

## A INFLUÊNCIA DO SUPERAQUECIMENTO ÓSSEO NO INSUCESSO EM IMPLANTES DENTÁRIOS - REVISÃO DE LITERATURA

### Ana Regina da Silva Souza

Graduanda em Odontologia - Soberana - Faculdade de Saúde de Petrolina.

<https://lattes.cnpq.br/6597468513836210>

<https://orcid.org/0009-0004-0036-4864>

E-mail: [anareginassouza08@gmail.com](mailto:anareginassouza08@gmail.com)

### Daniela Costa

Graduanda em Odontologia - Soberana - Faculdade de Saúde de Petrolina.

<https://orcid.org/0009-0007-1772-8494>

E-mail: [danielaradiologia30@gmail.com](mailto:danielaradiologia30@gmail.com)

### Carlos Gleidson da Silva Sampaio Filho

Docente do colegiado de Odontologia - Soberana - Faculdade de Saúde de Petrolina.

<https://orcid.org/0000-0002-5410-6500>

E-mail: [carlosfilho.sampaio@gmail.com](mailto:carlosfilho.sampaio@gmail.com)

### Malvina de Souza Pereira

Docente - Soberana - Faculdade de Saúde de Petrolina.

<https://orcid.org/0000-0002-8480-8714>

<http://lattes.cnpq.br/5426563810942582>

E-mail: [malvinasouza@gmail.com](mailto:malvinasouza@gmail.com)

DOI-Geral: <http://dx.doi.org/10.47538/RA-2023.V2N4>

DOI-Individual: <http://dx.doi.org/10.47538/RA-2023.V2N4-66>

**RESUMO:** Introdução: Nos últimos 20 anos, houve aumento significativo nos implantes dentários, impulsionados por avanços, como a osseointegração de Branemark. Apesar das inovações, desafios persistem, como o superaquecimento ósseo, que pode afetar a osseointegração. O controle adequado durante a perfuração é crucial. Apesar da sua importância, o superaquecimento ósseo é pouco abordado na literatura. Objetivo: O estudo teve como objetivo investigar a influência do superaquecimento nos insucessos de implantes dentários, com a hipótese de que essa condição pode desencadear falhas durante a osseointegração. Metodologia: Foi realizada uma revisão integrativa da literatura para investigar a influência do superaquecimento ósseo no insucesso de implantes dentários. Foram analisados 46 estudos, publicados em inglês e português, selecionados de um total de 372 após busca eletrônica em bases como PubMed, LILACS e BVS-BIREME, no período de 2016 a 2023. Discussão: O superaquecimento em implantes dentários pode causar complicações, comprometendo a estabilidade. Fatores influentes incluem diâmetro da broca e sistema de resfriamento. Medidas preventivas essenciais são a escolha cuidadosa de brocas e a aplicação de revestimentos resistentes ao desgaste. A eficácia da perfuração destaca a necessidade de aprimoramentos técnicos. Considerações Finais: O superaquecimento em cirurgias de implantes dentários pode prejudicar o sucesso dos tratamentos reabilitadores. A relação entre temperatura elevada, necrose óssea e impacto na osseointegração destaca a necessidade crítica de controle térmico para resultados duradouros. A aplicação de medidas preventivas é crucial na prática clínica para reduzir os riscos do superaquecimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Osseointegração. Implantes Dentários. Osteotomia.

## THE INFLUENCE OF BONE OVERHEATING ON FAILURE IN DENTAL IMPLANTS - LITERATURE REVIEW

**ABSTRACT:** Introduction: Over the past 20 years, there has been a significant increase in dental implant procedures driven by advances such as Branemark's osseointegration. Despite innovations, challenges persist, notably bone overheating, which can impact osseointegration. Adequate control during drilling is crucial. Despite its importance, bone overheating is rarely addressed in the literature. Objective: The study aimed to investigate the influence of bone overheating on dental implant failures, hypothesizing that this condition may trigger setbacks during osseointegration. Methodology: An integrative literature review was conducted to investigate the influence of bone overheating on the failure of dental implants. Forty-six studies, published in English and Portuguese, were analyzed from a total of 372 identified through electronic searches on databases such as PubMed, LILACS, and BVS-BIREME, covering the period from 2016 to 2023. Discussion: Overheating in dental implants can lead to complications, compromising stability. Influential factors include drill diameter and cooling system. Essential preventive measures include careful drill selection and the application of wear-resistant coatings. The effectiveness of drilling underscores the need for technical improvements. Final Considerations: Overheating in dental implant surgeries can impede the success of rehabilitative treatments. The correlation between high temperature, bone necrosis, and the impact on osseointegration emphasizes the critical need for thermal control for lasting results. The implementation of preventive measures is crucial in clinical practice to mitigate the risks of overheating.

**KEYWORDS:** Osseointegration. Dental Implants. Osteotomy.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos, observou-se um aumento significativo nos procedimentos de implante dentário, impulsionado por avanços resultantes de pesquisas em odontologia. A cirurgia de implante dentário surgiu como um procedimento vantajoso para a substituição de dentes perdidos, destacando-se como uma contribuição significativa no campo odontológico.<sup>1</sup> Os implantes dentários surgem como uma solução vital na substituição de dentes perdidos, oferecendo não apenas benefícios estéticos, mas também melhorias funcionais que impactam diretamente o bem-estar do paciente.<sup>2</sup>

A reabilitação com implantes é amplamente possível graças às contribuições pioneiras de Per-Invar Branemark. Sua descoberta e desenvolvimento do conceito de osseointegração forneceram uma base sólida para a fixação bem-sucedida de implantes dentários ao tecido ósseo, revolucionando a odontologia e possibilitando eficazmente a substituição de dentes perdidos.<sup>3</sup>

Contudo, mesmo diante das inovações cirúrgicas e tecnológicas, desafios persistentes, como o superaquecimento ósseo, continuam a ser motivo de preocupações na prática clínica.<sup>4,5</sup> Esse fenômeno, caracterizado pelo aumento da temperatura do osso além do limite crítico de 47°C por 1 minuto, revela-se como um potencial influenciador no processo de osseointegração.<sup>6</sup>

As consequências do superaquecimento ósseo abrangem danos celulares, alterações na estrutura óssea, liberação de mediadores celulares e ao estabelecimento de uma zona de necrose, com a presença de tecido fibroso entre o implante e osso. O controle adequado dos fatores que contribuem para o aumento da temperatura durante a perfuração dos implantes dentários torna-se essencial para otimizar as taxas de sucesso do procedimento.<sup>7,8</sup>

Apesar de sua importância, o superaquecimento ósseo raramente recebe a devida atenção na literatura especializada. No entanto, compreender esse fenômeno, por vezes negligenciado, não apenas auxilia na prevenção de falhas, mas também aprimora a eficácia global no campo da implantodontia. Nesse contexto, surge-se a necessidade de uma investigação para compreender como o superaquecimento ósseo pode impactar o sucesso dos implantes dentários.

