário. A falta de conhecimento sobre os benefícios do exercício para o envelhecimento saudável ainda é um obstáculo presente em muitas famílias e comunidades.

Outro ponto que merece atenção é o papel das políticas públicas. Nem sempre os municípios oferecem programas voltados para o idoso com estrutura adequada e profissionais capacitados. Quando há a oferta, muitas vezes a divulgação é limitada, dificultando o acesso daqueles que mais precisam. Seria necessário ampliar os investimentos em programas de saúde e bem-estar que valorizem o envelhecimento ativo, especialmente nas regiões com maior vulnerabilidade social.

Além disso, as atividades propostas para esse público devem considerar as condições físicas individuais, respeitando limitações e promovendo a inclusão. Exercícios simples, realizados em grupo e com acompanhamento profissional, podem fazer uma grande diferença na saúde do idoso. O ambiente em que a atividade acontece também influencia: espaços seguros, limpos, bem iluminados e acolhedores contribuem para que o idoso se sinta motivado e valorizado.

A presença de familiares ou cuidadores também é um fator importante para manter os idosos ativos. Quando há apoio no convívio doméstico, os idosos tendem a se sentir mais seguros para praticar exercícios, sair de casa e frequentar espaços de convivência. O incentivo da família pode ser o diferencial entre o sedentarismo e a adoção de hábitos saudáveis.

Por fim, vale lembrar que a atividade física vai muito além do movimento corporal. Ela fortalece os vínculos sociais, melhora o humor, estimula a memória e reduz os sentimentos de solidão. Um idoso ativo tende a ter mais autoestima, mais autonomia e maior disposição para enfrentar os desafios naturais do envelhecimento. Portanto, é essencial que a sociedade como um todo, incluindo profissionais da saúde, gestores públicos e familiares, reconheçam o valor da atividade física como ferramenta fundamental para uma velhice com mais saúde, dignidade e qualidade de vida.

3. METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa, com propósito explicativo, buscando compreender de que forma a prática regular de atividades físicas, especialmente aquelas voltadas ao fortalecimento muscular, influencia a capacidade funcional de idosos e contribui para a prevenção de quedas. Esse tipo de investigação permite interpretar resultados presentes na literatura científica e analisar relações entre fatores fisiológicos, comportamentais e ambientais que afetam o risco de acidentes nessa população.

A abordagem é básica, uma vez que tem como finalidade ampliar o conhecimento teórico sobre a temática, sem a intenção de propor intervenções imediatas. Os dados utilizados foram obtidos por meio de consulta a artigos científicos, periódicos acadêmicos e materiais especializados que abordam o fortalecimento muscular, a funcionalidade e a prevenção de quedas em pessoas com idade igual ou superior a 60 anos.

O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases Google Scholar, SciELO, PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando descritores como *atividade física, idosos, quedas, fortalecimento muscular, prevenção, equilíbrio e capacidade funcional*. A seleção dos materiais incluiu publicações entre 2010 e 2024, disponíveis na íntegra e que apresentassem metodologia clara, relevância científica e relação direta com o objeto de estudo.

Foram excluídos artigos e documentos que não abordam quedas sem associação com atividade física, matérias incompletos e duplicados ou estudos que a faixa etária não seria compatível com o estudo referente a população idosa. A análise dos dados ocorreu por meio de leitura crítica, sempre buscando compreender e identificar evidências sobre os efeitos dos exercícios físicos no desempenho funcional dos idosos, além de estratégias eficazes para diminuir o risco de quedas.

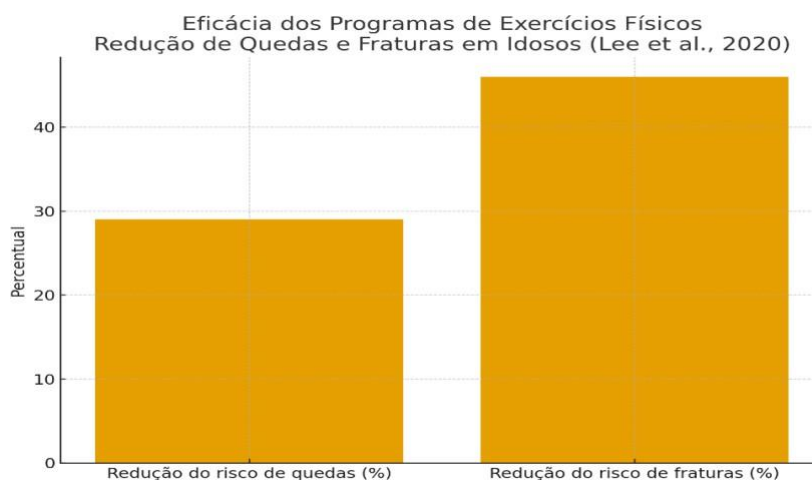
Segundo Fernandes et al. (2012), estudos desse tipo permitem compreender como a prática de exercícios físicos atua positivamente sobre o desempenho funcional dos idosos, promovendo maior autonomia e contribuindo de forma significativa para a prevenção de quedas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Eficácia dos programas de exercício físico na prevenção de quedas em idosos

A prática regular de atividade física vem sendo amplamente reconhecida como uma das formas mais efetivas na prevenção de quedas entre idosos, principalmente quando se fala de exercícios que envolve o fortalecimento muscular e equilíbrio. De acordo com Lee et al. (2020), em uma revisão sistemática e meta-análise que reuniu 12 estudos e mais de 4.700 participantes, os programas de exercícios físicos diminuíram em até 29% o risco de quedas e em 46% o risco de fraturas entre idosos que vivem na comunidade. Os autores ressaltam que os programas combinados de força e equilíbrio apresentaram os melhores resultados, especialmente quando se fala em indivíduos com idade superior a 75 anos e em mulheres. Esses achados reforçam a importância do fortalecimento dos membros inferiores, na qual contribui para a melhora da estabilidade postural, da mobilidade funcional e do tempo de reação, fatores diretamente relacionados à prevenção de quedas. Além disso, Lee et al. (2020) enfatizam que ações com maior duração e supervisão profissional tendem a ser mais eficazes, pois garantem uma melhor adesão e execução correta dos exercícios. Assim, evidencia-se que o fortalecimento, quando conjunto ao treinamento de equilíbrio e conduzido de forma contínua e correta, é uma estratégia segura e eficiente para reduzir o risco de quedas e promover maior autonomia funcional em idosos.

Gráfico 1 – Redução do risco de quedas e Redução do risco de fraturas



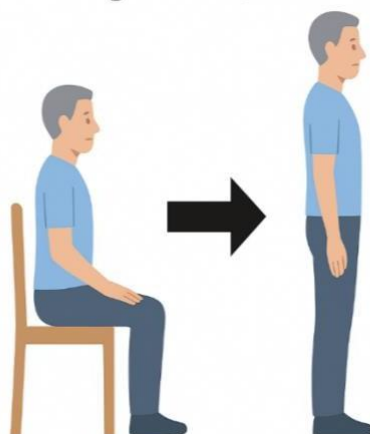
Fonte: Isaque Pereira (2025)

4.2 O papel do treinamento de potência muscular na prevenção de quedas

Além do treinamento e fortalecimento tradicional, o treinamento de potência muscular vem se destacando como estratégia eficaz para reduzir o risco de quedas em idosos. Segundo Reid et al. (2023), em uma revisão sistemática e meta-análise que reuniu 12 estudos com 478 participantes, o “power training” como forma de exercício voltada à produção de força em alta velocidade promoveu várias melhorias significativas na capacidade funcional e em indicadores diretamente relacionados ao risco de quedas, como o Teste de Levantar e Sentar em 30 segundos (30s-STS) e o Timed Up and Go (TUG). Os autores observaram que os idosos submetidos a esse tipo de treinamento apresentaram um desempenho maior nas tarefas de equilíbrio dinâmico e mobilidade, sugerindo que a velocidade da contração muscular é um fator determinante para evitar desequilíbrios repetitivos. Reid et al. (2023) Alega que o caimento da potência muscular ocorre mais rapidamente do que o da força durante o envelhecimento, tornando assim essencial a inclusão de exercícios que estimulem movimentos rápidos e controlados como levantar-se de uma cadeira com velocidade ou realizar elevações de perna em ritmo acelerado — nos programas de prevenção de quedas. Dessa forma, o treinamento de potência se apresenta como uma abordagem complementar ao fortalecimento tradicional, ampliando os benefícios sobre a funcionalidade e a autonomia do idoso

Figura 1: Representação do teste de levantar e sentar em 30 segundos (30s-STS)

Teste de Levantar e Sentar em 30 segundos (30s-STS)



Fonte: Google imagens (2025)

A análise dos estudos que foram selecionados demonstra que a prática regular de exercícios físicos exerce impacto significativo na prevenção de quedas em idosos. A meta-análise de Lee et al. (2020) apresentou uma redução de 29% no risco de quedas e de 46% no risco de fraturas entre idosos que fizeram a participação de programas de fortalecimento e equilíbrio. Resultados semelhantes foram encontrados por Sherrington et al. (2017), que identificaram redução de até 39% em idosos que realizaram treinamento de força associado ao equilíbrio.

