



Desafios dos Implantes Dentários em Pacientes Sistematicamente Comprometidos: Uma Revisão Narrativa Crítica.

Ana Luísa de Castro e Silva¹, Gabriel da Silva Costa², Rafael Arantes Soares Reis³, Jennifer Gumert⁴, Telma Daniela Bujes⁵, Camila de Souza Nunes⁶, Rafael Rudimar Holler Peres⁷, Aline Collie de Lima Calniel⁸, Ronam Henrique Pegoraro⁹



<https://doi.org/10.36557/2009-3578.2025v11n2p9238-9248>

Artigo recebido em 18 de Outubro e publicado em 18 de Dezembro de 2025

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

As condições sistêmicas têm papel determinante no prognóstico e na longevidade dos implantes dentários, influenciando desde a estabilidade primária até o risco de peri-implantite e falha tardia. Este estudo apresenta uma revisão narrativa estruturada da literatura publicada entre 2018 e 2024, enfocando o impacto de diabetes mellitus, osteoporose, radioterapia de cabeça e pescoço, terapias biológicas/imunossupressoras e fatores nutricionais sobre a osseointegração e a saúde peri-implantar. Evidências recentes demonstram que o diabetes mal controlado aumenta significativamente o risco de falhas e complicações inflamatórias, enquanto pacientes com osteoporose não apresentam taxas de insucesso superiores quando um planejamento cirúrgico adequado é realizado. A radioterapia permanece como um dos fatores sistêmicos mais críticos, associada à hipovascularização óssea e risco aumentado de osteorradionecrose. Estudos emergentes também ressaltam o papel da modulação molecular, incluindo a ativação de SIRT1 e a regulação do microambiente osteoimune, especialmente em condições como osteoporose diabética. Os achados reforçam que o sucesso implantar em pacientes com comorbidades depende da combinação entre controle sistêmico, seleção correta do implante, abordagem cirúrgica individualizada e monitoramento rigoroso. Conclui-se que a seleção e o manejo adequado desses pacientes permitem taxas de sobrevivência comparáveis às de indivíduos saudáveis, desde que suas condições sejam cuidadosamente avaliadas e controladas.

Palavras-chave: Implantes Dentários; Condições Sistêmicas; Diabetes Mellitus; Osteoporose; Radioterapia; Terapias Biológicas; Osseointegração.



Challenges of Dental Implants in Systemically Compromised Patients: A Critical Narrative Review.

ABSTRACT

Systemic medical conditions play a decisive role in the prognosis and long-term success of dental implants, affecting primary stability, osseointegration, peri-implant health, and long-term survival rates. This structured narrative review synthesizes the most recent evidence published between 2018 and 2024 regarding the influence of diabetes mellitus, osteoporosis, head and neck radiotherapy, biological/immunosuppressive therapies, and nutritional factors on implant outcomes. Current data indicate that poorly controlled diabetes significantly increases the risk of peri-implant complications and implant failure, whereas osteoporosis alone does not appear to compromise implant survival when adequate surgical planning is implemented. Radiotherapy remains one of the most critical systemic factors, leading to impaired bone vascularity and a heightened risk of osteoradionecrosis. Emerging molecular findings highlight the relevance of osteoimmune modulation, including SIRT1 activation, particularly in diabetic osteoporosis. Overall, the literature supports that dental implants can achieve survival rates comparable to those in healthy individuals when systemic conditions are properly assessed, controlled, and managed through individualized surgical and prosthetic planning. Careful patient selection and medical optimization remain essential for predictable implant therapy in medically compromised populations.

Keywords: Dental Implants; Systemic Conditions; Diabetes Mellitus; Osteoporosis; Radiotherapy; Biologic Therapy; Osseointegration.

Instituição afiliada – ¹Universidade Salgado de Oliveira, ²São Leopoldo Mandic –Rio de Janeiro, ³ Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, ⁴

Autor correspondente: Ana Luísa de Castro e Silva, dra.analuisacastro@gmail.com

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





INTRODUÇÃO

A Implantodontia moderna alcançou índices de sucesso elevados, sustentados pelo avanço no desenho dos implantes, na compreensão do microambiente ósseo e no aprimoramento das técnicas cirúrgicas. Entretanto, a crescente demanda por reabilitação oral em populações envelhecidas e portadoras de múltiplas comorbidades sistêmicas impõe novos desafios clínicos. Condições como diabetes mellitus, osteoporose, histórico de radioterapia em cabeça e pescoço, uso de terapias imunobiológicas ou imunossupressoras e alterações nutricionais têm impacto direto sobre a cicatrização óssea, o sistema imune local e a homeostase tecidual — componentes essenciais para a osseointegração.