Assim, o presente estudo propôs-se a investigar, por meio de uma revisão da literatura, a influência do superaquecimento ósseo nos insucessos de implantes dentários. A hipótese do trabalho foi de que falhas recorrentes durante o processo de osseointegração poderiam ser desencadeadas pelo superaquecimento ósseo durante o preparo cirúrgico.

## **METODOLOGIA**

### **ESTRATÉGIA DE BUSCA**

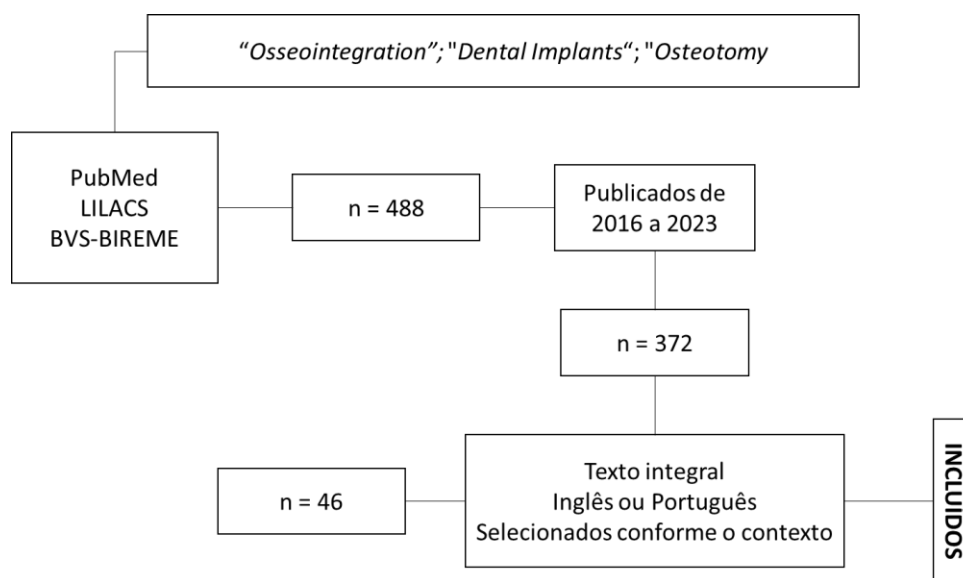
Uma revisão integrativa da literatura foi conduzida, com abordagem descritiva e exploratória, com base na investigação da influência do superaquecimento ósseo no insucesso de implantes dentários. A busca eletrônica foi realizada nas bases de dados PubMed, LILACS e BVS-BIREME, a partir dos descritores: "Osseointegração

(*Osseointegration*)", "Implantes Dentários (*Dental Implants*)" e "Osteotomia (*Osteotomy*)".

## ESTRATÉGIA DE SELEÇÃO

A pesquisa eletrônica inicial resultou em 488 trabalhos, dos quais 372 foram selecionados para análise, após a delimitação do período de busca nos últimos 8 anos. Dentro desse conjunto, 46 estudos, publicados na língua inglesa e portuguesa, abordavam o tema eleito. Os artigos científicos que não se embasavam no contexto abordado foram excluídos, bem como os de não disponibilidade integral. A delimitação temporal foi estabelecida entre os anos 2016 a 2023 (Figura 1).

Figura 1 – Estratégia de seleção dos artigos científicos.



Fonte: Autoria própria (2023).

## REVISÃO DE LITERATURA

### IMPLANTODONTIA

#### *Introdução história*

No ano de 1952, na Universidade de Lund, Suécia, o Dr. Per Ingvar Brånemark e sua equipe, realizaram uma experiência notável ao implantar microcâmeras de titânio na tíbia de coelhos e, o que começou como uma pesquisa acidental, tornou-se o catalisador

de uma revolução na odontologia.<sup>9</sup> A descoberta surpreendente de que o titânio podia integrar-se ao tecido ósseo vivo sem causar efeitos adversos marcou um momento transformador. Essa observação inesperada estabeleceu um novo paradigma na reabilitação oral, inaugurando a era da osseointegração e abrindo caminho para avanços significativos na substituição de dentes perdidos.<sup>10</sup>

### *Osseointegração*

A osseointegração é caracterizada por uma conexão direta entre o osso e o implante, sem a presença de camadas de tecidos moles intermediárias. Essa integração direta contribui para a estabilidade e a eficácia a longo prazo dos implantes, proporcionando uma base sólida e biomecanicamente resistente.<sup>11</sup>

## **PROCESSO BIOLÓGICO DA OSSEOINTEGRAÇÃO**

O processo dinâmico da osseointegração tem início com a inserção do implante, desencadeando uma sequência complexa de eventos biológicos. Após a colocação cirúrgica dos implantes, inicia-se a hemostasia celular, seguida pela formação de um coágulo sanguíneo contendo fibrina.<sup>12</sup> Esse processo é o catalisador da regeneração óssea, que ocorre por meio da osteogênese. Essa regeneração pode se dar de duas formas: osteogênese de contato, na qual osteoblastos se posicionam na superfície do implante, e osteogênese à distância, na qual esses osteoblastos migram em direção à cavidade do implante. A cicatrização óssea abrange a formação de osso trabecular e cortical, culminando na completa remodelação óssea.<sup>13</sup>