Quando comparamos, ambos os estudos apresentam forte convergência ao demonstrar que intervenções combinadas são mais eficazes do que programas focados apenas em força ou apenas em equilíbrio. Já o estudo de Reid et al. (2023) inclui que o fortalecimento muscular também melhora marcadores funcionais, como o tempo do teste Timed Up and Go (TUG) e o desempenho no teste 30-Second Sit-to-Stand (30s-STS), aumentando a autonomia e a segurança nas atividades diárias.

Contudo, as evidências mostram que a inclusão aos programas ainda é um desafio. Fatores como falta de infraestrutura, dificuldade de acesso a academias e ausência de monitoramento profissional limitam os benefícios observados. Isso reforça a necessidade de políticas públicas que ampliem a oferta de programas de fortalecimento e equilíbrio voltados aos idosos na comunidade.

4.3 Treinamento de equilíbrio e coordenação motora

O equilíbrio corporal é resultado da integração entre os sistemas sensorial, visual e vestibular, que trabalham conjuntamente para manter a postura e a estabilidade durante as atividades diárias. Com o processo acontecendo de forma natural de envelhecimento, há uma baixa progressiva dessas funções, o que compromete o controle de postura e aumenta significativamente o risco de quedas. Segundo Nascimento (2019), o envelhecimento provoca mudanças neuromusculares e na propriocepção, reduzindo a capacidade de reação a desequilíbrios e dificultando a manutenção da postura ereta.

No contexto, o treinamento de equilíbrio e coordenação motora assume papel de extrema importância na prevenção de quedas. De acordo com Sherrington et al. (2017), programas de exercícios que desafiam o equilíbrio como apoio unipodal, caminhada em superfícies instáveis e mudanças de direção reduzem em até **39%** a taxa de quedas em idosos que vivem na comunidade, quando feitos com frequência superior a três horas semanais. Os autores ainda afirmam que a efetividade está associada à progressão da complexidade dos exercícios e à presença de acompanhamento profissional.

Além dos exercícios comuns de equilíbrio, o treinamento de equilíbrio reativo que envolve respostas rápidas a perturbações externas também apresenta resultados expressivos. Devasahayam et al. (2022) alega que tem uma redução significativa no risco de quedas (razão de risco = 0,76; IC 95%: 0,63–0,92) em idosos submetidos a programas com esse tipo de estímulo. O estudo alerta que desenvolver a capacidade de resposta rápida diante de desequilíbrios melhora a estabilidade funcional e reduz as chances de quedas no cotidiano.

Outro enfoque importante é o treinamento de dupla tarefa, que associa demandas motoras e cognitivas durante os exercícios. Khan et al. (2022) verificaram que essa abordagem melhora significativamente a coordenação e o equilíbrio sensorio-motor, além de diminuir o risco de quedas, pois estimula a atenção dividida e o controle neuro motor. Essa estratégia é especialmente bem relevante, levando em conta que a perda de atenção e a lentidão cognitiva estão entre os fatores que mais comprometem o equilíbrio em idosos.

Com base nessas evidências, observa-se que os programas de atividade física focados à prevenção de quedas devem combinar o fortalecimento muscular com exercícios de equilíbrio dinâmico, coordenação e estímulos cognitivos. A combinação desses pontos maximiza os efeitos sobre a funcionalidade, a autonomia e a segurança do idoso. Dessa forma, incluir exercícios que desafiem o equilíbrio e estimulem a coordenação motora é fundamental para garantir um envelhecimento mais ativo, confiante e com menor incidência de quedas.

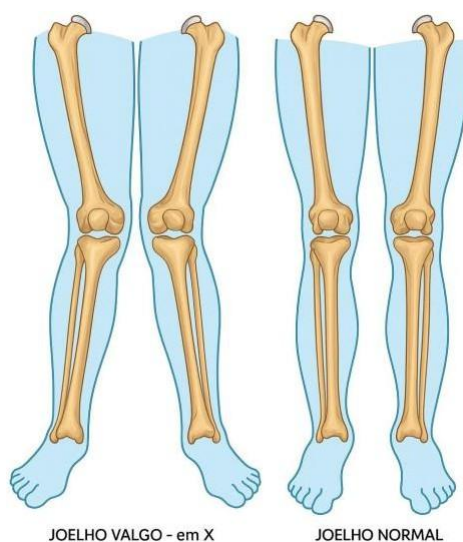
4.4 A importância do fortalecimento do quadril

O quadril exerce uma importante função na estabilidade corporal, pois é uma região fundamental que ajuda a prevenir quedas na população idosa. Conforme o processo de envelhecimento e enfraquecimento natural do corpo, os músculos do quadril como glúteo máximo, médio e mínimo, perdem força e massa muscular, entretanto, devem ser fortalecidos, pois são os principais responsáveis por sustentar a região pélvica, e manter o equilíbrio dos membros inferiores, ajudando na caminhada e mudança de direção.

É fundamental a realização de exercícios físicos voltados para a região do quadril, especialmente da musculatura dos glúteos, e os estabilizadores pósterolaterais. Conforme o ganho de força dessa região, o corpo começa a responder de forma mais eficaz as dificuldades de equilíbrio, permitindo o indivíduo a se movimentar de maneira mais segura e estável. O fortalecimento direcionado para essa região é eficiente para a restauração e segurança funcional, na prevenção de acidentes comuns.

Quando ocorre o enfraquecimento da musculatura do quadril, é comum que ocorra uma instabilidade do tronco e de membros inferiores, levando a uma sobrecarga, e podendo causar alterações como o valgo dinâmico, que é um problema que ocorre no joelho, fazendo com que ocorra um desvio articular em formato de X durante a flexão. Essa falha pode prejudicar a marcha, comprometendo a caminhada, e aumentando o risco de quedas.

Figura 2 – Comparação entre joelho valgo (em x) e joelho normal.



Fonte: Leonardo, s.d.

Está relacionado também, a fatores como desequilíbrios na ativação de músculos estabilizadores, desvios posturais, sedentarismo e falta de coordenação, habilidades motoras essenciais para garantir a segurança postural de idosos. Uma investigação conduzida pela Universidade Dinâmica das Cataratas e divulgada na RevistaFT (2023) envolveu quatro participantes, dois homens e duas mulheres, que passaram por duas sessões semanais de fortalecimento ao longo de seis semanas. O objetivo foi observar possíveis alterações fisiológicas ao longo do período de intervenção. Para acompanhar o progresso, foram utilizados instrumentos específicos, como o dinamômetro, responsável por medir a força gerada por determinado grupo muscular. Além disso, aplicou-se uma técnica de avaliação baseada no uso do goniômetro, equipamento que registra o ângulo das articulações e permite identificar a amplitude máxima de movimento alcançada por cada indivíduo.

