ISSN 2674-8169

ESTABILIDADE PRIMÁRIA E TARDIA: BASES BIOLÓGICAS E IMPORTÂNCIA CLÍNICA

Maria Vitória Rodrigues da Siva[1], Érica Gabriela da Silva Pedro[2], Vanyele da Silva Cordeiro[3], Vaniclécia da Silva Cordeiro[4], Gabriela Granja Porto Petraki[5], Vinícios Balan Santos Pereira[6]

https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n6p1105-1127
Artigo recebido em 22 Maio e publicado em 22 de Junho de 2026

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

Introdução: A estabilidade primária e tardia dos implantes dentários constitui um dos principais fatores relacionados ao sucesso da terapia implantossuportada. **Objetivo:** Analisar as evidências científicas acerca das bases biológicas da estabilidade implantar, dos fatores que influenciam sua manutenção e de sua importância clínica. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada nas bases de dados PubMed, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Web of Science, contemplando artigos publicados entre 2021 e 2026. Após aplicação dos critérios de elegibilidade, foram selecionados 18 estudos para análise. **Resultados:** Os resultados demonstraram que a estabilidade implantar é um fenômeno multifatorial, dependente da interação entre fatores biológicos, mecânicos, cirúrgicos, protéticos e sistêmicos. Entre os principais determinantes identificados destacam-se a densidade e qualidade óssea, a geometria e superfície dos implantes, as técnicas cirúrgicas de preparo do leito implantar, a osseodensificação, o desenho dos pilares protéticos, bem como condições sistêmicas, como diabetes mellitus, osteoporose, hipertensão arterial e radioterapia. Além disso, observou-se que modificações de superfície e estratégias que favorecem a preservação dos tecidos peri-implantares podem contribuir para melhores resultados de osseointegração e manutenção óssea marginal. **Conclusão:** a obtenção e a manutenção da estabilidade primária e tardia dependem da interação de múltiplos fatores relacionados ao paciente, ao implante e ao protocolo terapêutico empregado. O conhecimento desses fatores é fundamental para o planejamento clínico e para o aumento da previsibilidade e longevidade dos tratamentos implantossuportados.

Palavras-chave: Implantes dentário, osseointegração e longevidade.

Primary and Secondary Stability: Biological Foundations and Clinical Importance

ABSTRACT

Introduction: Primary and secondary stability of dental implants constitutes one of the main factors related to the success of implant-supported therapy. Objective: To analyze the scientific evidence regarding the biological bases of implant stability, the factors that influence its maintenance, and its clinical importance. Methodology: This is an integrative literature review conducted in the PubMed, Virtual Health Library (VHL), and Web of Science databases, including articles published between 2021 and 2026. After applying the eligibility criteria, 18 studies were selected for analysis. Results: The results demonstrated that implant stability is a multifactorial phenomenon, dependent on the interaction among biological, mechanical, surgical, prosthetic, and systemic factors. Among the main determinants identified are bone density and quality, implant geometry and surface characteristics, surgical techniques for implant site preparation, osseodensification, prosthetic abutment design, as well as systemic conditions such as diabetes mellitus, osteoporosis, arterial hypertension, and radiotherapy. Furthermore, it was observed that surface modifications and strategies that favor the preservation of peri-implant tissues may contribute to improved osseointegration outcomes and marginal bone maintenance. Conclusion: The achievement and maintenance of primary and secondary stability depend on the interaction of multiple factors related to the patient, the implant, and the therapeutic protocol employed. Knowledge of these factors is fundamental for clinical planning and for increasing the predictability and longevity of implant-supported treatments.

Keywords: dental implants, osseointegration, and longevity.

Instituição afiliada – FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PERNAMBUCO[1], FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PERNAMBUCO[2], FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PERNAMBUCO[3], FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PERNAMBUCO[4]

Autor correspondente: *Maria Vitória Rodrigues da Silva* mavihrodriguess@gmail.com

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

INTRODUÇÃO

A Implantodontia consolidou-se nas últimas décadas como uma das principais alternativas para a reabilitação de pacientes parcial ou totalmente edêntulos, proporcionando benefícios funcionais, estéticos e psicossociais. O sucesso dos implantes está diretamente relacionado à osseointegração e estabilidade primária do implante, definida como a ausência de movimento do implante em relação ao osso circundante imediatamente após a inserção. Além disso, a estabilidade primária é fortemente influenciada pela densidade óssea, geometria do implante, técnica cirúrgica (especialmente o preparo do sítio) e quantidade óssea (RUES et al., 2021). Sua deficiência pode favorecer a ocorrência de micromovimentos do implante, comprometer a osseointegração, levar ao encapsulamento fibroso e até resultar na falha do implante (Wei et al., 2021).

A estabilidade secundária está associada à osseointegração, um processo complexo e dinâmico, definido como a osteogênese de contato quando a superfície do implante permite a adesão das células ósseas. Isto ocorre a partir da interação entre atividades osteogênicas e osteoclastogênicas, modulada pela sinalização do fator de complemento-3, importante para a osteólise mediada por monócitos/macrófagos (Nascimento et al., 2024).

A osseointegração por sua vez, sofre influência de fatores sistêmicos do paciente e heterogeneidade local (Molinero e Privado, 2026). Outros fatores estão mais relacionados à superfície do implante, como a composição química, molhabilidade, energia superficial, potencial zeta e a limpeza (Gil et al., 2022).

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo identificar e discutir as bases biológicas da estabilidade primária e tardia dos implantes dentários, bem como os fatores locais e sistêmicos que influenciam sua manutenção e o sucesso clínico da terapia implantossuportada.

METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma revisão integrativa da literatura, caracterizada pela síntese e análise crítica de evidências científicas previamente publicadas, com o objetivo de compreender as bases biológicas da estabilidade primária e tardia dos implantes dentários e os fatores associados à sua manutenção e ao sucesso clínico da terapia implantossuportada. Esse método permite a inclusão de estudos experimentais e não experimentais, proporcionando uma compreensão ampla do fenômeno investigado, além de possibilitar a revisão de teorias, evidências científicas e aspectos metodológicos relacionados ao tema (SOUZA et al., 2010).