## **INFLUÊNCIA DA TOPOGRAFIA DA SUPERFÍCIE**

A topografia da superfície do implante desempenha um papel significativo nesse processo. Superfícies com características microscópicas e nanométricas destacam-se por influenciar a eficácia e a velocidade da osseointegração.<sup>14</sup> A busca constante por resultados aprimorados reflete-se na otimização da superfície de implantes de titânio, com

avanços em tratamentos de superfície que reduzem o tempo de cicatrização e permitem carga antecipada.<sup>15</sup>

A nanotecnologia, em particular, contribui significativamente para a melhoria do prognóstico dos implantes. Diante da diversidade de superfícies disponíveis, a constante atualização dos cirurgiões-dentistas é essencial diante das inovações, como a aplicação da nanotecnologia na implantodontia.<sup>14</sup>

## **IMPACTOS PSICOSSOCIAIS DA OSSEOINTEGRAÇÃO**

Além dos benefícios funcionais e estéticos, a osseointegração impacta significativamente a saúde geral e qualidade de vida dos pacientes com dentes perdidos. Estudos indicam melhorias na autoestima e interação social, destacando a importância desse processo para o bem-estar psicossocial.<sup>16</sup>

Contudo, apesar da transformação que os implantes dentários trouxeram à odontologia contemporânea, sua eficácia demanda uma avaliação criteriosa das condições sistêmicas e um planejamento cirúrgico-protético é preciso para garantir previsibilidade a curto, médio e longo prazo. Essa abordagem integral é essencial para assegurar resultados duradouros e bem-sucedidos.

## **RISCOS E FALHAS DO IMPLANTE DENTÁRIO**

Apesar dos avanços recentes, as complicações e falhas em implantes dentários continuam a ser um desafio a ser enfrentado. O sucesso do tratamento envolve processos biológicos de cicatrização e integração, influenciados por fatores locais e sistêmicos que aumentam o risco de complicações e insucessos do implante.<sup>17</sup>

## **DIABETES MELLITUS (DM)**

O DM compreende um grupo de doenças metabólicas com elevados níveis de glicose no sangue, resultantes de problemas na produção ou eficácia da insulina.<sup>18</sup> O impacto do diabetes na osseointegração inclui prejuízos na função leucocitária e na

cicatrização, aumentando o risco de infecções. O tratamento envolve antibióticos e clorexidina 0,12% pós-cirurgia. Apesar dos desafios, não há contraindicação absoluta para implantes em pacientes diabéticos, contanto que mantenham níveis controlados de glicose durante a osseointegração.<sup>19</sup>

## DOENÇAS PERIODONTAIS

O acúmulo de placa bacteriana é um precursor de condições como gengivite, periodontite e peri-implantite, esta última caracterizada pela inflamação ao redor de implantes dentários, podendo resultar em perda óssea peri-implantar e comprometimento da osseointegração.<sup>8,20</sup> A prevenção da peri-implantite é crucial, destacando a importância da terapia de suporte regular. A abordagem preferencial é a terapia mecânica não cirúrgica, complementada pela eficácia limitada dos antibióticos. O tratamento é aprimorado com o uso de laser para remover biofilmes para suavizar a superfície do implante. Apesar dessas intervenções, alcançar a regeneração total após tratamentos regenerativos continua sendo um desafio persistente. O manejo complexo da peri-implantite exige adaptação constante para otimizar os resultados na atenção aos implantes dentários.<sup>21</sup>

## OSTEOPOROSE

A falha da osseointegração em pacientes osteoporóticos resulta da redução da massa e densidade óssea, tornando os ossos mais frágeis. É importante destacar que a osteoporose não necessariamente afeta os ossos maxilares e mandibulares quando diagnosticada em uma região específica do esqueleto.<sup>17</sup>

## BIFOSFONATOS

Os bisfosfonatos, em alta concentração no osso circundante, podem prejudicar a remodelação óssea, aumentando o risco de necrose ao redor do implante. Essa interferência na dinâmica óssea compromete a osseointegração, tornando pacientes em terapia com bisfosfonatos mais propensos a desafios na integração efetiva do implante

dentário ao osso adjacente.<sup>22</sup> Para evitar falhas, é fundamental que profissionais recebam treinamento adequado em diagnóstico, planejamento de tratamento e habilidades cirúrgicas. A prevenção de problemas demanda expertise em diagnóstico, planejamento e habilidades cirúrgicas. Cirurgiões inexperientes enfrentam o dobro de chances de falhas, ressaltando a importância da experiência na prevenção de complicações.<sup>4,23</sup>

## TABAGISMO

O tabagismo é um fator de risco na osseointegração devido à nicotina, que induz vasoconstrição periférica, limitando o fornecimento de oxigênio. Essa restrição afeta a mobilidade de osteoblastos e fibroblastos, retardando a reparação alveolar, diminuindo a angiogênese e prejudicando a aplicabilidade de enxertos ósseos, resultando em uma cicatrização óssea mais prolongada.<sup>16,24</sup> O hábito de fumar também compromete a eficácia de tratamentos periodontais, sendo contraindicado para terapias avançadas, como reabilitação tecidual e implantes. Estudos indicam que, ao longo de dez anos, a perda óssea em fumantes é duas vezes mais rápida, mesmo com controle adequado da placa bacteriana.<sup>25</sup> A probabilidade de falha de implantes em fumantes é significativamente maior, destacando um aumento de 140,2% em comparação com não fumantes.<sup>26</sup>

## SUPERAQUECIMENTO ÓSSEO

Durante a cirurgia de implantes dentários, a aplicação excessiva de força durante a fresagem pode causar danos térmicos, comprometendo as células e os tecidos ao redor do leito ósseo. Essa condição desencadeia a liberação de mediadores celulares, estabelecendo uma zona de necrose com a presença de tecido fibroso entre o implante e o osso, potencialmente afetando a osseointegração e a estabilidade do implante. Essas complicações, especialmente o aumento de temperatura resultante do aumento da temperatura, são preocupações substanciais na fase cirúrgica.<sup>27,28</sup>