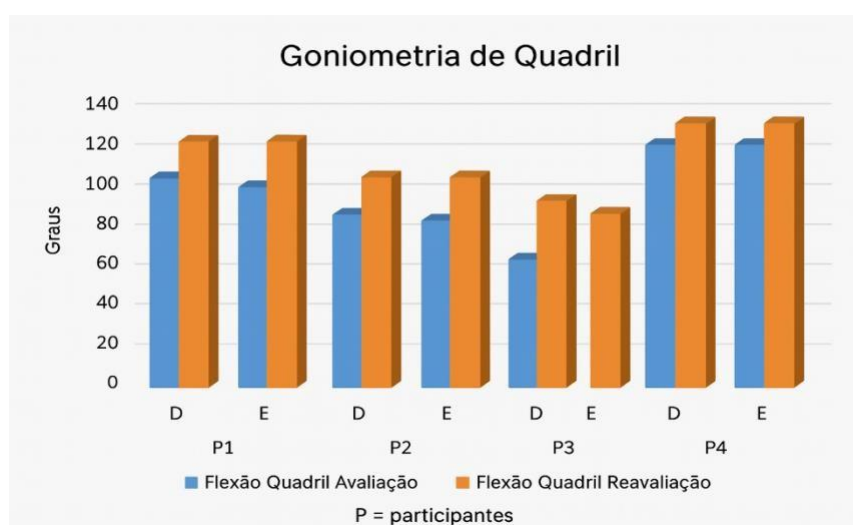
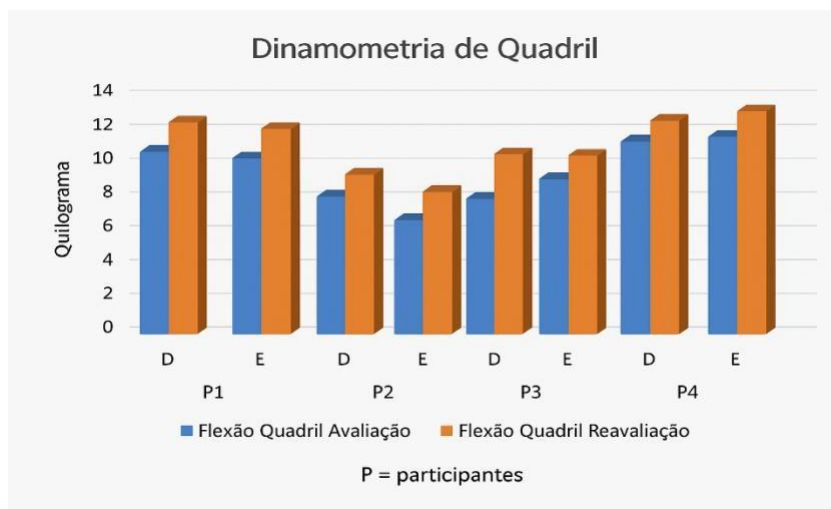


Gráfico 2 – Goniometria de Quadril

Fonte: WILLEMANN; YOSHINAGA; RUBEM (2023).

O gráfico apresenta os resultados da goniometria de quadril, em graus. A barra azul representa os valores registrados na avaliação inicial, enquanto a barra laranja representa as medidas obtidas na reavaliação. Com base nos dados observados, verificou-se que todos os participantes demonstraram aumento na amplitude de movimento de flexão do quadril, indicando melhora funcional após o período de intervenção.

Gráfico 3 – Dinamometria de Quadril



Fonte: WILLEMANN; YOSHINAGA; RUBEM (2023).

O gráfico apresentado demonstra os valores obtidos na dinamometria de quadril, expressos em quilogramas. Nota-se que todos os participantes registraram um aumento significativo na força de flexão do quadril, evidenciando uma evolução consistente após o período de intervenção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS / CONCLUSÕES

O presente estudo verificou que a prática regular de exercícios físicos, em especial aqueles que são voltados ao fortalecimento muscular e o treinamento de equilíbrio, apresenta um papel fundamental na prevenção de quedas em idosos. As evidências científicas analisadas mostram significativa redução de risco de quedas e de fraturas, além disso melhora na capacidade funcional na mobilidade e na autoconfiança dos idosos.

Verificou-se também que, mesmo os benefícios, vários fatores dificultam a adesão a programas de exercícios, como a limitação de estruturas, a falta de acompanhamento adequado de um profissional e barreiras sociais. Assim, importante destacar que ações ampliem acesso dos idosos a programas supervisionados e contínuos de atividade física.

Como limitação desse estudo, destaca-se a variabilidade de metodologia dos artigos analisados, que faz a inclusão de diferentes faixas etárias, tempos de intervenção e tipos de treinamentos realizados. Recomenda-se futuras pesquisas com intuito de investigar a eficácia de protocolos específicos de fortalecimento e equilíbrio, bem como estratégias que aumentem a adesão e a motivação dos idosos.

6. REFERÊNCIAS

BBC NEWS BRASIL. Como atividade física pode melhorar sua saúde mental, segundo a ciência. *BBC News Brasil*, 12 abr. 2024. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/c72y598dp07o>

BRASIL. Ministério da Saúde. *Todos os anos, 40% dos idosos com 80 anos ou mais sofrem quedas*. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2022/10/todos-os-anos-40-dos-idosos-com-80-anos-ou-mais-sofrem-quedas>

COELHO, C. F.; BURINI, R. C. Atividade física para prevenção e tratamento das doenças crônicas não transmissíveis e da incapacidade funcional. *Revista de Nutrição*, v. 22, n. 6, p. 937–946, 2009.

DA SILVA, V. F. Os efeitos integrados da prática mental e da atividade física na prevenção de quedas em gerontes. *Fisioterapia Brasil*, v. 9, n. 3, p. 199–204, 2017.

DEVASAHAYAM, A. J. et al. The effect of reactive balance training on falls in daily life. *Gait & Posture*, v. 94, p. 1–7, 2022.

FAGUNDES, C.; BARCELOS, A. R. G.; SILVA, C. R. A.; SANTOS, G.

A. Análise da relação entre qualidade de vida, postura estática e risco de quedas em idosos. *RBCEH – Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano*, v. 17, n. 2, p. 1–12, 2020.

FERNANDES, A. M. B. L. et al. Efeitos da prática de exercício físico sobre o desempenho da marcha e da mobilidade funcional em idosos. *Fisioterapia em Movimento*, v. 25, n. 4, p. 821–830, 2012.

FONSECA, R. F. M. R.; MATUMOTO, S. Prevenção de quedas nos idosos: o que dizem as publicações oficiais brasileiras? *Journal of Nursing and Health*, v. 10, n. 3, p. 1–15, 2020.

GUISELINI, M. A.; VILELA JUNIOR, G. B. Avaliação da capacidade funcional de idosos: a experiência do Programa Platinum / Cia

Athletica. *Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de vida*, v. 17, n. 1, p. 30–39, 2025.

KHAN, M. J.; KANNAN, P.; WONG, T. W.-L.; FONG, K. N.-K.; WINSER, S. J. A systematic review exploring the theories underlying the improvement of balance and reduction in falls following dual-task training among older adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 24, p. 1–20, 2022. DOI: 10.3390/ijerph192416205.

LEE, D. C. Y. et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, v. 54, n. 24, p. 1448–1454, 2020. DOI: 10.1136/bjsports-2019-101512.

LOBO, A. J. S. Relação entre aptidão física, atividade física e estabilidade postural. *Revista de Enfermagem Referência*, ser. III, n. 7, p. 123–130, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.12707/RIII1181>

LOJUDICE, D. C. et al. Quedas de idosos institucionalizados: ocorrência e fatores associados. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, v. 13, n. 3, p. 403–412, 2010.

LEONARDI, A. *Valgo dinâmico: o que é, causas e tratamento.* Disponível em: <https://adrianoleonardi.com.br/artigos/valgo-dinamico/>

MATSUDO, S. M. M. Envelhecimento, atividade física e saúde. *Boletim do Instituto de Saúde*, São Paulo, n. 47, p. 76–79, 2009.

NASCIMENTO, M. M. Fall in older adults: considerations on balance regulation, postural strategies, and physical exercise. *Geriatrics, Gerontology and Aging*, v. 13, n. 3, p. 403–410, 2019.