Para nortear a investigação, foi elaborada a seguinte questão norteadora: “Quais são as bases biológicas da estabilidade primária e tardia dos implantes dentários e quais fatores influenciam sua manutenção e o sucesso clínico da terapia implantossuportada?”

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed, Biblioteca Virtual

em Saúde (BVS) e Web of Science, abrangendo publicações entre os anos de 2021 e 2026. Foram utilizados descritores em inglês e português relacionados ao tema, combinados por meio do operador booleano “AND”, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Estratégias de busca nas bases de dados eletrônicos

Base de dados	Estratégia de busca	Quantidade dos estudos
Web Of Science	“dental implants” AND “clinical relevance”	419
	“dental implants” AND “longevity” AND “osseointegration”	84
	“dental implants” AND “osseointegration” AND “longevity” AND “clinical relevance”	4
PubMed	“dental implants” AND “clinical relevance”	526
	“dental implants” AND “longevity” AND “osseointegration”	53
	“dental implants” AND “osseointegration” AND “longevity” AND “clinical relevance”	2
BVS/MEDLINE/ LILACS/BBO/ WPRIM	“dental implants” AND “clinical relevance”	502
	“dental implants” AND “longevity” AND “osseointegration”	45
	“dental implants” AND “osseointegration” AND “longevity” AND “clinical relevance”	2

Fonte: Autoria própria

Após a realização das buscas, os artigos identificados foram inicialmente avaliados por meio da leitura dos títulos. Os estudos potencialmente relevantes foram posteriormente importados para o software Rayyan (Intelligent Systematic Review) (OUZZANI et al., 2016), utilizado para remoção dos registros duplicados e organização das etapas de triagem.

Em seguida, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos, sendo excluídos os estudos que não apresentavam relação direta com o tema proposto. Os artigos elegíveis foram submetidos à leitura na íntegra e avaliados de acordo com os critérios previamente estabelecidos. Os estudos que atenderam a todos os critérios de elegibilidade foram incluídos na revisão. O processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos está representado na Figura 1.

A coleta dos dados foi realizada por meio de um quadro de caracterização elaborado pelos autores, contendo as seguintes variáveis: autor, ano e país de publicação, delineamento metodológico, objetivo, principais resultados e conclusões. As informações extraídas foram organizadas de forma padronizada, permitindo a comparação entre os estudos e a síntese dos achados relevantes para a temática investigada (Quadro 2).

Os critérios de elegibilidade foram definidos previamente e contemplaram critérios de inclusão e exclusão, apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Estudos publicados entre 2021 e 2026	Estudos que não abordassem diretamente a estabilidade primária ou tardia dos implantes dentários;
Artigos em português, inglês ou espanhol	Pesquisas sem relação com fatores biológicos, clínicos, sistêmicos ou mecânicos associados à estabilidade implantar;
Ensaios clínicos randomizados	Relatos de caso, editoriais, cartas ao editor, monografias, dissertações, teses e literatura cinzenta;
Estudos experimentais	Estudos sem metodologia claramente definida;
Estudos observacionais (transversais, coortes e retrospectivos)	Artigos indisponíveis na íntegra;
Estudos descritivos quantitativos e estudos piloto	Publicações que não respondessem à questão norteadora.

Fonte: Autoria própria

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos incluídos foram organizados de acordo com os principais fatores relacionados à estabilidade dos implantes dentários, contemplando aspectos biológicos, sistêmicos, mecânicos e clínicos. O período de publicação dos artigos variou entre 2021 e 2026.

Quadro 2 - Quadro de caracterização dos estudos incluídos na revisão

Autor/Ano/País	Desenho do estudo	Objetivo	Resultados	Conclusão
Romanos et al., 2022 Alemanha	Estudo retrospectivo	Avaliar os níveis ósseos crestais (NOC) e as falhas de implantes com pilares pré-fabricados e personalizados após longo prazo.	Foram avaliados 63 pacientes com 249 implantes, sendo 51% restaurados com pilares pré-fabricados e 49% com pilares personalizados, todos suportando próteses fixas. Após 10 anos, os implantes com pilares pré-fabricados apresentaram menor perda óssea marginal e nenhuma falha, enquanto os pilares personalizados mostraram maior perda óssea e taxa de falha de 4,1%. Apesar disso, o nível de contato ósseo foi superior nos implantes com pilares personalizados.	Implantes com pilares pré-fabricados apresentam menor perda óssea crestal em comparação com pilares personalizados.
Wüster et al., 2025 Alemanha	Estudo retrospectivo observacional	Investigar a sobrevida a longo prazo de implantes dentários em pacientes submetidos à ressecção ablativa da maxila ou mandíbula e reconstrução subsequente com	Foram avaliados 53 pacientes com 257 implantes, apresentando taxa de sobrevida de 91,8% após cinco anos. A radioterapia adjuvante esteve associada à menor sobrevida dos implantes e a maior	A radioterapia adjuvante resulta em uma redução acentuada da sobrevida do implante e em uma perda óssea marginal (distal) significativamente

		retalhos livres de fíbula microvascularizados (RLF).	perda óssea, sendo esta também mais acentuada em implantes instalados em osso nativo do que em osso da fíbula.	maior após cinco anos.
Masri et al., 2025	Estudo de coorte retrospectivo	Avaliar o efeito dos medicamentos anti-hipertensivos na osseointegração de implantes dentários.	O estudo demonstrou que pacientes hipertensos não medicados apresentaram maior taxa de falha de implantes, enquanto aqueles em uso de anti-hipertensivos tiveram menor taxa de falha, sugerindo um possível efeito protetor dessas medicações sobre a osseointegração.	Com base na taxa de falha de implantação extra-implante (EIF) estatisticamente significativamente menor encontrada no grupo com hipertensão e medicação, os medicamentos anti-hipertensivos podem diminuir a taxa de EIF em implantes dentários.
Schuster et al., 2021	Estudo experimental pré-clínico in vivo	Avaliar a formação óssea peri-implantar de implantes de titânio utilizando um modelo in vivo em ratos com e sem diabetes mellitus (DM) descontrolada, para avaliar a osseointegração de superfícies hidrofóbicas (Neoporos®) e hidrofílicas (Acqua®).	O grupo DMG, após um período de cicatrização de 7 dias, apresentou valores significativamente maiores de BIC total (+37,9%; p=0,03) e BIC trabecular (%) (+46,3%; p=0,02) com os implantes Acqua em comparação aos implantes Neoporos. Após 28 dias de cicatrização, o grupo controle apresentou um BAFO cortical dos implantes Acqua significativamente 14% maior (p=0,04) do que o dos implantes Neoporos.	Os efeitos positivos da superfície Acqua foram capazes de neutralizar o impacto adverso do diabetes mellitus (DM) não controlado nos estágios iniciais de osseointegração.