Durante procedimentos cirúrgicos, o superaquecimento tem sido identificado como um possível fator contribuinte para falhas em implantes dentários, especialmente nos primeiros 3 meses após a inserção. Estudos relatam que uma perda significativa de



5,8% dos implantes está correlacionada a complicações na osseointegração, onde a necrose óssea aparece como possível consequência quando o tecido é exposto a temperaturas superiores ao limiar crítico de 47°C por mais de 1 minuto, conforme pesquisa de Eriksson e Albrektsson.<sup>29,30</sup>

Estudos relatam ainda que em determinadas situações, o calor gerado durante a cirurgia pode ultrapassar os 70°C, apresentando potencial para causar danos irreversíveis na estrutura mecânica do osso, comprometendo a conexão do implante ao osso e, conseqüentemente, o sucesso do tratamento.<sup>24</sup> O superaquecimento durante procedimentos cirúrgicos desencadeia uma liberação significativa de substâncias inflamatórias e enzimas prejudiciais, comprometendo o ambiente propício à regeneração tecidual.<sup>31</sup>

A extensão da zona necrótica, proporcional à intensidade do calor gerado, revela-se como um indicador crítico dos efeitos deletérios. Isso inclui necrose hiperêmica, degeneração osteolítica e aumento da atividade osteoclástica, representando um desafio ao turnover ósseo e comprometendo a eficácia global do processo de cicatrização. A indução de necrose tecidual não apenas inibe a microcirculação óssea e compromete sua capacidade regenerativa, mas também representa uma ameaça à cicatrização primária e à osseointegração. Isso ocorre devido à diminuição da estabilidade inicial do implante, destacando a importância crítica do controle térmico para resultados clínicos bem-sucedidos.<sup>6</sup>

## FATORES INFLUENCIADORES NO SUPERAQUECIMENTO ÓSSEO

O superaquecimento ósseo durante a perfuração do leito receptor para a instalação do implante é uma preocupação significativa que pode afetar a osseointegração dos implantes dentários. Vários fatores estão envolvidos na ocorrência desse fenômeno.<sup>32</sup> A Tabela 2 resume os fatores influenciadores, impactos e medidas preventivas relacionados ao superaquecimento ósseo durante a perfuração para instalação de implantes dentários.

Tabela 1 – Fatores influenciadores do superaquecimento ósseo.

Fator Influenciador	Impacto	Medidas preventivas
<b>Diâmetro da Broca</b>	Maior diâmetro aumenta temperatura devido a mais contato e eficiência	Escolher brocas apropriadas; considerar tamanho
<b>Desgaste da Broca</b>	Desgaste eleva temperatura, comprometendo eficácia e risco para tecidos	Substituir regularmente; evitar uso prolongado
<b>Velocidade e Pressão</b>	Velocidade alta gera mais calor; pressão excessiva causa superaquecimento	Ajustar velocidade; controlar pressão durante perfuração
<b>Sistema de Resfriamento</b>	Falta de resfriamento leva a fibrose óssea e compromete osseointegração	Utilizar sistemas eficientes de resfriamento
<b>Características Ósseas</b>	Densidade óssea intensifica calor, especialmente em tipo D1	Considerar características para estratégias adaptadas
<b>Técnica Cirúrgica e Protocolos</b>	Elevação térmica e risco de falha do implante	Cautela na escolha do protocolo e controle térmico
<b>Falta de Irrigação</b>	Comprometimento da irrigação óssea	-
<b>Monitoramento Térmico</b>	Risco de necrose óssea e atraso na cicatrização	Implementação de métodos de medição da temperatura

Fonte: Autoria própria (2023).

## DIÂMETRO

O diâmetro maior da broca está diretamente ligado a temperaturas mais altas durante a perfuração, devido à maior área de contato e eficiência na remoção de calor. Essa relação evidencia a importância de considerar o tamanho da broca para controlar as condições térmicas de forma eficaz.<sup>33</sup> A escolha de brocas menores é uma estratégia que visa diminuir o atrito durante a perfuração, minimizando o risco de superaquecimento. Além disso, manter as brocas afiadas é fundamental para garantir um corte eficiente do osso<sup>33</sup>. No entanto, estudos recentes ressaltam que escolher brocas maiores pode trazer benefícios, pois reduz o calor durante a perfuração nos ossos, melhorando a saúde óssea.<sup>34,35</sup>

## DESGASTE DA BROCA

O uso prolongado de brocas desgastadas ou inadequadas tem sido identificado como um fator de risco significativo, aumentando o atrito durante a perfuração e elevando a temperatura. Pesquisas revelam que essa condição compromete não apenas o poder de corte das brocas, mas também representa um risco potencial para os tecidos ósseos, resultando em danos e instabilidade óssea.<sup>34,35</sup> A literatura também alerta para o fato de que perfurar com as arestas de corte da broca desgastadas pode causar danos estruturais e térmicos ao material cortado. Os cirurgiões perfuram o osso sem se preocupar com os resultados negativos da condição de perfuração.<sup>1</sup>

Brocas em condições ideais garantem uma perfuração mais controlada, reduzindo o desgaste e evitando danos aos tecidos ósseos. Estudos mostram que a aplicação de revestimentos duros e resistentes ao desgaste nas brocas é uma medida preventiva fundamental. Esses revestimentos não apenas aumentam a durabilidade do instrumento, mas também desempenham um papel significativo na redução da temperatura durante os procedimentos cirúrgicos. A superfície modificada das brocas é uma barreira efetiva contra o aumento excessivo de temperatura, garantindo a integridade do osso circundante.<sup>36</sup>

## VELOCIDADE DE PERFURAÇÃO E PRESSÃO EXERCIDA

A velocidade e pressão na perfuração para implantes dentários desempenham papéis significativos na geração de calor. Velocidades elevadas resultam em maior fricção, aumentando a temperatura.<sup>37</sup> A pressão exercida é determinante, com forças excessivas potencialmente causando superaquecimento, prejudicando a qualidade óssea, incluindo necrose e atraso na cicatrização.<sup>31</sup> Estudos indicam correlação inversa entre temperatura e forças de pressão; ou seja, pressões mais altas tendem a diminuir a temperatura e vice-versa.<sup>23</sup>