PAULA, M. S.; BEZERRA, J. C. P.; GOMES, N. D. Desenvolvimento do equilíbrio postural e prevenção de quedas em idosos: estratégias de intervenção. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, v. 29, n. 317, p. 210–230, 2024.

REVISTA FT. *Efeitos da musculação terapêutica em idosos na prevenção de quedas.* Disponível em: <https://revistaft.com.br/efeitos-da-musculacao-terapeutica-em-idosos-na-prevencao-de-quedas/>

SHERRINGTON, C. et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, v. 51, n. 24, p. 1750–1758, 2017. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096547.

SOUSA, J. R.; SANTOS, F. C. Exercício resistido como intervenção única na melhora do equilíbrio e na prevenção de queda em idosos. *Geriatrics, Gerontology and Aging*, v. 6, p. 192–199, 2024

TÉCNICAS DE CONDICIONAMENTO ODONTOLÓGICO EM CRIANÇAS PORTADORAS DO ESPECTRO AUTISTA

Isabela Auer Guss¹,
Monique Oliveira¹,
Thanysnaira Camuzzi¹,
Euarda Layber de Jesus².

¹Acadêmica do Curso de Odontologia da Faculdade Multivix Vila Velha

²Docente do Curso de Odontologia da Faculdade Multivix Vila Velha

RESUMO

Este estudo investiga como as principais técnicas de manejo odontológico aplicadas ao atendimento à pacientes autistas podem influenciar na qualidade e eficácia de seus tratamentos, com objetivo de facilitar a comunicação entre cirurgião dentista e paciente. A pesquisa foi realizada nas bases de dados SciELO, PubMed, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), LILACS e Google Acadêmico, selecionando artigos publicados entre 2013 e 2025. As principais técnicas encontradas incluíram a familiarização gradual, a técnica "dizer-mostrar-fazer" e a participação dos pais durante os atendimentos. A abordagem terapêutica deve ser individualizada para cada paciente. Para transpor os desafios inerentes ao atendimento odontológico à pacientes com TEA, o papel da educação continuada dos profissionais da área em conjunto com os pais/responsáveis torna-se de relevância crucial. Conclui-se que o emprego individualizado destes métodos e a atuação dos pais/responsáveis promovem segurança, confiança e conforto durante os atendimentos. Garantindo e fortalecendo o vínculo entre equipe e paciente.

Palavras chaves: Transtorno do Espectro Autista; Condicionamento odontológico; Técnicas de manejo; Odontopediatria; Saúde bucal.

1. INTRODUÇÃO

O transtorno do Espectro do Autismo (TEA), é popularmente conhecido como autismo. É definido como transtorno do neurodesenvolvimento, com mudanças comportamentais e respostas do sistema sensorial e cognitivo do portador (Fernandes

et al., 2024). Sendo caracterizado como um transtorno comportamental irreversível e de etiologia ainda não identificada, que afeta principalmente a capacidade do indivíduo de relacionar-se socialmente em seu meio externo.

Os primeiros sintomas são observados geralmente aos três anos de idade da criança por pais ou responsáveis. Em um estudo mais recente, relata-se a prevalência de autismo em 1 a cada 160 crianças que estão presentes em todos os grupos étnicos, raciais e socioeconômicos (OMS, 2024). É também relatado um maior acometimento entre os homens quando comparado às mulheres.

O autismo manifesta-se em alguns graus de comprometimento, sendo classificado em leve, moderado e severo. No grau leve são apresentados sintomas como dificuldade de sociabilidade e inflexibilidade de modificar sua rotina. Em grau moderado percebe-se resistência ao toque e dificuldade na comunicação verbal e não verbal. E no grau severo estão presentes a sensibilidade auditiva acentuada, padrões repetitivos de comportamento, de atividades e interesses (Correia et al., 2021).

Crianças com este transtorno são extremamente sensíveis a estímulos externos, como barulhos, sons fortes, quebra de rotina, movimentos inesperados. Durante a consulta odontológica possuem uma certa dificuldade para responder aos comandos, manifestações clínicas variadas, tornando desafiador o atendimento desses pacientes. Reforçando a necessidade do preparo do cirurgião-dentista para atender de forma eficiente estes pacientes. (Sant'anna et al., 2017).

Estes pacientes possuem muitos hábitos nocivos relacionados à boca, como: ato de morder roupas, colocar dedo e mão na boca, roer unhas, morder objetos, bater o rosto e cabeça, desenvolvendo úlceras traumáticas, etc. Diante deste fato, faz-se necessário realização de exame clínico e radiológico para analisar e definir o melhor tratamento para aquele paciente (Santana et al., 2020).

O atendimento odontológico a pessoas com TEA necessita de adaptações, ou seja, o consultório precisa de uma preparação para receber esses pacientes, a fim de evitar que sintam medo e ansiedade, colaborando com o profissional para obter um efetivo e de qualidade (Rodrigues et al., 2023).

O autismo gera um certo impacto familiar, acarretando negligências ou a não priorização da higiene oral dos portadores por sobreporem a atenção e os cuidados

direcionados somente para sua condição e, por sua vez, a maioria dessas crianças precisam de assistência para coisas básicas do dia a dia, como se vestir e escovar os dentes. Sendo assim, são observados constantemente pacientes com uma dieta cariogênica, higiene bucal precária, levando a uma condição oral suscetível a cáries (Lopes Da Silva et al., 2019). É notório que estes pacientes enfrentam desafios que vão além da comunicação e da interação social, e isso se reflete em diversos aspectos do cuidado pessoal, incluindo a saúde bucal.

Além da parte motora, falta de coordenação de língua, armazenamento de alimentos em boca, apresentam também problemas bucais ocasionados pela medicação consumida diariamente para o tratamento do autismo. Estas, são capazes de alterar o pH oral, problemas de salivação, possibilitando o desenvolvimento de bactérias cariogênicas e problemas periodontais (Souza et al., 2017).

As dificuldades durante o atendimento são as limitações de comunicação e convivência com as crianças autistas, assim como outros obstáculos: movimentos involuntários, hiperatividade, falta de controle emocional, momentos de frustrações que podem provocar estresse (Chandrashekhar et al., 2018). De acordo com Santos (2024), alguns métodos vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos para uma abordagem comportamental com o paciente autista na prática odontológica, devido ao nível de complexidade durante a consulta.

Materiais visuais, como álbuns fotográficos do consultório odontológico, desempenham um papel importante na adaptação da criança ao ambiente clínico. Esses recursos contribuem para que o espaço se torne mais familiar e acolhedor, reduzindo a sensação de medo ou intimidação que pode surgir diante do desconhecido (Mairink e Mairink, 2024). Ao abordar de forma específica a avaliação das particularidades sensoriais e comportamentais, a comunicação e educação voltadas para familiares e cuidadores, e o uso de tecnologias e recursos alternativos no atendimento odontológico, busca-se promover uma prática clínica mais inclusiva, eficaz e empática.

No atendimento odontológico, encontrar um CD (Cirurgião-Dentista) qualificado para atender pacientes especiais é desafiador. Jones et al. (2024), revelou, por meios de pesquisas, que cerca de 10% dos dentistas gerais estão capacitados e preparados para lidar com esse público, constituindo uma barreira expressiva de acesso ao tratamento odontológico de forma adequada. A especialização de Odontologia para Pacientes com Necessidades Especiais foi regulamentada pelo CFO (Conselho

Federal de Odontologia) em 2002, porém ainda há escassez de profissionais qualificados (Silva et al., 2020).