Politi et al., 2025 Irlanda	Ensaio clínico randomizado controlado	Comparar os valores do quociente de estabilidade do implante (ISQ) de implantes instalados utilizando brocas específicas para implantes (CD) e brocas de osseodensificação (OD) em três momentos diferentes e determinar o efeito de ambas as técnicas de perfuração nos níveis ósseos marginais.	Os implantes instalados com brocas CD apresentaram maior estabilidade após 3 meses, porém sem diferenças no momento da instalação ou após 4–5 meses. Não houve diferença significativa nos níveis ósseos marginais entre os grupos.	A estabilidade dos implantes aumentou ao longo do tempo em ambos os grupos. Embora as brocas padrão tenham apresentado maior estabilidade em um período intermediário, essa diferença não se manteve no acompanhamento final, e os níveis ósseos marginais foram comparáveis entre os grupos.
Nascimento et al., 2024 Brasil	Estudo experimental in vitro	Quantificar e avaliar a deformação e a tensão compressiva em osso sintético (poliuretano) durante a inserção de implantes. O torque e a deformação foram medidos para permitir a análise do comportamento biomecânico e comparar implantes dentários com diferentes tratamentos de superfície, perfis de rosca e macrogeometria.	O torque de inserção e a deformação óssea aumentam com o avanço do implante. Implantes cônicos e com rosca trapezoidal exigem maior torque de inserção, sendo os implantes cônicos superiores aos cilíndricos, embora a inserção possa gerar tensões ósseas capazes de causar fissuras.	Comparando o comportamento mecânico, constatou-se que os implantes usinados apresentaram o pior desempenho em termos de distribuição de tensão no osso sintético, resultando em fissuras na amostra durante a inserção. Implantes com rosca trapezoidal e aqueles com corpo cônico induzem torque de inserção e tensões de compressão óssea que não prejudicam a osseointegração.
Sansupakorn et al., 2024 Tailândia	Ensaio clínico randomizado	Comparar a estabilidade do implante e o resultado clínico da colocação de implantes entre a elevação do assoalho do seio maxilar com osteótomo (OSFE) com enxerto de fosfato de cálcio	Foram avaliados 20 implantes submetidos à elevação do seio maxilar por osteótomos, com ou sem enxerto de fosfato bicálcico (BCP). Após 1 ano, ambos os grupos apresentaram aumento	O material de enxerto "BCP" (HA30:TCP70) associado ao OSFE não apresenta benefício extraordinário na estabilidade do implante, no resultado clínico e radiográfico em um

		bifásico (BCP), composto por 30% de hidroxiapatita (HA) e 70% de beta-fosfato tricálcico (β-TCP), e a OSFE sem o uso de enxerto ósseo.	semelhante da estabilidade dos implantes, sem diferenças significativas nos valores de ISQ. Radiograficamente, o grupo sem enxerto apresentou menor perda óssea marginal em todos os acompanhamentos, além de menor número de falhas de implantes (1 falha) em comparação ao grupo com BCP (2 falhas).	ano de acompanhamento.
Atalay B et al., 2026 Turquia	Estudo retrospectivo	Avaliar os resultados clínicos de implantes dentários de zircônia ao longo de cinco anos, considerando a crescente demanda por alternativas livres de metal ao titânio devido a preocupações estéticas e potenciais reações de hipersensibilidade a metais.	A taxa de sobrevida global foi de 83,8% (67/80) após um seguimento médio de 29,0 ± 16,6 meses (máximo de 62 meses). A análise de Kaplan-Meier estimou a sobrevida média em 52,6 ± 2,38 meses, com a mediana não atingida devido à censura. A sobrevida foi significativamente menor com a colocação imediata ($p = 0,016$). A regeneração óssea guiada (ROG) esteve associada a uma maior taxa de sobrevivência, com todos os implantes submetidos à ROG sobrevivendo e falhas ocorrendo apenas nos casos sem ROG ($p < 0,001$).	Os implantes de zircônia apresentaram uma taxa de sobrevivência de 83,8% em cinco anos, corroborando sua aplicabilidade clínica como sistemas de implantes livres de metal. A colocação imediata apresentou uma taxa de sobrevivência significativamente menor, favorecendo a colocação tardia.