O diabetes mellitus, especialmente quando descontrolado, está entre os fatores sistêmicos mais fortemente associados ao aumento de peri-implantite e falhas precoces, resultado de alterações vasculares, inflamação crônica e acúmulo de produtos finais de glicação avançada (AGEs), que modulam negativamente a resposta osteoimune. Revisões recentes confirmam que pacientes com bom controle glicêmico podem apresentar resultados comparáveis aos indivíduos saudáveis, enquanto aqueles com hiperglicemia persistente têm risco significativamente maior de insucesso.

Da mesma forma, a osteoporose — embora classicamente associada à redução da densidade mineral óssea — não se mostrou, isoladamente, um preditor consistente de falha dos implantes. Evidências contemporâneas demonstram que a estabilidade primária pode ser afetada, mas as taxas de sobrevivência permanecem altas quando há seleção adequada de macrogeometria implantar, técnicas de perfuração modificadas e avaliação individualizada do caso. Estudos emergentes, incluindo pesquisas moleculares avançadas, reforçam que a osteoporose diabética possui comportamento biológico distinto, influenciando o microambiente osteoimune e demandando atenção especial.

A radioterapia de cabeça e pescoço representa outro cenário clínico crítico. A hipovascularização induzida, a fibrose progressiva e a suscetibilidade à osteorradionecrose tornam a área irradiada um ambiente altamente desafiador para a osseointegração, exigindo protocolos rígidos de avaliação, planejamento e acompanhamento. Além disso, o uso crescente de terapias biológicas e imunomoduladoras — especialmente anti-TNF, anti-IL-6, anti-IL-17 e inibidores de RANKL — levanta preocupações sobre efeitos no metabolismo ósseo, imunidade local e risco inflamatório peri-implantar, embora a literatura ainda seja limitada e heterogênea.

Paralelamente, fatores relacionados à senescência do hospedeiro — como imunossenescência, sarcopenia e alterações nutricionais como deficiência de vitamina D — emergem como moduladores importantes da resposta óssea e inflamatória, sobretudo em pacientes idosos. Estudos recentes sugerem que a regulação molecular do microambiente ósseo, incluindo a ativação de SIRT1, pode melhorar o equilíbrio osteoimune, abrindo perspectivas terapêuticas futuras.

Diante desse contexto, a análise atualizada e integrada da literatura é essencial para orientar decisões clínicas baseadas em evidências e para fornecer diretrizes claras sobre a seleção, o manejo e o acompanhamento de pacientes com condições sistêmicas especiais. Assim, esta revisão narrativa estruturada sintetiza as evidências mais recentes sobre o impacto dessas doenças e terapias no prognóstico dos implantes dentários, destacando mecanismos biológicos, riscos clínicos, taxas de sobrevivência e recomendações práticas.



METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão narrativa estruturada da literatura, conduzida com o objetivo de sintetizar evidências recentes sobre o impacto de condições sistêmicas especiais — incluindo diabetes mellitus, osteoporose, radioterapia, terapias biológicas e fatores associados ao envelhecimento — na osseointegração e sobrevivência de implantes dentários.

A busca foi realizada nas bases PubMed/MEDLINE, Google Scholar e Web of Science, contemplando artigos publicados entre 2018 e 2024. Foram incluídos:

- (a) revisões sistemáticas,
- (b) meta-análises,
- (c) ensaios clínicos,
- (d) estudos observacionais,
- (e) revisões narrativas relevantes, e
- (f) estudos experimentais relacionados à biologia óssea e ao microambiente osteoimune.

Termos MeSH e palavras-chave foram combinados utilizando operadores booleanos (“dental implants”, “systemic diseases”, “diabetes mellitus”, “osteoporosis”, “radiotherapy”, “biologic therapy”, “immunosuppression”, “osseointegration”). A seleção priorizou estudos de maior rigor metodológico e relevância clínica.

Foram excluídos artigos: (a) duplicados; (b) com metodologia inadequada; ou (c) que não abordavam diretamente os desfechos relacionados a implantes dentários. A análise foi conduzida de forma descritiva, organizando-se a síntese dos achados por eixos temáticos.