Este trabalho justifica-se pela necessidade urgente de ampliar a compreensão sobre os desafios enfrentados na odontologia pediátrica para pacientes com TEA, bem como pelas lacunas existentes na formação profissional e na literatura científica quanto à abordagem integral e humanizada. Portanto, estudar os desafios e implicações odontológicas na saúde bucal de crianças com TEA não é apenas relevante é necessário, atual e ético.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

É importante destacar que, no atendimento odontológico a pacientes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), podem ser empregadas estratégias de manejo que facilitem a compreensão e despertem o interesse do paciente. Tais estratégias incluem associações lúdicas, como desenhos animados, livros, humor, brinquedos e músicas. Esses recursos não apenas promovem a adaptação da criança ao ambiente clínico e odontológico, como também favorecem a familiarização entre paciente e dentista (Townsend e Well, 2019). Assim, percebe-se que abordagens lúdicas contribuem significativamente para tornar o ambiente clínico mais acolhedor e menos intimidante, proporcionando um atendimento odontológico mais eficaz e com menor risco de experiências traumáticas.

Diversas características presentes em indivíduos com Transtorno do Espectro Autista, como a hipersensibilidade sensorial e reações intensas ou incomuns a estímulos como sons, luzes, cheiros, toques e texturas, podem representar obstáculos significativos durante o atendimento odontológico. Tais fatores frequentemente provocam comportamentos de evasão ou até mesmo atitudes agressivas por parte do paciente diante do ambiente clínico, aumentando a dificuldade durante os atendimentos (Souza et al., 2024).

2.1 FAMILIARIZAÇÃO GRADUAL

Cabe salientar que cada tratamento odontológico deve ser personalizado de acordo com as necessidades individuais de pacientes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), buscando adaptar-se à sua realidade e incorporar práticas inovadoras que minimizem possíveis desconfortos durante as consultas (Silva, Lima e Mendes, 2023).

A odontologia pode tornar-se um ambiente pautado pela empatia, respeito e pela compreensão das particularidades de cada paciente (Mairink e Mairink, 2024).

Ao valorizar essas qualidades, os profissionais conseguem atender de forma mais cuidadosa e personalizada às necessidades das crianças com TEA e de suas famílias, favorecendo assim uma experiência que estimula confiança e acolhimento.

É fundamental implementar estratégias que favoreçam a comunicação com pacientes autistas, abrangendo recursos verbais, não verbais, visuais e sensoriais (Silva, Lima e Mendes, 2023). A familiarização gradual com novos ambientes contribui para o conforto, a adaptação e a redução do estresse durante o atendimento.

Além disso, uma interação eficaz entre o cirurgião-dentista e o paciente desempenha um papel essencial no desenvolvimento de um vínculo de confiança, o que favorece significativamente a colaboração durante o tratamento (Souza et al., 2024). Nesse contexto, a introdução gradual do paciente ao ambiente odontológico, aos profissionais e aos estímulos sensoriais mostra-se de suma importância, pois favorece sua adaptação ao espaço, aos profissionais e aos estímulos sensoriais presentes é crucial para tornar o atendimento mais receptivo, seguro e menos intimidador, especialmente para aqueles que demonstram hipersensibilidades ou dificuldades de processamento sensorial.

As consultas iniciais com os pais ou cuidadores desempenham um papel importante na avaliação comportamental do paciente e na elaboração de um plano de tratamento personalizado, sendo necessário o compartilhamento de informações sobre preferências, aversões, rotinas e interesses, facilitando o desenvolvimento de estratégias mais adequadas ao perfil do paciente (Mairink e Mairink, 2024).

Estratégias como a dessensibilização gradual, o uso de recursos de comunicação alternativa e a participação ativa dos cuidadores têm se mostrado eficazes na construção de um ambiente mais receptivo, contribuindo para uma vivência mais positiva por parte do paciente. Somado a isso, destaca-se a importância da formação contínua dos profissionais de saúde, fator indispensável para que as demandas específicas de indivíduos com transtorno do espectro autista sejam compreendidas e atendidas com sensibilidade e competência (Santos e Santos, 2024).

A utilização de técnicas comportamentais no controle da ansiedade e do medo diante do atendimento odontológico tende a demandar um período prolongado de aplicação e acompanhamento. Essa exigência se torna ainda mais evidente quando se trata de pacientes com Transtorno do Espectro Autista, considerando suas particularidades cognitivas e sensoriais, que tornam o processo de adaptação ao ambiente clínico mais delicado e gradativo (Peréz et al., 2023).

Torna-se evidente que a adoção de estratégias voltadas à modificação do ambiente, à implementação de recursos visuais e à utilização de recompensas exerce um papel fundamental no processo de acolhimento. Tais medidas contribuem para

diminuir a resistência, facilitar a interação e reduzir o medo que muitas vezes acompanha os pacientes durante determinadas situações (Silva, Lima e Mendes, 2023). Dessa forma, a introdução gradual a novos ambientes torna-se essencial para que o paciente desenvolva segurança e confiança durante o processo de adaptação.

É amplamente reconhecido que crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) enfrentam diversos obstáculos para acessar um cuidado odontológico adequado. Frequentemente, essas crianças apresentam medo relacionado à dificuldade de lidar com estímulos sensoriais, como sons e imagens desconhecidas, o que pode gerar altos níveis de ansiedade. Em decorrência disso, é comum que os responsáveis evitem consultas de rotina, na tentativa de poupá-las de situações que possam desencadear comportamentos desafiadores.

No âmbito da saúde bucal, muitos pais recorrem a alternativas como sedação consciente ou anestesia geral, buscando minimizar o desconforto durante o atendimento (Peréz et al., 2023). Esses aspectos reforçam a importância da dessensibilização gradual dos pacientes ao ambiente odontológico, promovendo adaptação progressiva, redução da ansiedade e maior eficácia do tratamento.

O uso de recursos visuais, como fotos do consultório, contribui significativamente para reduzir a ansiedade das crianças, ao mesmo tempo em que as ajuda a se familiarizar com o ambiente odontológico. Além disso, uma comunicação eficaz com os cuidadores permite que o tratamento seja ajustado conforme as necessidades e preferências individuais de cada paciente, garantindo um atendimento mais eficaz e confortável (Mairink e Mairink, 2024).

2.2 TÉCNICA DIZER-MOSTRAR-FAZER DURANTE O ATENDIMENTO DE PACIENTES AUTISTAS

A técnica “dizer-mostrar-fazer”, amplamente reconhecida por sua efetividade, oferece uma abordagem acolhedora e educativa, favorecendo maior colaboração por parte das crianças. Já o uso do reforço positivo, por meio de elogios e recompensas, busca incentivar comportamentos adequados, enquanto o recurso da distração audiovisual — utilizando tecnologias como óculos interativos — contribui para diminuir a sensação de desconforto e tornar a experiência mais agradável (Uchôa et al., 2025). Durante o atendimento odontológico podem ser utilizadas técnicas de controle comportamental para estabelecer uma comunicação e diminuir as reações negativas destes em pacientes com TEA, uma vez que crianças autistas tendem a responder melhor a intervenções estruturadas, previsíveis e acompanhadas de estímulos sensoriais organizados. Esses métodos incluem o método TEACCH, técnicas de Dessensibilização Sistemática (SD) e a técnica Dizer, Mostrar, Fazer. É necessário garantir o uso de técnicas específicas para cada grau de autismo, a fim de garantir o

sucesso do tratamento desses pacientes, atendendo às particularidades de cada indivíduo (Barreto & Simões, 2019). Addelson, em 1959, estabeleceu uma técnica denominada de “diga-mostre-faça” (DMF) que envolve inúmeros conceitos da teoria da aprendizagem (Matos et al., 2018).

Em consonância, a aplicação adequada de estratégias de manejo comportamental é fundamental para enfrentar os desafios associados ao atendimento odontológico infantil. Diante disso, o presente estudo buscou analisar a efetividade da técnica de reenquadramento, aliada ao método "dizer-mostrar-fazer" (TSD), na diminuição dos níveis de ansiedade em crianças submetidas a procedimentos odontológicos, tanto com quanto sem o uso de anestesia local (Patil et al., 2025). Esses achados reforçam a importância da preparação psicológica prévia, pois quando a criança compreende o que está acontecendo, a probabilidade de reações emocionais intensas é reduzida, favorecendo intervenções mais rápidas e menos desgastantes.