A escolha cuidadosa da velocidade, especialmente em áreas de osso denso, junto com irrigação adequada, é essencial. Adaptações precisas durante o procedimento diminuem riscos térmicos, promovendo a saúde óssea.<sup>38,39</sup> Nesse contexto, manter uma alta velocidade de perfuração, combinada com pressão manual controlada e irrigação

contínua, representa uma abordagem otimizada para reduzir o superaquecimento.<sup>38</sup> A velocidade da broca desempenha um papel significativo na geração de calor durante a perfuração do implante. No entanto, pesquisas recomendam-se uma velocidade entre 1000-2000 rpm para evitar a produção excessiva de calor no osso cortical.<sup>5</sup>

## SISTEMAS DE RESFRIAMENTO INEFICIENTES

A ausência de um sistema de resfriamento eficiente durante o procedimento cirúrgico foi reconhecida como um potencial fator de risco para o aumento de temperatura. A falta de resfriamento adequado pode resultar na formação de fibrose óssea, caracterizada como uma interface de tecido conjuntivo entre o osso e o implante. Esse fenômeno está diretamente associado à falha na osseointegração, um processo essencial para o sucesso de implantes dentários.<sup>39</sup>

O uso de sistemas de resfriamento, que possibilitam a circulação de solução salina fisiológica interna ou externamente na broca, é crucial para prevenir a geração excessiva de calor. A utilização de soro fisiológico refrigerado a 5°C demonstra uma redução significativa no aumento de temperatura na osteotomia inicial do implante, evitando assim o superaquecimento ósseo. Mesmo o soro fisiológico não resfriado a 20°C parece ser clinicamente suficiente para evitar o limiar crítico de temperatura. Aumentar o volume do líquido refrigerante não proporciona benefícios significativos, sugerindo um ponto de saturação na eficácia do resfriamento. Destaca-se a importância da temperatura inicial do líquido na prevenção do superaquecimento durante procedimentos de implante dentário.<sup>40</sup>

## CARACTERÍSTICAS ÓSSEAS

A densidade maior do osso compacto, conhecido por sua eficiência na condução térmica, é especialmente destacada no tipo D1, caracterizado por alta densidade, menor vascularização e menor conteúdo de água.<sup>37</sup> No entanto, ao implantar dispositivos em ossos densos, especialmente com torques superiores a 50 Ncm, ocorre uma intensificação do atrito durante a cirurgia, resultando em considerável geração de calor e impactando diretamente a osseointegração. A compreensão detalhada dessas características ósseas e

sua influência na condução térmica é fundamental para o planejamento cirúrgico, permitindo estratégias específicas para otimizar resultados e reduzir complicações relacionadas à produção excessiva de calor.<sup>38</sup>

Em densidades ósseas específicas, como D1, o uso de brocas cônicas é benéfico para evitar torques excessivos durante a inserção do implante. No entanto, em densidades D3 e D4, o emprego dessas brocas é contraindicado devido à redução drástica do torque de inserção, destacando a importância de considerar a densidade óssea na escolha da broca para prevenção do superaquecimento.<sup>41</sup> Estudos recentes relatam que o método mais seguro para o preparo do campo operatório ao instalar implantes dentários é utilizando 50 rpm e torque de 35 Ncm, reduzindo significativamente o risco de aquecimento crítico do tecido ósseo.<sup>42</sup>

## TÉCNICA CIRÚRGICA E PROTOCOLOS INADEQUADOS

Quando se trata do protocolo simplificado de perfuração, examinado em ambiente laboratorial, sua proposta envolve a omissão de etapas intermediárias no processo de implante dentário. Apesar de resultar maior elevação térmica na perfuração sem água, a aplicação criteriosa dessa técnica pode ser considerada clinicamente aceitável, adaptando-se às características específicas do paciente. Essa abordagem visa otimizar a eficiência do procedimento, ajustando-se a condições clínicas particulares.<sup>44</sup> A técnica de perfuração simplificada, especialmente em baixa velocidade e sem água como refrigerante, pode ser vista como benéfica para a comodidade de pacientes e operadores.

Profissionais devem exercer cautela desde o exame inicial até a seleção da prótese, minimizando o risco de falha do implante dentário.<sup>45</sup> A atenção à técnica cirúrgica, incluindo o controle térmico durante a perfuração, fundamental para otimizar os resultados clínicos<sup>46</sup>. A consideração de fatores pré-cirúrgicos, obtidos por meio do histórico do paciente e exames clínicos e de imagem, é essencial desde a fase inicial da decisão cirúrgica. A anamnese adequada e o planejamento preciso são fundamentais, com a conscientização tanto do operador quanto do paciente sobre os benefícios e desafios da técnica escolhida.<sup>44</sup>

## FALTA DE IRRIGAÇÃO DURANTE PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS

A falta de irrigação durante procedimentos cirúrgicos compromete a irrigação óssea, levando a superaquecimento e danos térmicos. Isso contribui para a necrose óssea, afetando a osseointegração e estabilidade do implante. A ausência prolongada de irrigação adequada apresenta risco de comprometimento estrutural do osso, exigindo prevenção e controle térmico para preservar a saúde do tecido ósseo.<sup>41</sup>

A irrigação adequada é uma estratégia essencial na prevenção do superaquecimento durante a osteotomia para implantes dentários. Além de proporcionar refrigeração e atuar como agente lubrificante, reduzindo atrito e facilitando a remoção de detritos ósseos, a dupla irrigação em brocas demonstra potencial benefício na gestão térmica, apresentando temperaturas mais baixas.<sup>16,41</sup> A irrigação contínua, por meio de diferentes sistemas internos e externos, contribui eficazmente para evitar o superaquecimento e suas complicações, promovendo um ambiente mais seguro e eficiente durante o procedimento.<sup>41</sup>