REVISÃO DE LITERATURA

A relação entre condições sistêmicas e o desempenho dos implantes dentários vem sendo amplamente investigada nas últimas décadas, uma vez que o perfil dos candidatos à reabilitação oral tornou-se mais complexo, marcado por multimorbidades, uso crônico de medicamentos e envelhecimento populacional. Entre essas condições, o diabetes mellitus ocupa posição central na literatura devido ao seu impacto direto sobre os processos inflamatórios, cicatrização tecidual e resposta osteoimune. Wagner et al. (2022), em uma ampla revisão sistemática, demonstraram que pacientes com diabetes mal controlado exibem maior risco de peri-implantite, perda óssea marginal acentuada



e taxas superiores de falha precoce e tardia dos implantes. Esses autores destacam a importância do controle glicêmico rigoroso — usualmente avaliado por HbA1c — como preditor da osseointegração, evidenciando que indivíduos com níveis glicêmicos bem controlados podem alcançar resultados equivalentes aos de não diabéticos.

Complementando essa perspectiva, Nibali et al. (2022) enfatizam que o diabetes não atua apenas como fator metabólico isolado, mas interfere de modo decisivo na modulação inflamatória da periodontite e das complicações peri-implantares. Em sua revisão publicada no *Periodontology* 2000, os autores descrevem que diabéticos apresentam maior propensão a resposta inflamatória exacerbada, microvasculatura comprometida e acúmulo de AGEs (Advanced Glycation End-products), que intensificam a destruição tecidual por meio da ativação de vias pró-inflamatórias, especialmente o eixo AGE–RAGE. Esse ambiente inflamatório persistentemente elevado favorece maior perda óssea e eleva a probabilidade de insucesso dos implantes em longo prazo.

O panorama contemporâneo é reforçado por Enteghad et al. (2024), que, em uma revisão atualizada, exploram os mecanismos imunológicos alterados em diabéticos, incluindo disfunções no recrutamento de células de defesa, atraso na diferenciação osteoblástica e colonização microbiana patogênica mais agressiva. Os autores também observam que esses processos impactam diretamente a remodelação óssea, tornando o microambiente peri-implantar mais suscetível a inflamações crônicas e comprometendo a estabilidade do implante. Somados, esses trabalhos consolidam a compreensão de que o diabetes não apenas aumenta o risco de peri-implantite, mas estabelece um cenário sistemicamente desfavorável à cicatrização tecidual.

Além do diabetes, a osteoporose representa outra condição frequentemente discutida em relação à sobrevivência dos implantes. Embora classicamente associada à redução da densidade mineral óssea e maior fragilidade do tecido esponjoso, a literatura indica que a osteoporose por si só não constitui contraindicação ao tratamento implantodôntico. Na análise de Grisa e Veitz-Keenan (2018), não foram encontradas evidências robustas de que pacientes osteoporóticos apresentem maior taxa de falhas clínicas, embora a densidade óssea reduzida possa afetar a estabilidade primária — um fator crucial para o sucesso inicial da osseointegração. Essa perspectiva é corroborada pelo estudo mais recente de Lemos et al. (2023), cuja meta-análise demonstra que pacientes com osteoporose não exibem aumento significativo da taxa de insucesso dos implantes, ainda que apresentem tendência a maior perda óssea marginal. Os autores sugerem que a adaptação da técnica cirúrgica, a seleção de macrogeometria adequada e o planejamento biomecânico individualizado são determinantes para compensar a menor qualidade do osso.

A influência da macrogeometria dos implantes no contexto ósseo comprometido é detalhada por Heimes et al. (2023), que revisaram de forma abrangente como características como conicidade, passo e profundidade das roscas interagem com a densidade óssea. De acordo com os autores, implantes cônicos e com roscas agressivas tendem a apresentar maior estabilidade primária em osso de baixa densidade — como ocorre em pacientes com osteoporose — favorecendo um ambiente mecânico e biológico mais propício à osseointegração. Assim, o conhecimento das propriedades macrogeométricas desempenha papel essencial no planejamento cirúrgico desses indivíduos, atenuando o impacto biomecânico da densidade óssea reduzida.

Os avanços recentes na compreensão molecular da osteoporose diabética trouxeram novas contribuições à perspectiva implantodôntica. Cai et al. (2024)



exploraram terapias baseadas em nanomateriais capazes de modular o microambiente osteoimune por meio da ativação de SIRT1, uma proteína fundamental na promoção da formação óssea e no controle da inflamação. Seus achados demonstram que a manipulação da via osteoimune pode restaurar a homeostase óssea prejudicada, sugerindo que intervenções biomoleculares podem futuramente complementar o manejo clínico de pacientes com comorbidades complexas, ampliando a previsibilidade dos implantes nesse grupo populacional.