Entre as abordagens não farmacológicas mais utilizadas para o manejo do comportamento infantil durante o atendimento odontológico, destaca-se a técnica “dizer-mostrar-fazer”. Essa estratégia consiste em explicar à criança, de forma simples e compreensível, o que será realizado, demonstrar o procedimento previamente e, por fim, executá-lo exatamente como foi explicado e mostrado, promovendo maior previsibilidade e cooperação por parte do paciente (Raseena et al., 2020).

Segundo Sant’anna et al. (2020), entre as técnicas mais utilizadas na odontopediatria cita-se a DMF, que consiste por meio de demonstrar os instrumentos, equipamentos e procedimentos odontológicos para o paciente antes da realização do procedimento. É uma terapia indicada para indivíduos com uma linguagem limitada, como autistas, sendo constituída de forma simples e eficaz. O cirurgião dentista pode utilizar objetos ou imagens com o intuito de explicar o que irá ocorrer e como, por exemplo: mostrar o filme radiográfico, os instrumentais, sugador e como são utilizados (Chandrashekar et al., 2018). Alguns profissionais têm adotado materiais visuais adaptados, como histórias sociais, sequências fotográficas e cartões de comunicação, tornando o processo ainda mais acessível.

Esta técnica de controle comportamental divide-se em três fases complementares. Sendo elas da seguinte maneira: De acordo com o grau de desenvolvimento do paciente são expostas explicações verbais de forma clara sobre como ocorrerá o procedimento, em seguida, são realizadas demonstrações com materiais, instrumentais etc., abrangendo os aspectos auditivos, olfativos, táteis e visuais, deixando com que o paciente pegue, encoste e entenda o que é. E por fim, inicia-se o manejo adequado. A técnica não possui nenhuma contraindicação, podendo ser utilizada em qualquer paciente (Townsend e Wells, 2019).

É de suma importância atentar-se a forma e palavras utilizadas, para uma boa e precisa compreensão por parte do paciente. O manejo tem como objetivo lidar com os medos do paciente, proporcionando maior familiarização com o procedimento clínico, evitando o surgimento de possíveis fatores causadores de medo e ansiedade, gerando grande aceitação por pais e profissionais (Salles et al., 2021). Uma comunicação cuidadosa e estratégias de familiarização contribuem para reduzir a ansiedade e favorecer a aceitação do tratamento odontológico. A clareza, o tom de voz adequado e o ritmo da interação contribuem significativamente para crianças autistas, especialmente para aquelas com hipersensibilidade auditiva ou dificuldades de processamento verbal (Uchôa et al., 2025).

A adoção de práticas humanizadas, adaptadas às particularidades emocionais e comportamentais dos jovens pacientes, não só aprimora os resultados clínicos, como também promove experiências odontológicas mais positivas e fortalece o vínculo contínuo com o cuidado bucal, favorecendo a construção de um ambiente terapêutico mais acolhedor, onde o indivíduo se sente respeitado e compreendido, possibilitando consultas mais tranquilas e colaborativas. (Uchôa et al., 2025).

Deste modo, a técnica DMF mostra-se um importante instrumento na área odontológica, com o propósito de simplificar o atendimento de pacientes especiais, proporcionando uma considerável diminuição da ansiedade e do medo, assim como a manifestação de possíveis traumas relacionados ao procedimento, sendo uma simples técnica de manejo comportamental, que pode ser aplicada e utilizada de diversas formas, com qualquer faixa etária (Townsend e Wells, 2019).

A técnica “dizer-mostrar-fazer”, amplamente reconhecida na literatura por sua eficácia e pela facilidade de aplicação. Essa abordagem contribui para reduzir o medo e a ansiedade em crianças, além de fortalecer a relação entre o paciente, o profissional e a família, o que resulta em uma diminuição significativa de comportamentos indesejáveis durante o tratamento (Uchôa et al., 2025).

2.3 IMPORTÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO DOS PAIS DURANTE O MANEJO ODONTOLÓGICO

As dificuldades encontradas no atendimento odontopediátrico, frequentemente decorrentes do comportamento não colaborativo das crianças, podem estar vinculadas ao estado emocional dos pais. O estresse e a ansiedade parentais, muitas vezes originados de experiências odontológicas negativas vivenciadas no passado, acabam sendo transmitidos aos filhos, influenciando de forma significativa a resposta comportamental deles durante o tratamento (Shitsuka; Friggi e Volpini, 2019).

O impacto das interações entre o comportamento ansioso das mães e as dificuldades de adaptação da família é um fator relevante, que deve ser considerado,

pois influencia tanto os processos terapêuticos quanto o comportamento dos filhos (Bitencourt; Fleig e Nascimento, 2023). Percebe-se que, ao lidar com crianças com TEA, a colaboração entre educadores, familiares e terapeutas é fundamental. No entanto, a ansiedade dos familiares e as dificuldades de adaptação podem, de fato, representar desafios importantes.

A limitação no autocuidado, especialmente no que se refere à higiene bucal e à necessidade de auxílio de cuidadores, aliada à falta de capacitação dos profissionais de odontologia e às barreiras no acesso aos serviços de saúde, contribui para a negligência da saúde bucal. Esse cenário compromete a qualidade de vida dos pacientes, interferindo tanto na saúde nutricional quanto em aspectos emocionais e subjetivos (Rolim et al., 2021).

Salles et al. (2021) salientam que a educação em saúde bucal para crianças é considerada de extrema importância, principalmente porque essa faixa etária apresenta um elevado risco de desenvolvimento de cáries dentárias. Além disso, as crianças frequentemente passam por mudanças no ambiente bucal, o que torna o momento propício para a adoção de hábitos saudáveis. Nesse contexto, é mais fácil corrigir práticas inadequadas e as crianças estão mais receptivas a aprender, tornando a educação em saúde bucal uma prioridade fundamental. Com isso, evidencia-se não apenas a vulnerabilidade das crianças em relação à saúde bucal, mas também a oportunidade única que essa etapa oferece para a formação de hábitos saudáveis. A capacidade das crianças de aprender e se adaptar rapidamente pode ser aproveitada para estabelecer práticas corretas desde cedo, promovendo uma saúde bucal duradoura.

Dessa forma, orientar pais e cuidadores sobre os cuidados com a saúde bucal torna-se uma estratégia essencial para garantir melhores condições de saúde oral às pessoas com deficiência (Silva et al., 2021). Com fundamento ao que foi abordado anteriormente, além disso, a capacitação dos pais pode facilitar a compreensão do tratamento odontológico, oferecendo-lhes estratégias para gerenciar comportamentos desafiadores e atenuar a ansiedade das crianças durante as consultas. Esse empoderamento não apenas aumenta a adesão ao tratamento, mas também ajuda a criar um ambiente familiar mais seguro e acolhedor em relação à saúde bucal.

Os pacientes com necessidades especiais frequentemente apresentam dificuldades na coordenação motora, o que os impede de realizar sua própria higiene bucal de forma adequada. Além disso, muitas vezes, eles não reagem bem à ideia de que outras pessoas realizem essa tarefa em seu lugar. Essa resistência pode tornar ainda mais desafiador garantir que a saúde bucal desses pacientes seja mantida, exigindo abordagens cuidadosas e sensíveis por parte dos cuidadores e profissionais de saúde (Oliveira et al., 2015).

Com base nisso, nota-se a complexidade do cuidado bucal em pacientes com necessidades especiais. A dificuldade de coordenação motora pode limitar a autonomia desses indivíduos, enquanto a resistência a permitir que outros cuidem de sua higiene bucal pode ser um desafio emocional e psicológico. Isso evidencia a necessidade de uma abordagem sensível e respeitosa, que envolva o paciente no processo e busque estabelecer uma confiança mútua. Além disso, a capacitação de cuidadores e profissionais de saúde é de suma importância para desenvolver técnicas que não apenas atendam às necessidades físicas, mas também promovam o conforto e a aceitação do paciente.

Recomenda-se que, além das orientações fornecidas às famílias, a educação sobre saúde bucal seja incorporada ao currículo escolar, contribuindo assim para uma formação mais abrangente e eficaz (Máximo; Aguiar e Pinchemel, 2021).