Romasco et al., Itália	Estudo in vitro	Este estudo in vitro teve como objetivo avaliar se a estabilidade primária do implante é influenciada pelo seu comprimento em osso artificial com diferentes densidades.	Resuma deixando a parte principal: Nos blocos de 30 e 40 PCF, os implantes 3p S apresentaram valores de TI significativamente maiores (90 e 80 Ncm, respectivamente) do que os 3p L (85 e 50 Ncm, respectivamente).	Esses resultados demonstraram que o comprimento do implante influencia principalmente os valores de IT e RT nos blocos de poliuretano que simulam a região mandibular do osso, resultando em valores mais altos para os implantes 3p S, enquanto os valores de RFA permaneceram inalterados. Contudo, no bloco de menor densidade que simula o osso maxilar, os implantes 3p L exibiram valores de ISQ significativamente maiores.
Al Madhoun et al., 2024 Suíça	Ensaio clínico randomizado	Avaliar o impacto de um líquido bioativo ósseo (LBO) no desempenho, na estabilidade e na osseointegração do implante Galaxy TS. Avaliar a estabilidade ao impacto, a osseointegração e os níveis de dor utilizando medidas do quociente de estabilidade inicial (QEI), tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) e avaliar a dor pós-operatória.	Todos os implantes osseointegraram com sucesso, conforme demonstrado pelos resultados de nossos estudos clínicos e histológicos. Os implantes tratados com BBL apresentaram escores de dor significativamente menores no 7º dia (p < 0,00001) e estabilidade aprimorada no 30º dia (ISQ > 62,00 ± 0,59, $p < 8 \times 10^{-7}$) .	Este estudo apresenta evidências clínicas e biológicas convincentes de que o tratamento com BBL melhora a estabilidade do implante Galaxy TS, reduz a dor e aumenta a formação óssea, possivelmente por meio da modulação da tensão superficial e efeitos imunomoduladores. Esse avanço é promissor para melhorar os resultados dos pacientes e a longevidade dos implantes.

de Lima et al., 2026 Brasil	Estudo experimental ex vivo comparativo pareado	Comparar as técnicas convencionais e de osseodensificação, avaliando o torque de inserção/remoção, a estabilidade (ISQ), a temperatura máxima e as alterações estruturais ósseas, bem como avaliar o desempenho da osseodensificação com dois sistemas de brocas: Densah®/Versah e Bone Reamer Drills®/WF.	Os grupos submetidos à osseodensificação apresentaram valores de torque de inserção e remoção aumentados, e observou-se compactação óssea na interface do implante. Não houve aumentos significativos no ISQ (Índice de Força de Inserção) ou na temperatura máxima em comparação com a perfuração convencional. Não foi observada perda de massa significativa em nenhum dos sistemas.	A instrumentação óssea com ambos os kits de osseodensificação melhorou a estabilidade primária do implante, demonstrando valores de torque de inserção e remoção superiores aos da perfuração convencional em osso tipo IV. Não foram encontradas diferenças significativas no ISQ (Índice de Força de Inserção) e na temperatura. A microscopia eletrônica de varredura (MEV) revelou osso compactado na interface do implante nos grupos de osseodensificação. Não foram observadas alterações significativas na massa óssea.
Gil et al., 2022 Espanha	Estudo experimental laboratorial (in vitro e/ou pré-clínico)	Determinar a influência da alumina residual após o tratamento de jateamento de areia em implantes dentários de titânio. Este artigo estudou o efeito da alumina nas propriedades físico-químicas da superfície, tais como: molhabilidade e energia superficial. A osseointegração e a adesão bacteriana foram determinadas para	As superfícies com alumina residual apresentaram menor energia livre superficial do que as superfícies limpas. Os estudos in vivo demonstraram que a alumina residual acelerou o crescimento do tecido ósseo em diferentes tempos de implantação, em comparação com os implantes dentários limpos Além disso, a alumina residual apresentou efeito bactericida,	É possível verificar os benefícios que a alumina (em porcentagens em torno de 8% em peso) produz na superficie de implantes dentários de titânio.

		avaliar o efeito das partículas abrasivas.	diminuindo a quantidade de bactérias aderidas ao titânio.	
Naya et al., 2026 Espanha	Ensaio clínico randomizado duplo-cego (Double-Blind Randomized Clinical Trial)	Este estudo dá seguimento a uma avaliação de 2 anos para verificar as tendências de remodelação óssea marginal (ROM) associadas a diferentes modelos de pilares.	Aos 24 meses, modelos de regressão linear de efeitos mistos revelaram que o grupo com pilar côncavo apresentou perda óssea marginal (POM) significativamente menor do que o grupo com pilar reto nas medidas mesial, distal e média (p = 0,006–0,026). Interações significativas entre o tipo de pilar e o tempo, em 8 semanas e 6 meses, sugerem benefícios precoces e sustentados do design côncavo. Aos 24 meses, esse efeito permaneceu significativo, exceto no modelo mesial (p = 0,072). A altura do pilar apresentou associação positiva com a POM, particularmente no grupo com pilar reto; entretanto, no grupo com pilar côncavo, uma maior altura mitigou a perda óssea (p < 0,01).	Pilares côncavos demonstraram uma potencial vantagem na redução da perda óssea marginal precoce e na promoção da estabilidade óssea a médio prazo, em comparação com pilares retos. Seu design pode melhorar a adaptação dos tecidos moles, contribuindo para uma melhor preservação do osso peri-implantar. Embora o aumento da altura do pilar tenha apresentado um efeito protetor no grupo com pilares côncavos, esses achados necessitam de confirmação. Estudos adicionais de longo prazo são necessários para validar esses resultados e esclarecer sua relevância clínica.
Wei et al., 2022 China	Ensaio clínico randomizado (Randomized Controlled Trial – RCT)	Comparar a precisão e a estabilidade primária de implantes cônicos e retos submetidos à colocação imediata	O estudo avaliou 20 pacientes com 20 implantes e observou desvios médios baixos na plataforma, no ápice e na angulação dos	Com sistemas de navegação dinâmica, foi possível alcançar alta precisão e estabilidade primária na colocação imediata