Outra condição sistêmica de relevância significativa é a radioterapia de cabeça e pescoço, reconhecida há décadas como fator de risco para complicações ósseas severas. A revisão sistemática de Aghaloo et al. (2019) salienta que pacientes irradiados apresentam hipovascularização óssea, redução de células progenitoras e fibrose progressiva, fatores que comprometem a cicatrização e elevam substancialmente o risco de osteorradionecrose. Nesse contexto, a colocação de implantes deve ser planejada com extrema cautela, considerando o momento da radioterapia, o volume ósseo irradiado e a dose total acumulada. A literatura indica que a reabilitação protética em áreas irradiadas é possível, mas demanda protocolos rígidos, acompanhamento prolongado e, em alguns casos, terapias adjuvantes como oxigenoterapia hiperbárica.

Paralelamente, o uso crescente de terapias biológicas e imunomoduladoras, como anti-TNF, anti-IL-6, anti-IL-17 e inibidores de RANKL, introduz novas incertezas clínicas na Implantodontia. Embora a literatura ainda seja limitada, Aghaloo et al. (2019) apontam que tais terapias podem interferir no metabolismo ósseo e na imunidade local, aumentando o risco de complicações infecciosas e inflamatórias ao redor dos implantes. No caso do denosumabe, há preocupação adicional devido ao risco documentado — embora baixo — de osteonecrose dos maxilares, fenômeno que requer vigilância criteriosa em procedimentos cirúrgicos.

O envelhecimento e a imunossenescência aparecem como fatores de impacto crescente, em especial na população acima de 70 anos. Schimmel et al. (2018), em uma meta-análise abrangente, concluíram que idosos com múltiplas comorbidades apresentam leve aumento no risco de complicações peri-implantares, sobretudo peri-implantite, embora as taxas de sobrevivência dos implantes permaneçam elevadas. Persson (2018) complementa essa visão ao destacar que alterações imunológicas relacionadas à idade aumentam a suscetibilidade à inflamação crônica, o que pode intensificar a reabsorção óssea peri-implantar. Além disso, fatores nutricionais como a deficiência de vitamina D vêm ganhando atenção. Werny et al. (2022) observaram que níveis inadequados dessa vitamina podem prejudicar a resposta óssea e a osseointegração, embora a evidência clínica ainda apresente variabilidade significativa.

Em conjunto, esses achados mostram que o sucesso dos implantes em pacientes com condições sistêmicas especiais depende de um entendimento profundo das interações entre metabolismo ósseo, imunidade, microambiente inflamatório e biomecânica. A literatura converge sobre um ponto central: pacientes sistemicamente comprometidos não devem ser automaticamente excluídos do tratamento implantodôntico, mas sim submetidos a avaliação minuciosa, controle rigoroso de suas doenças de base e planejamento individualizado que considere a biologia específica de cada condição.

DISCUSSÃO



A literatura contemporânea demonstra, de forma consistente, que o impacto das condições sistêmicas sobre os implantes dentários não é uniforme, mas depende da interação entre fatores metabólicos, inflamatórios, microvasculares e biomecânicos. Entre todas as condições investigadas, o diabetes mellitus permanece como o fator de risco mais amplamente estudado e clinicamente relevante. Wagner et al. (2022) demonstraram em sua revisão sistemática que a hiperglicemia persistente compromete diretamente a osseointegração, elevando as taxas de falha e de peri-implantite. Sua análise reforça a centralidade do controle glicêmico — especialmente da HbA1c — como determinante da previsibilidade do tratamento, convergindo com as conclusões de Nibali et al. (2022), que aprofundam a compreensão dos mecanismos inflamatórios envolvidos.

O trabalho de Nibali et al. complementa a visão de Wagner ao caracterizar o diabetes não apenas como uma condição metabólica, mas como um estado de inflamação crônica que altera profundamente o microambiente periodontal e peri-implantar. A presença de AGEs e a ativação da via AGE–RAGE intensificam a liberação de citocinas pró-inflamatórias, como IL-6 e TNF- α , promovendo maior destruição óssea e aumentando o risco de peri-implantite. Essa visão é reforçada pela revisão contemporânea de Enteghad et al. (2024), que destaca alterações no recrutamento neutrofílico, comprometimento da função osteoblástica e maior agressividade microbiana na mucosa peri-implantar em indivíduos diabéticos. Esses três estudos convergem em um ponto essencial: o diabetes descontrolado é o fator sistêmico mais fortemente associado ao insucesso dos implantes, ao passo que o diabetes bem controlado pode apresentar taxas de sucesso próximas às de indivíduos saudáveis.