Com isso, torna-se expressiva a importância de uma abordagem inclusiva e bem estruturada, que vai além do simples reconhecimento das necessidades desses indivíduos. Em um estudo realizado por Silva et al. (2021) concluíram que normalmente, PCD's são frequentemente negligenciados pela sociedade, que muitas vezes está despreparada, tendenciosa e incapaz de atender adequadamente às suas necessidades. É amplamente reconhecida a importância da inclusão social desses indivíduos, que requerem cuidados especiais tanto na educação quanto na saúde. Para garantir uma abordagem eficaz, é essencial que haja uma integração das ações através de uma equipe multidisciplinar, com o objetivo de promover a reabilitação e a inclusão plena destes pacientes.

A adoção de práticas humanizadas, adaptadas às particularidades emocionais e comportamentais dos jovens pacientes, não só aprimora os resultados clínicos, como também promove experiências odontológicas mais positivas e fortalece o vínculo contínuo com o cuidado bucal (Uchôa et al., 2025).

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa, desenvolvida com base na análise de publicações científicas e diretrizes clínicas voltadas ao atendimento odontológico de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A busca por estudos foi realizada nas bases de dados SciELO, PubMed, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), LILACS e Google Acadêmico.

Os descritores utilizados foram previamente conferidos no vocabulário DeCS (Descritores em Ciências da Saúde), sendo eles: “Transtorno do Espectro Autista”, “Condicionamento” e “Saúde Bucal”.

Como critérios de inclusão, foram considerados artigos publicados entre os anos de 2013 e 2025, na língua português e inglês e que abordassem estratégias de manejo odontológico em pacientes com TEA e que estivessem alinhados à pergunta norteadora da pesquisa. De modo a priorizar a atualidade e a relevância científica, foram selecionados 38 artigos, sendo 23 deles publicados nos últimos cinco anos. Foram excluídos estudos que não apresentavam relação direta com o tema proposto, que foram publicados antes de 2013, que não demonstravam consistência metodológica.

Após triagem inicial de 47 publicações, a aplicação dos critérios de elegibilidade resultou em uma amostra final de 38 artigos. A análise dos textos selecionados foi conduzida por meio de leitura exploratória e categorização temática, permitindo a identificação das principais abordagens de manejo clínico descritas na literatura.

Por se tratar de uma investigação de cunho teórico, sem envolvimento direto com seres humanos, não foi necessária a definição de uma amostra populacional nem a submissão do estudo a Comitês de Ética em Pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Silva et al. (2019) enfatizam que a etiologia do TEA é classificada como indefinida, ou seja, indicando que a ciência ainda não obteve uma definição concreta. Embora alguns pesquisadores acreditem que a origem seja oriunda de fatores genéticos e neurobiológicos, nenhuma conclusão definitiva foi estabelecida. O diagnóstico, realizado por um profissional, geralmente ocorre a partir dos três anos de idade, através da observação dos sinais clínicos, como déficits na interação social e na comunicação com as pessoas e predileção por atividades repetitivas. A identificação precoce é um dos principais fatores que favorecem intervenções mais eficazes, possibilitando o acompanhamento contínuo e adaptado às necessidades de cada criança.

Com base nos estudos de Sauer et al. (2021), destaca-se a etiologia do TEA como multifatorial, porém sustenta a tese de ser ocasionada geneticamente, devido sua alta herdabilidade. Fatores ambientais também foram apresentados, como idade dos pais, estado nutricional e metabólico materno, infecção, estresse pré-natal e

exposição a certas toxinas, metais pesados ou drogas. Dito isso, compreendemos que a interação entre predisposições biológicas e fatores ambientais é complexa e não linear, ou seja, não há um único agente causal, mas sim um conjunto de influências que moldam o desenvolvimento neurológico e comportamental da criança.

Observa-se, ano após ano, um aumento significativo na incidência de diagnósticos de Transtorno do Espectro Autista (TEA). Estimativas globais indicam que aproximadamente um em cada 88 nascidos vivos apresentam TEA (Gomes et al., 2020). No Brasil, segundo a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS, 2017), a prevalência é de uma a cada 160 crianças. Esse aumento é atribuído a diversos fatores, incluindo a ampliação dos critérios de diagnóstico, a melhoria dos serviços de saúde especializados e a diminuição da idade média do diagnóstico.

A presente revisão literária destaca as principais estratégias de manejo durante o atendimento odontológico a pacientes com TEA, tais como: familiarização gradual, a técnica "dizer-mostrar-fazer" e a participação ativa dos pais durante as consultas. Essas estratégias de orientação comportamental básicas têm como objetivo promover harmonia durante o atendimento, reduzir a ansiedade e garantir a prestação de um cuidado odontológico de qualidade, ao mesmo tempo em que fortalecem o vínculo entre os profissionais envolvidos e o paciente (Delli et al., 2013).

A escolha de cada técnica deve ser baseada em informações claras a respeito de suas particularidades, grau do transtorno, cooperação e expectativas de resultados. Além disso, é necessário orientar e informar à família quanto às alternativas disponíveis, suas vantagens, limitações e aplicabilidades. Os familiares precisam estar cientes de cada passo para compor sua eficácia, pois desempenham um papel central no processo terapêutico, uma vez que é quem melhor conhece os padrões de comportamento, preferências sensoriais e gatilhos emocionais da criança (Fernandes & Amato, 2013).

Borsatto et al. (2020) reforçam a necessidade destas técnicas não farmacológicas que são amplamente utilizadas em odontopediatria, visto que ajudam na facilitação do atendimento, estabelecendo confiança entre o paciente e o cirurgião-dentista. Uma perspectiva diferente é levantada por Elmore et al. (2016), os quais sugerem que a utilização de recompensas podem ser ineficazes ou não gerar os benefícios esperados no contexto do tratamento odontológico para crianças que demonstram habilidades receptivas limitadas e dificuldade em manter a concentração. Contudo, Amaral et al. (2014) oferecem um ponto de vista que incentiva a persistência,

argumentando que, mesmo sendo mais complexa a sua aplicação em pacientes com TEA, tais métodos devem ser mantidos e adaptados. Isso se deve ao potencial de alcançarem resultados positivos quando personalizados adequadamente para atender às necessidades específicas de cada paciente.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que o atendimento odontológico a pacientes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) requer uma abordagem individualizada, cuidadosa e humanizada. É fundamental que os profissionais de saúde estejam preparados para lidar com os desafios que o atendimento a estes pacientes pode apresentar. Além disso, estratégias eficazes devem ser utilizadas de maneira individual garantindo que o paciente receba um tratamento adequado e confortável, fortalecendo o vínculo entre equipe e paciente. Através da análise das principais dificuldades de comunicação e socialização, foi possível identificar métodos que contribuem para um ambiente mais seguro, acolhedor e colaborativo, facilitando a cooperação ao tratamento. Enfatizando também a necessidade dos pais/responsáveis na contribuição para o desenvolvimento e aplicação destes métodos. Tais práticas não apenas melhoram a adesão ao tratamento, mas também têm o potencial de impactar positivamente a qualidade de vida e o bem-estar desses indivíduos.

REFERÊNCIAS

BABU, Asvitha et al. **A Comparative Study of the CARD™ System and Tell-show-do Technique in the Behavior Management** of 6–10-year-old Children. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, v. 18, n. 1, p. 53, 2025.

BARRETO, C. R.; SIMÕES, N. R. **Manejo psicológico para tratamento odontológico em paciente autista**: relato de caso. 2019. 23 f. Universidade Tiradentes, Aracaju, 2019.

BITENCOURT, Cristiano Rech; FLEIG, Raquel; DO NASCIMENTO, Iramar Baptistella. **Desempenho funcional no transtorno do espectro autista**: interação social, sensorial e consciência corporal. *Revista Família, Ciclos de Vida e Saúde no Contexto Social*, Florianópolis, 2023.

BORSATTO, M. C. et al. **Atendimento Odontológico em pacientes com necessidades especiais**. Revista de Odontopediatria Latinoamericana, v. 4, n. 2, p. 23-31, 2020.