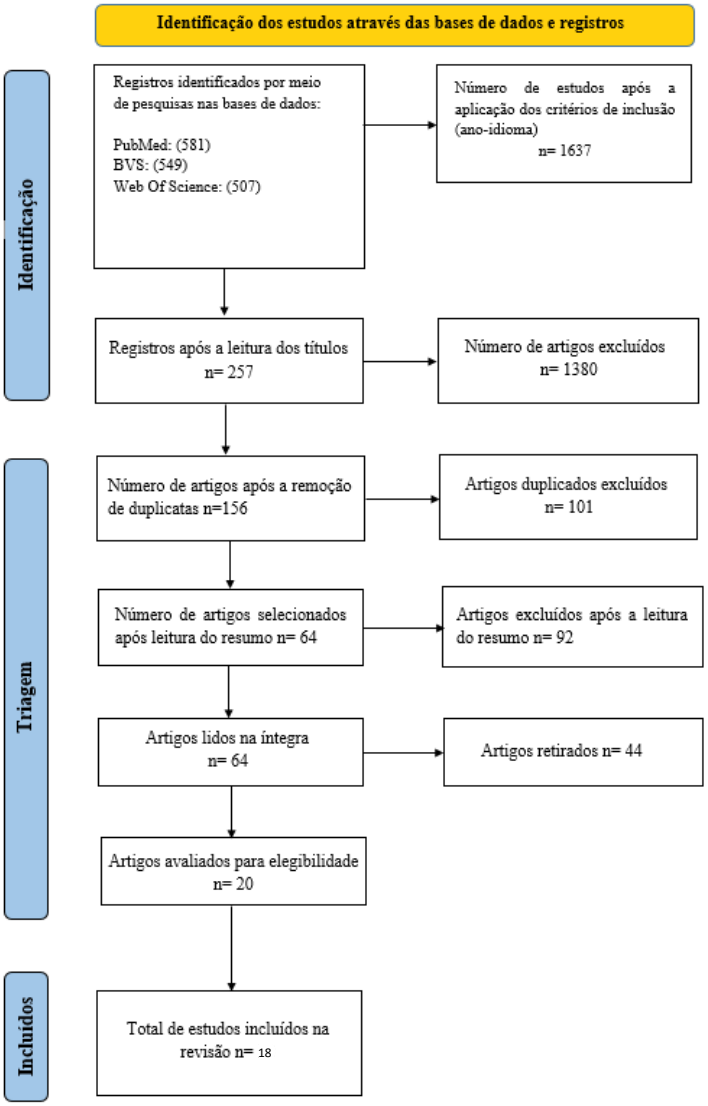
		com navegação dinâmica.	implantes. Não houve diferença significativa de precisão entre implantes retos (TI) e cônicos (SI). A classe I da posição sagital da raiz apresentou tendência a maiores erros em implantes retos. Os valores de estabilidade (ISQ) foram semelhantes entre os grupos, e a maioria dos implantes atingiu torque de inserção considerado aceitável (> 15 Ncm).	de implantes, tanto em implantes cônicos quanto retos.
Rues et al., 2021 Alemanha	Estudo experimental	Identificar o impacto da qualidade e quantidade óssea no local da implantação sobre a estabilidade primária do implante em uma simulação de posicionamento bicortical.	Os principais achados foram que a estabilidade primária do implante não dependeu da espessura óssea total, mas tendeu a aumentar com o aumento da densidade mineral óssea ou da espessura óssea cortical total.	Dentro das limitações deste estudo, pode-se concluir que a espessura óssea total não é um indicador confiável da estabilidade primária do implante, que parece aumentar com o aumento da DMO e da espessura óssea cortical total. Para nossas amostras, a estabilidade primária ideal foi observada para DMO > 1,0 g/cm³ e espessura óssea cortical total > 2,0 mm.
Cho et al., 2025 Coreia do Sul	Estudo prospectivo longitudinal (1 ano)	A viabilidade de implantes dentários em pacientes com osteoporose permanece controversa, com estudos prospectivos limitados sobre alterações quantitativas na	Alterações nos marcadores de remodelação óssea influenciaram diretamente a estabilidade e a resposta biológica ao implante.	Fatores sistêmicos hormonais e metabólicos desempenham papel relevante na manutenção da osseointegração e estabilidade tardia.

		densidade mineral óssea (DMO) e marcadores de remodelação óssea (MRO). Este estudo avaliou a sobrevivência do implante e os resultados clínicos, além de analisar as alterações sistêmicas durante um ano de tratamento com implantes.		
Bhairammanavar et al., 2025 Índia	In vitro	Este estudo in vitro teve como objetivo avaliar a influência da angulação do implante na estabilidade biomecânica de implantes dentários em condições laboratoriais controladas.	Os resultados demonstraram que o aumento da angulação esteve associado à redução do torque de inserção, dos valores de estabilidade do implante (ISQ) e da resistência à carga até a falha. Os implantes sem angulação apresentaram os maiores índices de estabilidade e resistência, enquanto os implantes com 30° exibiram os menores valores, indicando que maiores angulações podem comprometer a estabilidade mecânica do sistema implantar.	Este estudo destaca o impacto significativo da angulação do implante na estabilidade biomecânica, evidenciado pela redução do torque de inserção, dos valores de ISQ e da carga até a falha. Recomenda-se que os clínicos priorizem a colocação axial do implante para maximizar a estabilidade e o sucesso a longo prazo.
Ma et al., 2023 China	Estudo experimental laboratorial (in vitro)	Avaliar o comportamento biomecânico e a estabilidade mecânica de pilares de zircônia angulados utilizados em coroas unitárias sobre implantes de diâmetro reduzido, simulando	O estudo demonstrou que a angulação dos pilares de zircônia influencia diretamente a distribuição de tensões no sistema implante–pilar, sendo observado um aumento da	Os implantes dentários apresentam diferentes características de superfície que influenciam diretamente a osseointegração e a estabilidade do tratamento. A

		condições de carga funcional na região anterior superior.	concentração de estresse nas estruturas protéticas à medida que a angulação dos pilares se torna mais acentuada. Em implantes de diâmetro reduzido, esse efeito foi ainda mais evidente, indicando maior susceptibilidade biomecânica do conjunto sob condições de carga funcional simulada. Os resultados sugerem que a utilização de pilares angulados pode comprometer a estabilidade mecânica global da reabilitação, especialmente em situações de maior exigência mastigatória. Dessa forma, o estudo evidencia que a geometria do pilar e o diâmetro do implante são fatores determinantes para o comportamento biomecânico do sistema.	rugosidade superficial favorece a ancoragem mecânica e a fixação primária ao osso, enquanto a análise de frequência de ressonância (RFA), por meio do valor ISQ, permite avaliar a estabilidade do implante e a integridade da interface osso-implante. Assim, a seleção e o posicionamento dos implantes exigem conhecimento adequado da topografia de superfície para otimizar os resultados clínicos.