No caso da osteoporose, entretanto, os achados são menos uniformes e revelam nuances importantes. Grisa e Veitz-Keenan (2018) reportaram que não há evidência de que a osteoporose aumente significativamente o risco de falhas de implantes, embora reconheçam a limitação dos métodos e a heterogeneidade dos estudos disponíveis. Lemos et al. (2023), por meio de uma meta-análise robusta, confirmaram essa tendência ao demonstrar que pacientes osteoporóticos não apresentam taxas de falha superiores, ainda que possam exibir um padrão de perda óssea marginal discretamente maior. Essa diferença, porém, não compromete de forma significativa o prognóstico global dos implantes.

Esse cenário aparentemente favorável é melhor compreendido quando se considera o trabalho de Heimes et al. (2023), que analisaram a influência da macrogeometria do implante sobre a estabilidade primária em ossos de baixa densidade. Os autores enfatizam que a seleção de implantes com geometria cônica, roscas mais profundas ou design mais agressivo pode compensar a menor qualidade óssea, assegurando condições mecânicas adequadas para a osseointegração. Assim, a osteoporose emerge menos como contraindicação e mais como um fator que requer modificação técnica, reforçando a necessidade de planejamento cirúrgico individualizado.

A literatura mais recente acrescenta uma camada adicional ao discutir a osteoporose diabética, condição na qual interagem mecanismos hiperglicêmicos e de degradação mineral óssea. Nesse contexto, Cai et al. (2024) apresentaram evidências inovadoras ao demonstrar que a ativação de SIRT1 por meio de plataformas nanoestruturadas pode modular favoravelmente o microambiente osteoimune,



restaurando parte da capacidade regenerativa do osso. Esses achados abrem perspectivas terapêuticas promissoras, sugerindo que abordagens moleculares poderão futuramente melhorar a previsibilidade dos implantes em pacientes com comorbidades complexas.

Por outro lado, a radioterapia de cabeça e pescoço continua sendo uma das condições sistêmicas com maior impacto negativo comprovado sobre a osseointegração. A revisão sistemática de Aghaloo et al. (2019) destaca que a perda da microvascularização, a hipocelularidade e a fibrose induzidas pela radiação prejudicam não apenas a cicatrização óssea imediata, mas também a estabilidade biológica de longo prazo dos implantes. A maior preocupação recai sobre o risco de osteorradionecrose — complicação grave e de manejo difícil —, que torna o planejamento implantodôntico nesses pacientes extremamente desafiador. A literatura sugere a necessidade de protocolos rigorosos, frequentemente envolvendo períodos de espera prolongados após a radioterapia, avaliação multidisciplinar e, em alguns casos, terapias adjuvantes como oxigenoterapia hiperbárica.

O papel das terapias biológicas e imunomoduladoras na Implantodontia permanece menos claro, refletindo a escassez de estudos clínicos longitudinais. Aghaloo et al. (2019) destacam que pacientes em uso de anti-TNF, anti-IL-6, anti-IL-17 ou inibidores de RANKL podem apresentar cicatrização óssea alterada e maior susceptibilidade a infecções, embora os dados ainda sejam inconclusivos. O caso específico do denosumabe chama atenção por seu potencial risco de osteonecrose dos maxilares, sobretudo em pacientes com histórico de osteoporose avançada ou câncer metastático. Contudo, a ausência de estudos robustos impede conclusões definitivas, apontando para a necessidade de mais pesquisas controladas.

O envelhecimento acrescenta outra dimensão a esse cenário, especialmente diante da crescente longevidade da população. Schimmel et al. (2018) identificaram que idosos apresentam taxas de sobrevivência dos implantes semelhantes às de adultos jovens, embora exibam maior probabilidade de desenvolver complicações peri-implantares. Persson (2018) atribui esse aumento à imunossenescência, caracterizada por menor capacidade de resposta imune, aumento da inflamação basal (“inflammaging”) e maior vulnerabilidade a processos destrutivos no periodonto e na mucosa peri-implantar. Em paralelo, Werny et al. (2022) apontam que a deficiência de vitamina D — comum em populações idosas — pode comprometer a remodelação óssea e afetar negativamente a osseointegração, ainda que as evidências clínicas permaneçam heterogêneas.