## MONITORAMENTO TÉRMICO

A ausência de monitoramento térmico durante procedimentos cirúrgicos representa um risco significativo no controle do superaquecimento ósseo. A falta dessa prática preventiva pode levar a complicações graves, como necrose óssea e atraso na cicatrização. A implementação de métodos de medição da temperatura durante osteotomias desempenha um papel essencial na prevenção do superaquecimento durante procedimentos cirúrgicos. Os termopares, como método direto, oferecem dados precisos, permitindo um controle preciso da temperatura. Entretanto, sua limitação de proximidade é reconhecida na literatura. Métodos indiretos, como a termografia, proporcionam uma visão mais ampla, identificando áreas de potencial superaquecimento. A escolha entre essas abordagens depende da situação clínica específica. A literatura destaca a importância desses métodos para assegurar procedimentos cirúrgicos seguros e eficazes, evitando complicações associadas ao aumento térmico indesejado.<sup>16,39,42</sup>

## DISCUSSÃO

A presente revisão integrativa da literatura sobre o insucesso em implantodontia, com foco no superaquecimento ósseo, revelou uma variedade de estudos relevantes nos últimos 7 anos. A seleção rigorosa resultou em 46 estudos, publicados em inglês e português, que abordam a influência do superaquecimento na osseointegração de implantes dentários.

A hipótese levantada sobre a influência do superaquecimento no insucesso dos implantes é uma questão importante na prática de implantodontia. A análise na literatura dos resultados obtidos revela uma conexão direta entre o superaquecimento ósseo durante procedimentos cirúrgicos de implantes dentários e complicações que podem levar ao insucesso desses implantes.<sup>4-8</sup> Nesse estudo, foram explorados os fatores críticos, as implicações práticas e as sugestões para melhorias nas práticas clínicas.

A relação entre a temperatura elevada e a necrose óssea destaca-se como ponto fundamental.<sup>29,30</sup> Estudos indicam que períodos prolongados de exposição do osso a temperaturas acima do limiar crítico estão associados a eventos adversos, como necrose hiperêmica, degeneração osteolítica e aumento da atividade osteoclástica.<sup>6</sup> Essas consequências comprometem a estabilidade inicial do implante, representando uma ameaça significativa à eficácia do processo de cicatrização; a extensão da zona necrótica, proporcional à intensidade do calor gerado, torna-se um indicador crítico desses efeitos deletérios.<sup>6</sup>

Ao explorar os fatores influenciadores do superaquecimento, como diâmetro da broca, desgaste, velocidade e pressão inadequadas, sistema de resfriamento ineficiente e falta de irrigação, reflete que a escolha inadequada de instrumentos e parâmetros cirúrgicos contribui para o aumento da temperatura durante a osteotomia.<sup>1,5,23,32-35,39-44</sup>

Medidas preventivas específicas, como a escolha cuidadosa das brocas, a substituição regular, o ajuste preciso de velocidade e pressão, a utilização eficiente de sistemas de resfriamento e o monitoramento térmico, emergem como essenciais para minimizar o superaquecimento durante procedimentos cirúrgicos.<sup>32-35,39-44</sup> A aplicação de revestimentos duros e resistentes ao desgaste em brocas surge como uma estratégia eficaz para mitigar o superaquecimento; o sucesso no desenvolvimento de revestimentos

superficiais que melhoram o desempenho das brocas promete práticas mais seguras e eficientes.<sup>33-35</sup>

A discussão sobre a eficácia da abordagem de perfuração única na prevenção do superaquecimento reforça a importância do desenvolvimento de aperfeiçoamentos técnicos. A redução significativa na geração de calor, especialmente em implantes de 4,25 mm, ressalta a viabilidade dessa técnica como uma ferramenta mais eficiente e favorável à osseointegração.<sup>36,42</sup>

A compreensão da correlação entre superaquecimento e insucesso dos implantes ultrapassa os limites da pesquisa apresentada. Os profissionais são desafiados a adotar abordagens personalizadas e cientificamente seguras, integrando evidências seus protocolos clínicos. Apesar das evidências sólidas apresentadas, pesquisas futuras poderiam explorar os efeitos a longo prazo do superaquecimento ósseo durante a instalação de implantes dentários, a fim de do desenvolvimento de estratégias mais avançadas de prevenção.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, o superaquecimento durante procedimentos cirúrgicos de implantes dentários pode, de fato, influenciar negativamente o sucesso de tratamentos reabilitadores. A correlação entre aumento de temperatura, necrose óssea e comprometimento da osseointegração destaca a importância crítica do controle térmico para resultados clínicos bem-sucedidos e duradouros. A implementação de medidas preventivas é fundamental na prática clínica para minimizar os riscos associados ao superaquecimento.

## REFERÊNCIAS

1. Alghamdi HS, Jansen JA. The development and future of dental implants. *Dent Mater J.* 2020 Mar 31;39(2):167-172. doi: 10.4012/dmj.2019-140. Epub 2020 Jan 22. PMID: 31969548.
2. Alves CDL. A Evolução da Reabilitação Oral Através da Implantologia. [Internet]. 30 de outubro de 2021;1(05).



