

Relato de Caso

Modulação Redox Local com Solução Salina Ozonizada (SSO₃) na Cicatrização Peri-Implantar Precoce: Relato de Caso Clínico.

Local redox modulation with ozonized saline solution in early peri-implant healing: report of a clinical case.

Katia Angelina Bertti Morandi. DDS

Implantólogo. Miembro del Comité Científico Internacional de Ozonoterapia y Aepromo, Brasil.

Palavras chave

*Solução salina
ozonizada;
microbolbulamento;
ozonioterapia;
Regulação redox;
Implantodontia;
Cicatrização gengival;
Macrófagos M2...*

Resumen

A modulação do microambiente cirúrgico local desempenha papel fundamental na cicatrização dos tecidos moles peri-implantares. Foi realizado um estudo observacional descritivo para avaliar o uso de solução salina ozonizada sob microbolhas na taxa de reorganização da arquitetura gengival peri-implantar observada 48 horas (precoce) após a aplicação local da solução salina ozonizada, administrada por tecnologia de microbolhas durante a cirurgia de implante. Os achados clínicos incluíram edema mínimo, ausência de exsudato, coloração gengival homogênea e contornos peri-implantares bem definidos após 48 horas de pós-operatório. Embora não tenham sido mensurados marcadores bioquímicos ou histológicos, o padrão tecidual observado apresenta plausibilidade biológica de acordo com mecanismos estabelecidos de hormese oxidativa e regulação redox local. A estimulação oxidativa controlada pode ativar vias antioxidantes adaptativas, contribuindo para modulação da resposta inflamatória inicial e favorecendo condições adequadas para transição macrófaga e atividade fibroblástica nas fases iniciais da cicatrização.

Keywords

Ozonized saline solution;
Microbubbling; Ozone
therapy; Redox
modulation; Implant
dentistry; Gingival
healing.

Abstract

The modulation of the local surgical microenvironment plays a fundamental role in peri-implant soft tissue healing. An observational descriptive study was conducted to evaluate the use of ozonated saline solution under microbubbling on the rate of peri-implant gingival architectural reorganization that was observed at 48 h (early) after the local application of ozonated saline solution, administered by microbubble technology during implant surgery. Clinical findings included minimal edema, absence of exudate, homogeneous gingival coloration, and well-defined peri-implant contours at 48 hours postoperative. Although no biochemical or histological markers were measured, the observed tissue pattern is biologically plausible according to established mechanisms of oxidative hormesis and local redox regulation.

Controlled oxidative stimulation may activate adaptive antioxidant pathways, contributing to modulation of the early inflammatory response and supporting favorable conditions for macrophage transition and fibroblastic activity during initial healing phases.

Given the descriptive nature of this report, causal inferences cannot be established. However, the findings suggest that local redox modulation may represent a promising adjunctive strategy to optimize early peri-implant soft tissue healing. Controlled prospective studies incorporating objective inflammatory and oxidative biomarkers are recommended.

Sugestão de como citar este artigo:

Bertti Morandi, Katia Angelina (2026). Modulação Redox Local com Solução Salina Ozonizada (SSO₃) na Cicatrização Peri-Implantar Precoce: Relato de Caso Clínico. Ozone Therapy Global Journal Vol. 15, nº 1, pp. 57-67

Autor para correspondência: Katia Angelina Bertti Morandi. DDS. Implantólogo. Miembro del Comité Científico Internacional de Ozonoterapia y Aepromo, Brasil. Email: katiabertti@yahoo.com.br

Introdução

A previsibilidade da cicatrização peri-implantar depende da adequada modulação do microambiente inflamatório e oxidativo nas fases iniciais do reparo tecidual. O trauma cirúrgico desencadeia resposta inflamatória aguda caracterizada por liberação de citocinas pró-inflamatórias, geração de espécies reativas de oxigênio (EROs) e recrutamento celular.^{1, 2}

Embora a resposta oxidativa seja fisiologicamente necessária, seu desequilíbrio pode prolongar a fase inflamatória e comprometer a organização tecidual precoce. Nesse contexto, a Solução Salina Ozonizada (SSO₃) tem sido descrita como agente capaz de promover estímulo oxidativo controlado, induzindo mecanismos adaptativos antioxidantes locais.³⁻⁵

O racional biológico baseia-se no conceito de hormese oxidativa,^{6, 7} no qual exposições controladas a oxidantes desencadeiam respostas celulares protetoras, incluindo ativação da via Nrf2/Keap1, aumento de enzimas antioxidantes endógenas e modulação do eixo inflamatório.⁸⁻¹⁰

Este relato descreve a evolução clínica precoce da arquitetura gengival peri-implantar após aplicação local de SSO₃ sob microborbulhamento,¹¹⁻¹³ correlacionando os achados clínicos com plausibilidade mecanística redox.