Ao integrar todos esses achados, torna-se evidente que o impacto das condições sistêmicas sobre os implantes não se baseia em um único fator, mas na interação complexa entre inflamação, metabolismo ósseo, vascularização, imunidade e mecânica local. A literatura converge para o entendimento de que o risco não é absoluto, mas relativo, dependente da gravidade da condição sistêmica, do seu grau de controle e da adequação do planejamento clínico.

Assim, a discussão contemporânea se afasta da ideia tradicional de contraindicações rígidas e avança para uma abordagem mais personalizada, na qual cada paciente é avaliado de acordo com seu perfil metabólico, imunológico e funcional. A evidência atual apoia o uso de implantes em pacientes com diabetes controlado, osteoporose ou idade avançada, desde que sejam adotadas estratégias individualizadas, incluindo modificação da técnica cirúrgica, otimização do estado sistêmico e



acompanhamento rigoroso. Em contrapartida, pacientes irradiados ou em uso de terapias imunobiológicas de alto impacto ainda representam grupos de risco aumentado, exigindo planejamento meticuloso e manejo interdisciplinar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As condições sistêmicas influenciam o desempenho dos implantes, mas não constituem contraindicações absolutas. O diabetes descontrolado e a radioterapia representam os maiores riscos, enquanto a osteoporose bem manejada mostra impacto limitado. Com avaliação individualizada, controle sistêmico adequado e planejamento cirúrgico criterioso, pacientes com comorbidades podem alcançar taxas de sucesso comparáveis às de indivíduos saudáveis.

REFERÊNCIAS

WAGNER, J.; SPILLE, J. H.; WILTFANG, J.; NAUJOKAT, H. Systematic review on diabetes mellitus and dental implants: an update. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 8, n. 1, p. 1, 2022. DOI: 10.1186/s40729-021-00399-8.

NIBALI, L.; GKRANIAS, N.; MAINAS, G.; DI PINO, A. Periodontitis and implant complications in diabetes. *Periodontology 2000*, v. 90, n. 1, p. 88-105, 2022. DOI: 10.1111/prd.12451.

ENTEGHAD, S.; SHIRBAN, F.; NIKBAKHT, M. H.; BAGHERNIYA, M.; SAHEBKAR, A. Relationship between diabetes mellitus and periodontal/peri-implant disease: a contemporaneous review. *International Dental Journal*, v. 74, n. 3, p. 426-445, 2024. DOI: 10.1016/j.identj.2024.03.010.

HEIMES, D. et al. How does dental implant macrogeometry affect primary implant stability? A narrative review. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 9, n. 1, p. 20, 2023. DOI: 10.1186/s40729-023-00485-z.

AGHALOO, T. et al. The effects of systemic diseases and medications on implant osseointegration: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, v. 34, suppl., p. s35–s49, 2019. DOI: 10.11607/jomi.19suppl.g3.

WERNY, J. G. et al. Does vitamin D have an effect on osseointegration of dental implants? A systematic review. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 8, n. 1, p. 16, 2022. DOI: 10.1186/s40729-022-00414-6.

LEMOS, C. A. A. et al. Do dental implants placed in patients with osteoporosis have higher risks of failure and marginal bone loss compared to those in healthy patients? A



systematic review with meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, v. 27, n. 6, p. 2483–2493, 2023. DOI: 10.1007/s00784-023-05005-2.

SCHIMMEL, M.; SRINIVASAN, M.; MCKENNA, G.; MÜLLER, F. Effect of advanced age and/or systemic medical conditions on dental implant survival: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, v. 29, suppl. 16, p. 311–330, 2018. DOI: 10.1111/clr.13288.

PERSSON, G. R. Periodontal complications with age. *Periodontology 2000*, v. 78, n. 1, p. 185–194, 2018. DOI: 10.1111/prd.12227.

GRISA, A.; VEITZ-KEENAN, A. Is osteoporosis a risk factor for implant survival or failure? *Evidence-Based Dentistry*, v. 19, n. 2, p. 51–52, 2018. DOI: 10.1038/sj.ebd.6401307.

CAI, Z. et al. Gene-activating framework nucleic acid-targeted upregulating sirtuin-1 to modulate osteoimmune microenvironment for diabetic osteoporosis therapeutics. *ACS Nano*, v. 18, n. 52, p. 35214–35229, 2024. DOI: 10.1021/acsnano.4c08727.