CHANDRASHEKHAR, S.; BOMMANGOUDAR, J. S. **Manejo de pacientes autistas no consultório odontológico**: uma atualização clínica. International Journal of Clinical Pediatric Dentistry, v. 11, n. 3, p. 219-227, 2018.

CORREIA, T. L. B. V. et al. **Alterações epigenéticas no transtorno do espectro autista**: revisão integrativa de literatura. Research, Society and Development, v. 10, n. 11, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19449.

DA SILVA, Danilo Reginaldo; DE LIMA, Janio Nunes; MENDES, Cácio Lopes. **A importância de estratégias facilitadoras no tratamento odontológico em pacientes acometidos com Transtorno do Espectro Autista (TEA)**. Research, Society and Development, v. 12, n. 11, p. e130121143785, 2023.

DELLI, K.; REICHART, P. A.; BORNSTEIN, M. M.; LIVAS, C. **Management of children with autism spectrum disorder in the dental setting**: concerns, behavioural approaches and recommendations. Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal, v. 18, n. 6, p. e862, 2013.

DOS SANTOS, Izeufan Zacarias; DOS SANTOS, Risoleta Rodrigues. **A comunicação e o fortalecimento do vínculo entre a equipe odontológica e pacientes Autistas**: revisão de literatura. Brazilian Journal of Health Review, v. 7, n. 9, p. e75804, 2024.

Elmore JL, Bruhn AM, Bobzien JL. **Interventions for the reduction of dental anxiety and corresponding behavioral deficits in children with autism spectrum disorder**. J Dent Hyg, 2016.

FERNANDES, Fernanda Dreux Miranda; AMATO, Cibelle Albuquerque de la Higuera. **Análise de Comportamento Aplicada e Distúrbios do Espectro do Autismo**: revisão de literatura. CoDAS, v. 25, n. 3, p. 289–296, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s2317-17822013000300016>. Acesso em: 11 out. 2025.

FERNANDES SILVA MUNIZ, M.; SILVA MARQUES, L.; RAMOS JORGE, M. L. **Limitações e dificuldades relacionadas à saúde bucal de crianças com Transtorno do Espectro Autista:** revisão integrativa da literatura. Revista do CROMG, v. 22, Supl. 4, 2024.

FONTENELE, Geórgia Yngrid Gomes; PINHEIRO, Fabiane Elpídio de Sá. **Desafios nos cuidados em saúde bucal de crianças com autismo enfrentados por pais/cuidadores:** revisão integrativa. Revista Fluminense de Odontologia, Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1589745>.

GOMES, K. A. S. **Autismo: uma abordagem comportamental.** 2019.

JONES, J. et al. **Barriers to Oral Health Care for Autistic Individuals** – A Scoping Review. Health Care, v. 12, n. 1, 2024.

LÓPES DA SILVA, M. J. et al. **Pacientes com transtorno do espectro autista:** conduta clínica na odontologia. Revista Uningá, v. 56, n. S5, p. 122-129, 2019.

MAIRINK, Gilmar Alves de Oliveira; MAIRINK, Carlos Henrique Passos. **Estratégias personalizadas de atendimento odontológico infantil para pacientes com TEA.** Libertas Odontologia, 2024. Disponível em: <https://periodicos.famig.edu.br/index.php/odonto/article/view/532>.

MATOS, L. B.; FERREIRA, R. B.; VIEIRA, L. D. S. **Manejo de comportamento em crianças com ansiedade e estresse em clínica de odontopediatria.** R Odontol Planal. Cent., jun./nov. 2018.

MÁXIMO, Samara Santos; AGUIAR, Caique dos Santos; PINCHEMEL, Edite Novais Borges. **A Importância da Educação em Saúde Bucal de Pais e Educadores como Fator de Impacto na Saúde Bucal da Criança:** Uma Revisão da Literatura. Id on Line Rev. Psic., dezembro, 2021, vol.15, n.58, p. 76-87, ISSN: 1981- 1179.

OLIVEIRA, Juliana Santos et al. **Promoção de saúde bucal e extensão universitária:** novas perspectivas para pacientes com necessidades especiais. Revista da ABENO, v. 15, n. 1, p. 63-69, 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Transtorno do espectro autista**. [S.l.: s.n.], [s.d.]. Acesso em: 13 abr. 2024.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Dados sobre prevalência do autismo**. OPAS, 2017.

PATIL, Vidyavathi H. et al. **Comparative Evaluation of Reframing and Tell-show-do Behavior Guidance Technique in the Management of Dental Anxiety among Children Aged 6–12 Years**. *Contemporary Clinical Dentistry*, v. 16, n. 2, p. 81-86, 2025.

PÉREZ, Eva et al. **Importance of desensitization for autistic children in dental practice**. *Children*, v. 10, n. 5, p. 796, 2023.

RASEENA, K. T. et al. **A comparative study of tell-show-do technique with and without the aid of a virtual tool in the behavior management of 6–9-year-old children**. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, v. 38, n. 4, p. 393-399, 2020.

RODRIGUES, J. S. S. et al. **Atendimento odontológico aos pacientes com transtorno do espectro autista (TEA): manejo, abordagens comportamentais e diretrizes**. *EAcadêmica*, v. 4, n. 2, p. e3142454, 2023. Disponível em: <https://eacademica.org/eacademica/article/view/454>.

ROLIM, Thaysi de Fátima Alves et al. **Perfil dos pacientes com necessidades especiais atendidos em uma clínica escola**. *Archives of Health Investigation*, v. 10, n. 1, p. 87-93, 2021.

SALLES, Gabriela Nascimento et al. **Influência de escolares participantes de um programa de educação nas práticas diárias de saúde bucal em seu ambiente familiar**. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 42, n. 2, p. 145-154, 2021.

SANT'ANNA, L. F. C.; BARBOSA, C. C. N.; BRU, S. C. **Atenção à saúde bucal do paciente autista**. *Revista Pró-Univer SUS*, v. 8, n. 1, p. 67-64, 2017.

SANTOS, Giovanna Karla Da Silva; RODRIGUES, Raquel De Queiroz; ROSA, Erica Carine Campos Caldas. **Atendimento odontopediátrico para crianças com espectro autista**. Repositório Institucional ICESP, 2024.

SAUER, Ann Katrin et al. **Autism Spectrum Disorders: Etiology and Pathology**. In: GRABRUCKER, A. M. (ed.). *Autism Spectrum Disorders*. 2021.

SHITSUKA, Caleb; FRIGGI, Maria Naira Pereira; VOLPINI, Raquel Moraes Castro. **Influência dos pais sobre o comportamento infantil no atendimento odontológico**. *Research, Society and Development*, v. 8, n. 7, p. 16, 2019.

SILVA, Amanda Cristina et al. **Estratégias para o condicionamento comportamental em pacientes com transtorno do espectro autista durante o atendimento odontológico**. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 16, p. e16101623078, 2021.

SILVA, T. D. et al. **Percepção de estudantes de graduação sobre a importância da disciplina Odontologia para pacientes com necessidades especiais**. *Revista da ABENO*, v. 20, n. 1, p. 26–32, 2020.

SOUZA, Lara Danúbia Galvão de et al. **Percepção dos cirurgiões-dentistas em relação à abordagem odontológica ao paciente com transtorno do espectro autista (TEA)**. *HU Revista*, p. 1-10, 2024.

SOUZA, Tathiana do Nascimento et al. **Atendimento odontológico em uma criança com transtorno do espectro autista: relato de caso**. *Rev. Odontol. Univ. Cid. São Paulo*, v. 29, n. 2, p. 191-197, maio/ago. 2017.

TOWNSEND, J. A.; WELLS, M. H. **Behavior guidance of the pediatric dental patient**. In: *Pediatric Dentistry*. Elsevier, 2019.

UCHÔA, Sue Ann Lavareda Corrêa et al. **Navegando pelos sorrisos infantis: estratégias de manejo em odontopediatria**. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 8, n. 2, p. e78465, 2025.