3. Perez E, Salinas L, Mendoza R, Guerrero ME, Oliva J, Mayta-Tovalino F. Osseointegration of Dental Implants in Patients with Congenital and Degenerative Bone Disorders: A Literature Review. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2023 Jun 29;13(3):167-172. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD\_51\_22. PMID: 37564172; PMCID: PMC10411298.
4. Pandey C, Rokaya D, Bhattarai BP. Contemporary Concepts in Osseointegration of Dental Implants: A Review. *Biomed Res Int*. 2022 Jun 14;2022:6170452. doi: 10.1155/2022/6170452. PMID: 35747499; PMCID: PMC9213185.
5. Chatterjee D, Banerjee S, Mukherjee S, Deb S, Mukherjee A, Swamy SN. Osseointegração – Uma Visão Geral. *Int J Prev Clin Dent Res*. 2018;5(1):S131-136.
6. Ferreira LM, Lima Vicente MC, Andrade de Oliveira ME, Cossatis JJ. A Evolução do Tratamento de Superfície nos Implantes Dentários: Revisão de literatura. *Braz. J. Implantol. Health Sci*. [Internet]. 2º de maio de 2023;5(2):86-100.
7. Campos AAD, Gontijo TRA, Oliveira DF. Fatores relacionados à perda precoce de implantes dentários. *RSD [Internet]*.2022May20;11(7):e19411729775.
8. Kochar SP, Reche A, Paul P. The Etiology and Management of Dental Implant Failure: A Review. *Cureus*. 2022 Oct 19;14(10):e30455. doi: 10.7759/cureus.30455. PMID: 36415394; PMCID: PMC9674049.
9. Bazli L, Nargesi khoramabadi H, Modarresi Chahardehi A, Arsad H, Malekpouri B, Asgari Jazi M, Azizabadi N. Fatores que influenciam a falha de implantes dentários: uma revisão sistemática. *J. compos. compd*. [Internet].30 de março de 2020;2(2):18-25.
10. Mohajerani H, Roozbayani R, Taherian S, Tabrizi R. The Risk Factors in Early Failure of Dental Implants: a Retrospective Study. *J Dent (Shiraz)*. 2017 Dec;18(4):298-303. PMID: 29201974; PMCID: PMC5702435.
11. Bonde PR, Ozturan S. Relationship of Biological Factors with Failure of Osseointegration of Dental Implants. *Int J Sci Stud*. 2020;8(2):23-27.
12. Jung O, Lindner C, Pantermehl S, Barbeck M. Development of heat during medical drilling: influencing factors and examination methods - Overview and initial results. *In Vivo*. 2021;35(6):3011–3017. <https://doi.org/10.21873/invivo.12596>.
13. Amorim AV, Comunian CR, Ferreira Neto MD, Cruz EF. Implantology: History, Evolution and News. *ID on Line Rev Psicol*. 2019;13(45):36–48. <https://doi.org/10.14295/idonline.v13i45.1679>.
14. Sindel A, Dereci Ö, Hatipoğlu M, Altay MA, Özalp Ö, Öztürk A. The effects of irrigation volume to the heat generation during implant surgery. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2017 Jul 1;22(4):e506-e511. doi: 10.4317/medoral.21880. PMID: 28624839; PMCID: PMC5549525.
15. Malmqvist S, Liljeborg A, Qadri T, Johannsen G, Johannsen A. Using 445 nm and 970 nm Lasers on Dental Implants-An In Vitro Study on Change in Temperature and Surface Alterations. *Materials (Basel)*. 2019 Nov 27;12(23):3934. doi: 10.3390/ma12233934. PMID: 31783687; PMCID: PMC6926931.
16. Prabhu N, Shetty DK, Naik N, Shetty N, Parmar YK, Patil V, Sooriyaperakasam N. Application of finite element analysis to evaluate optimal parameters for bone/tooth

drilling to avoid thermal necrosis. *Cogent Engineering*. 2021;8(1). DOI: 10.1080/23311916.2021.1876582.

17. Salomó-Coll O, Auriol-Muerza B, Lozano-Carrascal N, Hernández-Alfaro F, Wang HL, Gargallo-Albiol J. Influence of bone density, drill diameter, drilling speed, and irrigation on temperature changes during implant osteotomies: an in vitro study. *Clin Oral Investig*. 2021 Mar;25(3):1047-1053. doi: 10.1007/s00784-020-03398-y. Epub 2020 Jun 13. PMID: 32533265.

18. Martin JVO. Fatores para perda precoce de implantes dentários. 2017. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

19. Sindel A, Dereci Ö, Hatipoğlu M, Altay MA, Özalp Ö, Öztürk A. The effects of irrigation volume to the heat generation during implant surgery. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2017 Jul 1;22(4):e506-e511. doi: 10.4317/medoral.21880. PMID: 28624839; PMCID: PMC5549525.

20. Aboufath MA, El-Attar MS, El-Samni OA. Heat generation during implant placement in high-density bone: Effect of different drilling techniques (in vitro study). *Alexandria Dent J*. 2022;46(2B).

21. Bernabeu-Mira JC, Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Oltra D. In Vitro Study on Bone Heating during Drilling of the Implant Site: Material, Design and Wear of the Surgical Drill. *Materials (Basel)*. 2020 Apr 19;13(8):1921. doi: 10.3390/ma13081921. PMID: 32325829; PMCID: PMC7216160.

22. Askari SE, Fahimipour A, Sameie A, Soltani A. The effect of heating during dental implant drilling and osteonecrosis. *Open Access Res J Biol Pharm*. 2022;05(01):012–015.

23. Dhok K, Adhikari M, Palange A, Dhatrak P. Heat generation during implant site preparation and its effects on osseointegration: A review. *Materials Today: Proceedings*. 2023;72(3):1035-1040.

24. Iliescu AA, Petcu CM, Mercuț R, Iliescu MG, Petcu IC, Gheorghiu IM, Țârcă T, Perlea P. Thermal changes of bone induced during drilling for dental implants placement: An in vitro study. *Defect Diffus Forum*. 2017;376:78–88.

25. Sabeva E. Factors Affecting Bone Temperature Increase During Implant Surgery - Review. *Scripta Scientifica Medicinae Dentalis*. November 2019;5(1):7-15. DOI: 10.14748/ssmd.v5i1.5950.

26. Bernabeu-Mira JC, Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Oltra D. In Vitro Study on Bone Heating during Drilling of the Implant Site: Material, Design and Wear of the Surgical Drill. *Materials (Basel)*. 2020 Apr 19;13(8):1921. doi: 10.3390/ma13081921. PMID: 32325829; PMCID: PMC7216160.

27. Alam K, Qamar SZ, Iqbal M, Piya S, Al-Kindi M, Qureshi A, Al-Ghathithi A, Al-Sumri B, Silberschmidt VV. Effect of drill quality on biological damage in bone drilling. *Sci Rep*. 2023 Apr 17;13(1):6234. doi: 10.1038/s41598-023-33381-y. PMID: 37069203; PMCID: PMC10110507.