Fonte: Autoria própria

Figura 1. Fluxograma PRISMA (2020) adaptado.



Fonte: Autoria própria

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estabilidade primária dos implantes dentários é considerada um fator essencial para o sucesso da osseointegração, sendo influenciada pelo desenho do implante, características de superfície, técnica cirúrgica, densidade óssea e volume ósseo disponível (Nascimento et al., 2024). Nesse contexto, a qualidade óssea tem demonstrado maior influência sobre a estabilidade inicial do que a espessura óssea isoladamente. Rues et al. (2021) observaram que a estabilidade primária aumenta com o aumento da densidade mineral óssea (DMO) e da espessura óssea cortical total, sendo os melhores resultados encontrados em amostras com DMO superior a 1,0 g/cm³ e espessura cortical superior a 2,0 mm.

Da mesma forma, Romasco et al. (2024) verificaram que o comprimento do implante influencia parâmetros relacionados à estabilidade primária, especialmente os valores de torque de inserção (IT) e torque de retirada (RT), principalmente em substratos que simulam ossos de maior densidade. Em contrapartida, os valores do quociente de estabilidade do implante (ISQ) sofreram pouca influência do comprimento, exceto em condições de menor densidade óssea, nas quais implantes mais longos apresentaram maior estabilidade.

Além dos fatores ósseos, as características geométricas dos implantes também exercem influência significativa. Nascimento et al. (2024) demonstraram que implantes cônicos e com diferentes perfis de rosca apresentam variações nos valores de torque de inserção e deformação óssea, destacando melhor desempenho biomecânico para implantes com perfil de rosca triangular, superfície tratada com ácido e corpo cilíndrico, sem exceder limites considerados prejudiciais ao tecido ósseo.

Por outro lado, Wei et al. (2022) demonstraram que elevados níveis de estabilidade primária podem ser alcançados tanto com implantes cônicos quanto retos instalados em alvéolos pós-extração, desde que associados a sistemas de navegação dinâmica, evidenciando a importância do planejamento digital e da precisão cirúrgica para otimizar os resultados clínicos.

Por sua vez, o estudo de Lima et al. (2026) avaliou o desempenho da técnica de osseodensificação associada a dois sistemas distintos de brocas: o kit de referência amplamente utilizado na literatura (Densah®/Versah) e um sistema de fabricação nacional (Bone Reamer Drills®/WF). Os autores observaram que ambos os protocolos promoveram aumento da estabilidade primária dos implantes instalados em osso tipo IV, sem elevação significativa da temperatura durante a instrumentação, o que sugere a manutenção da viabilidade óssea quando a irrigação adequada é empregada. Além disso, o desgaste das brocas foi considerado mínimo, enquanto a análise por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) evidenciou compactação óssea na interface osso-implante, indicando aumento da densidade local do leito implantar. Esses achados reforçam a hipótese de que a osseodensificação pode otimizar as condições biomecânicas iniciais para a obtenção da estabilidade primária, especialmente em regiões de baixa densidade óssea. Dessa forma, os resultados apontam para o potencial clínico da técnica como estratégia para melhorar o travamento mecânico inicial dos implantes. Entretanto, os próprios autores ressaltam a necessidade de estudos clínicos adicionais que investiguem seu desempenho em longo prazo, bem como a influência de fatores relacionados à irrigação, aos protocolos de limpeza e aos processos de esterilização das brocas sobre os resultados obtidos.

Segundo o estudo realizado por Politi et al. (2025), a osseodensificação é uma técnica que utiliza as brocas Densah em rotação horária e anti-horária, sendo que este

último movimento promove a compactação óssea e a formação de um autoenxerto, depositado nas paredes da osteotomia com o objetivo de aumentar a densidade óssea ao redor do implante. Entretanto, no ensaio clínico randomizado conduzido pelos mesmos autores, observou-se que, após três meses (T2), a osseodensificação não proporcionou maior estabilidade secundária quando comparada à técnica convencional de preparo do leito implantar; além disso, após seis semanas (T3), essa diferença de estabilidade deixou de ser significativa.

Outro estudo de Sansupakorn et al. (2024) investigou a influência da técnica de elevação interna do assoalho do seio maxilar por osteótomos (OSFE), associada ou não ao enxerto de fosfato bicálcico (BCP), sobre a estabilidade dos implantes e os desfechos clínicos. Os autores destacam que a OSFE é uma abordagem mais conservadora e menos invasiva quando comparada à técnica da janela lateral, apresentando menores índices de perfuração da membrana sinusal. No entanto, os resultados demonstraram que a utilização do material enxertante não proporcionou benefícios adicionais em relação à estabilidade dos implantes, taxa de sobrevivência ou resultados radiográficos após um ano de acompanhamento. Dessa forma, o estudo sugere que a técnica cirúrgica de elevação transcrestal do seio maxilar, mesmo sem o uso de enxerto, pode promover resultados clínicos previsíveis quando adequadamente indicada e executada.

Além disso, outros aspectos biomecânicos permanecem entre os principais determinantes para o sucesso clínico e a longevidade dos implantes osseointegrados. Bhairammanavar et al. (2025) observaram que o aumento da angulação de instalação do implante promoveu redução do torque de inserção, dos valores de estabilidade medidos pelo quociente de estabilidade do implante (ISQ) e da resistência à carga, indicando comprometimento do desempenho mecânico conforme ocorre maior desvio angular. Esses achados sugerem que alterações no posicionamento podem impactar negativamente a estabilidade inicial e a capacidade de dissipação das forças aplicadas ao conjunto implantar.

Corroborando com esses resultados, Ma et al. (2023) demonstraram que a utilização de pilares angulados modificou o comportamento mecânico do sistema implante-prótese, promovendo maior concentração de tensões em regiões específicas do conjunto restaurador, especialmente nas áreas de menor espessura estrutural. Os autores verificaram que maiores angulações estiveram associadas à redução da resistência à fratura em determinadas condições experimentais e ao aumento do momento de flexão, evidenciando que a correção protética da inclinação do implante interfere diretamente na distribuição das cargas.

Adicionalmente, Nascimento et al. (2024) evidenciaram que fatores relacionados ao desenho do implante, especialmente a geometria corporal e o tipo de rosca, influenciam diretamente a distribuição das tensões transmitidas ao tecido ósseo adjacente. Segundo os autores, modificações estruturais adequadas podem favorecer comportamento biomecânico mais equilibrado, reduzindo concentrações localizadas de tensão e contribuindo para melhor desempenho mecânico e manutenção da estabilidade peri-implantar.

Outro fator importante principalmente para a estabilidade tardia são as propriedades da superfície do implante, que influenciam diretamente na interação, orientação, migração, crescimento e diferenciação das células aderentes, segundo Gil et al. (2022). Atualmente, o titânio puro ou liga de titânio são considerados padrão ouro

na implantodontia, isto em razão da sua biocompatibilidade e altas taxas de sucesso (Atalay et al. 2026).

As taxas de sucesso com implantes em titânio podem ser ampliadas através de tratamentos de superfície, como o jateamento com óxido de alumínio (Al_2O_3). Estudos histológicos evidenciaram que o jateamento residual de óxido de alumínio favorece a osseointegração em implantes de titânio, aumenta a rugosidade e diminui a molhabilidade e energia de superfície total do implante, o que ao final, aumenta a reatividade. A rugosidade de superfície influencia significativamente a adesão, proliferação e diferenciação dos osteoblastos, sendo assim outras técnicas além do jateamento, como o processamento por aspersão térmica (TPS) têm sido utilizadas para rugosificar as superfícies dos implantes (Gil et al. 2022).

Outra opção além dos implantes em titânio, são aqueles em zircônia, que além de possuírem boa biocompatibilidade, também dispõem da vantagem estética devido à semelhança com a coloração do dente e menor acúmulo de placa bacteriana. No entanto, os implantes em titânio apresentam maiores taxas de sucesso a longo prazo (Atalay et al. 2026)

Além dos biomateriais, o formato dos pilares também exerce certo impacto na longevidade dos implantes, a nível marginal. Segundo Naya et al. (2025), pilares côncavos apresentam uma menor perda óssea marginal em comparação aos pilares retos. Naya et al. (2025) ainda afirma que os pilares cônicos aumentam a altura do tecido peri-implantar em comparação a pilares retos em fenótipos de tecido espesso, melhorando o selamento do tecido mole, promovendo uma maior porcentagem de fibras de colágeno orientadas transversalmente, minimizando a exsudação inflamatória crônica envolvendo células T e B, e diminuindo o risco de inflamação crônica. Todas estas condições do tecido mole peri-implantar podem influenciar a perda óssea marginal.

Condições sistêmicas também podem influenciar o sucesso da terapia com implantes. Em um estudo realizado por Masri et al. (2025), observou-se que pacientes hipertensos que não utilizavam medicação anti-hipertensiva apresentaram maior probabilidade de desenvolver falha precoce de implantes (FPI), com taxa de 28,6%, enquanto aqueles em uso dessas medicações apresentaram uma taxa significativamente menor de FPI (9,7%) quando comparados aos indivíduos normotensos (14,5%). Segundo os autores, esses resultados podem ser atribuídos aos efeitos benéficos dos anti-hipertensivos sobre o metabolismo ósseo, uma vez que essas drogas favorecem a formação, o remodelamento e a cicatrização óssea. Dessa forma, além de reduzirem os efeitos deletérios da hipertensão sobre o tecido ósseo, os anti-hipertensivos podem exercer ação direta na melhoria da qualidade óssea, favorecendo a osseointegração e contribuindo para menores índices de falha precoce dos implantes.

Em outro estudo realizado por Schuster et al. (2024), que avaliou a osseointegração de implantes com superfícies hidrofílica (Acqua®) e hidrofóbica (Neoporos®) em ratos com diabetes mellitus tipo 1 induzido por estreptozotocina, observou-se que a condição diabética comprometeu significativamente a neoformação óssea e a osseointegração ao longo do período de cicatrização. Os autores verificaram reduções significativas nos valores de contato osso-implante (BIC) e de fração de área óssea ocupada (BAFO) após 28 dias, demonstrando que a hiperglicemia exerce efeitos deletérios sobre o metabolismo ósseo e a formação de tecido ósseo ao redor dos implantes. Embora a superfície hidrofílica tenha promovido maior contato osso-implante nos estágios iniciais da cicatrização, especialmente após sete dias, esse

benefício não foi suficiente para neutralizar os efeitos negativos persistentes do diabetes em períodos mais prolongados.

Cho et al. (2025), em um estudo prospectivo com mulheres pós-menopáusicas reabilitadas com implantes dentários, observaram que a osteoporose não exerceu impacto negativo significativo sobre a osseointegração ou o sucesso clínico dos implantes após um ano de acompanhamento. Os autores verificaram baixa perda óssea marginal e elevados índices de estabilidade dos implantes, sem diferenças significativas entre pacientes com maior ou menor densidade mineral óssea. Esses resultados sugerem que a osteoporose, quando adequadamente controlada e monitorada, não compromete significativamente a formação óssea peri-implantar nem o sucesso da terapia com implantes dentários.