28. Salimov F, Ozcan M, Ucak Turer O, Haytac CM. The effects of repeated usage of implant drills on cortical bone temperature, primary/secondary stability and bone healing: A preclinical in vivo micro-CT study. *Clin Oral Implants Res.* 2020 Aug;31(8):687-693. doi: 10.1111/clr.13603. Epub 2020 Apr 29. PMID: 32302433.
29. Silva KS, Nascimento M do, Souza BM de, Posch AT. Fatores que influenciam o planejamento de implantes dentários osseointegráveis. *Braz J Implantol Health Sci.* 2022;4(4):17-34.
30. Aneksomboonpol P, Mahardawi B, Nan PN, Laoharungpisit P, Kumchai T, Wongsirichat N, Aimjirakul N. Surface structure characteristics of dental implants and their potential changes following installation: a literature review. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2023 Jun 30;49(3):114-124. doi: 10.5125/jkaoms.2023.49.3.114. PMID: 37394930; PMCID: PMC10318307.
31. Chauhan CJ, Shah DN, Sutaria FB. Various bio-mechanical factors affecting heat generation during osteotomy preparation: A systematic review. *Indian J Dent Res.* 2018 Jan-Feb;29(1):81-92. doi: 10.4103/ijdr.IJDR\_729\_16. PMID: 29442092.
32. Alevizakos V, Mitov G, von See C. Guided Implant Placement Using an Internally Cooling Surgical Template: A Technical Note. *J Oral Implantol.* 2020 Oct 1;46(5):533-535. doi: 10.1563/aaid-joi-D-19-00312. PMID: 32315423.
33. Er N, Alkan A, Ilday S, Bengu E. Improved Dental Implant Drill Durability and Performance Using Heat and Wear Resistant Protective Coatings. *J Oral Implantol.* 2018 Jun;44(3):168-175. doi: 10.1563/aaid-joi-D-16-00114. Epub 2018 Mar 2. PMID: 29498904.
34. Huang HM, Chee TJ, Lew WZ, Feng SW. Modified surgical drilling protocols influence osseointegration performance and predict value of implant stability parameters during implant healing process. *Clin Oral Investig.* 2020 Oct;24(10):3445-3455. doi: 10.1007/s00784-020-03215-6. Epub 2020 Jan 27. PMID: 31989368.
35. Koutiech T, Ahmad Heshmeh O, Alkerdi K, Toumi J, Al Sabek L. Comparison of Maximum Heat Generation during Implant Site Preparation between Single and Gradual Drilling Protocols in Artificial D1 Bone Blocks: An In Vitro Study. *Int J Dent.* 2022 Jun 18;2022:9370395. doi: 10.1155/2022/9370395. PMID: 35761968; PMCID: PMC9233590.
36. Woods JC, Cook JL, Bozynski CC, Tegethoff JD, Kuroki K, Crist BD. Does Irrigating While Drilling Decrease Bone Damage? *Iowa Orthop J.* 2022;42(2):22-29. PMID: 36601237; PMCID: PMC9769353.
37. Raj R, Manju V, Kumar-Gopal V, Eswar M. Analysis of factors determining thermal changes at osteotomy site in dental implant placement - An in-vitro study. *J Clin Exp Dent.* 2021 Mar 1;13(3):e234-e239. doi: 10.4317/jced.57346. PMID: 33680325; PMCID: PMC7920569.
38. Jang HJ, Yoon JU, Joo JY, Lee JY, Kim HJ. Effects of a simplified drilling protocol at 50 rpm on heat generation under water-free conditions: an in vitro study. *J Periodontal Implant Sci.* 2023 Feb;53(1):85-95. doi: 10.5051/jpis.2201400070. Epub 2022 Jun 20. PMID: 36468469; PMCID: PMC9943703.

39. Marzook HAM, Yousef EAS, Denewar METM, Farahat MRLF. Effect of implant drill speed on bone during implant site preparation (experimental study). *Mansoura J Dent.* 2020;7(26):52-55.
40. Do TA, Le HS, Shen YW, Huang HL, Fuh LJ. Risk Factors related to Late Failure of Dental Implant-A Systematic Review of Recent Studies. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Jun 2;17(11):3931. doi: 10.3390/ijerph17113931. PMID: 32498256; PMCID: PMC7312800.
41. Fernández-Olavarria A, Gutiérrez-Corrales A, González-Martín M, Torres-Lagares D, Torres-Carranza E, Serrera-Figallo M. Influence of different drilling protocols and bone density on the insertion torque of dental implants. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2023 Jul 1;28(4):e385-e394. doi: 10.4317/medoral.25804. PMID: 37330951; PMCID: PMC10314359.
42. Dutta SR, Passi D, Singh P, Atri M, Mohan S, Sharma A. Risks and complications associated with dental implant failure: Critical update. *Natl J Maxillofac Surg.* 2020 Jan-Jun;11(1):14-19. doi: 10.4103/njms.NJMS\_75\_16. Epub 2020 Jun 18. PMID: 33041571; PMCID: PMC7518499.
43. Masetto VL. Reabilitação com implantes associado ao uso de PRF e acompanhamento radiográfico: relato de caso clínico. Curitiba: Faculdade Ilapeo; 2018.
44. Landi BM, Dreossi GB, Campaner M, Shibayama R. Complications in implantology. *Rev Odontol Araçatuba.* 2021;42(2):35-41.
45. Mazzotti C, Mounssif I, Rendón A, Mele M, Sangiorgi M, Stefanini M, Zucchelli G. Complications and treatment errors in root coverage procedures. *Periodontol 2000.* 2023 Jun;92(1):62-89. doi: 10.1111/prd.12468. Epub 2023 Jan 3. PMID: 36594482.
46. El-Kholey KE, Ramasamy S, Kumar R S, Elkomy A. Effect of Simplifying Drilling Technique on Heat Generation During Osteotomy Preparation for Dental Implant. *Implant Dent.* 2017 Dec;26(6):888-891. doi: 10.1097/ID.0000000000000692. PMID: 29135705.

Submissão: junho de 2023. Aceite: setembro de 2023. Publicação: novembro de 2023.