Além disso, o estudo retrospectivo de Wüster et al. (2025) avaliou a sobrevivência de implantes dentários em longo prazo após reconstruções maxilomandibulares com retalho livre de fíbula, com ênfase no impacto da radioterapia. Os autores observaram uma taxa cumulativa de sobrevivência dos implantes de 91,8% após cinco anos; entretanto, a radioterapia adjuvante realizada após a reconstrução exerceu influência negativa significativa sobre os resultados. Pacientes submetidos à irradiação após o enxerto apresentaram taxa de sobrevivência de apenas 73,8% em cinco anos, enquanto aqueles não irradiados ou irradiados previamente à reconstrução apresentaram taxas superiores a 94%. Ademais, os implantes instalados em retalhos de fíbula irradiados exibiram maior perda óssea peri-implantar ao longo do acompanhamento, sugerindo que as alterações induzidas pela radiação, como redução da vascularização, da atividade celular e da capacidade de remodelação óssea, podem comprometer a osseointegração e a manutenção dos tecidos peri-implantares. Dessa forma, os achados reforçam que a radioterapia constitui um importante fator de risco para o sucesso da terapia com implantes em pacientes submetidos à reconstrução óssea dos maxilares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão integrativa da literatura permite concluir que a estabilidade primária e tardia dos implantes dentários representa um processo multifatorial e determinante para o sucesso clínico da terapia implantossuportada. As evidências analisadas demonstraram que a obtenção e manutenção da estabilidade implantar dependem da interação entre mecanismos biológicos relacionados à osseointegração e fatores locais, sistêmicos, mecânicos e cirúrgicos que influenciam o comportamento do tecido peri-implantar ao longo do tempo.

Além disso, observou-se que características individuais do paciente, condições ósseas, propriedades do implante, protocolo cirúrgico e aspectos protéticos podem interferir diretamente na previsibilidade clínica e nas taxas de sobrevivência dos implantes. Da mesma forma, métodos de acompanhamento e mensuração da estabilidade apresentam papel relevante no monitoramento da resposta biológica e na tomada de decisão clínica durante as diferentes fases do tratamento.

Contudo, embora os avanços tecnológicos e científicos tenham ampliado o entendimento sobre os fatores envolvidos na estabilidade implantar, ainda existem limitações relacionadas à heterogeneidade metodológica dos estudos e à necessidade de acompanhamento em longo prazo. Dessa forma, tornam-se necessárias novas

pesquisas clínicas com protocolos padronizados para ampliar o nível de evidência e contribuir para o desenvolvimento de abordagens cada vez mais seguras, previsíveis e duradouras na Implantodontia.

REFERÊNCIAS

RUES, Stefan.; et al. Efeito da qualidade e quantidade óssea na estabilidade primária de implantes dentários em uma simulação de colocação bicortical. Clinical Oral Investigations, [s.l.], v. 25, n. 3, p. 1265–1272, jan. 2021.

WEI, S.-M.; et al. Accuracy and primary stability of tapered or straight implants placed into fresh extraction socket using dynamic navigation: a randomized controlled clinical trial. Clinical Oral Investigations, Cham, v. 26, n. 3, p. 2733-2741, mar. 2021.

NASCIMENTO, L.R.X.C; TORELLY, G.M.; ELIAS, C.N. Measurement of bone deformation and insertion torque during dental implant installation. Oral and Maxillofacial Surgery, Heidelberg, v. 29, n. 1, p. 19-19, dez. 2024.

RODRIGUEZ-MOLINERO, J.; PRADOS-PRIVADO, M. Time-resolved prediction of dental implant biomechanics through integration of finite element analysis, osseointegration dynamics, and deep learning. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials.Reino Unido, v. 175, mar. 2026.

GIL, J.; et al. Benefits of Residual Aluminum Oxide for Sand Blasting Titanium Dental Implants: Osseointegration and Bactericidal Effects. Materials, Basel, v. 15, n. 1, p. 178, jan. 2022.

SOUZA, M.T; SILVA, M.D; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, jan./mar. 2010.

ROMASCO, T. The influence of truncated-conical implant length on primary stability in maxillary and mandibular regions: an in vitro study using polyurethane blocks. Clin Oral Invest. Alemanha, v. 28, n. 28, dez. 2024.

DE LIMA, R. R.; et al. Analysis of osseodensification with two drill systems versus conventional technique for dental implants: a paired comparative ex vivo study. PLOS ONE, San Francisco, v. 21, n. 1, jan. 2026.

POLITI, I.; et al. The effect of osseodensification on implant stability and marginal bone levels: a randomized control clinical trial. Clinical and Experimental Dental Research, Dublin, v. 11, n. e70126, p. 1–12, mar. 2025.

SANSUPAKORN, A., KHONGKHUNTHIAN, P. Implant stability and clinical outcome between implant placement using internal sinus floor elevation with alloplastic bone material grafting and without grafting: A 1-year randomized clinical trial. Clin Oral Invest. Alemanha, v. **28**, n. 342, maio. 2024.

BHAIRAMMANAVAR, Vinay KM; et al. Estudo in vitro sobre a influência da angulação de colocação do implante na estabilidade biomecânica. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, [s.l.], v. 17, n. 0, p. S1405–S1407, jul. 2025.

MA, R.; et al. Mechanical stability of angulated zirconia abutments supporting maxillary anterior single crowns on narrow-diameter implants. Clinical Oral Investigations, Berlin, v. 27, n. 1, p. 221-233, jan. 2023.

ATALAY, B. Assessment of mid-term success in various types of zirconia implants: a retrospective clinical analysis. Clin Oral Invest. Alemanha, v. 30, n. 59, jan. 2026.
NAYA, F. S.; et al. Influence of Abutment Shape on Implant Marginal Bone Remodeling: A Double-Blind, Randomized 24-Month Clinical Study. Clinical Oral Implants Research, Copenhagen, v. 37, n. 4, p. 402-412, abr. 2026.
MASRI, D.; et al. Early implant failure in patients using antihypertensive medications: a retrospective cohort study. International Dental Journal, Londres, v. 75, n. 2, p. 1081-1087, abr. 2025.
SCHUSTER, A. J.; et al. Histomorphometric analysis of implant osseointegration using hydrophilic implants in diabetic rats. Clinical Oral Investigations, Berlim, v. 25, n. 10, p. 5867-5878, out. 2021.
CHO, J. M.; et al. Clinical outcomes and bone marker changes in postmenopausal women with dental implants: a one-year prospective study. International Journal of Implant Dentistry, Heidelberg, v. 11, n. 1, art. 41, maio 2025.
WÜSTER, J.; et al. Long term dental implant survival and bone level changes with special emphasis on radiation therapy after free fibula flap reconstruction: a retrospective study. Clinical Oral Investigations, Berlim, v. 29, n. 12, art. 559, nov. 2025.