Fundamentação Biológica

1. Modulação redox local: A exposição controlada ao ozônio dissolvido em solução salina pode induzir estímulo oxidativo transitório, ativando vias antioxidantes celulares.¹⁴ A ativação da via Nrf2/Keap1 favorece aumento de enzimas como superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase, contribuindo para restabelecimento do equilíbrio redox local. A regulação do eixo Nrf2/NF-κB pode auxiliar na limitação da inflamação persistente, promovendo transição mais eficiente da fase inflamatória para a fase proliferativa.¹⁵
2. Microambiente imunológico: A qualidade da cicatrização depende da adequada transição de macrófagos do perfil inflamatório para perfil reparador. Ambientes com estresse oxidativo controlado favorecem polarização compatível com perfil regenerativo, associado à liberação de mediadores anti-inflamatórios e fatores de crescimento.¹⁶
3. Atividade fibroblástica e organização da matriz: O equilíbrio redox local está relacionado à ativação metabólica fibroblástica, síntese de colágeno tipo I e organização da matriz extracelular, elementos determinantes para formação do selamento biológico peri-implantar.^{17, 18}
4. Ação antimicrobiana: A SSO₃ apresenta efeito antimicrobiano por oxidação de membranas celulares e desestruturação de biofilmes, contribuindo para redução da carga microbiana inicial sem indução de resistência bacteriana.^{19, 20}

Relato de Caso

Paciente do sexo feminino, 65 anos, brasileira, sistemicamente saudável (ASA I). Apresentou como queixa principal dificuldade mastigatória e insatisfação com a oclusão, decorrentes da perda bilateral de todos os elementos dentários posteriores inferiores. Relatava comprometimento funcional significativo, associado a presença de múltiplos dentes fraturados e sintomáticos, causando desconforto recorrente. A paciente referiu ainda que a limitação mastigatória estaria relacionada a queixas gastrointestinais, possivelmente secundárias à mastigação ineficiente. Demonstrava insatisfação estética com o sorriso, relatando impacto negativo na autoestima e na confiança nas interações sociais. Encontrava-se em acompanhamento médico para tratamento de depressão com quadro estável no momento da avaliação odontológica.

Após exame clínico e tomográfico, foi indicada reabilitação oral mandibular por meio de prótese fixa implanto suportada sobre implantes múltiplos, em protocolo de Branemark, para planejamento para carga imediata, conforme critérios de estabilidade primária e condições sistêmicas favoráveis.

Método e Materiais

Foi utilizado um gerador de grau médico, registrado na Anvisa e um dispositivo de vidro com uma placa de microbolhas, ASSO3®. Solução salina a 0,9% e água tratada por osmose reversa ozonizada, mais óleo ozonizado de 600 IP.

Sequência Clínica e Procedimentos:

Primeira consulta: foi realizado raspagem periodontal supra gengival com água ozonizada durante todo o procedimento. Orientação e higiene Bucal com início de uso dentífrícios ozonizados. Preparo pré cirúrgico.

Figura 1 – primeira consulta /condições iniciais (em ordem da esquerda para direita, respectivamente)

- (A) Sorriso inicial da paciente.
- (B) Intrabucal -Mordida inicial da paciente.
- (C) Intrabucal-Aspecto clínico inicial da região edêntula e condições dentárias inferior.
- (D) Tomográfica inicial.
- (E) Aspecto sorriso lateral esquerdo inicial.
- (F) Aspecto facial inicial.



Segunda consulta: ocorreu uma semana após, sendo realizado a cirurgia oral: exodontia dos sete dentes remanescentes anteriores do elemento 33 ao 44; osteoplastia para preparo do leito implantar; instalação de 6 implantes osseointegrados de titânio na arcada inferior com torque entre 45N a 60 N, entre os nervos mentonianos , transferência dos análogos e envio ao laboratório em seguida a sutura com fio reabsorvível e a instalação dos cicatrizadores a 10 N.

Figura 2 – Sequência do procedimento cirúrgico para instalação do implante (em ordem da esquerda para direita, respectivamente).

(A) Sindesmotomia.

(B) Pós exodontias múltiplas- aspecto imediato

(C) Pós alveoplastia com irrigação de SSO3- aspecto imediato

(D)

Dispositivo de SSO3- ASSO3®

(E) Início da instalação dos implantes com irrigação solução salina ozonizada.

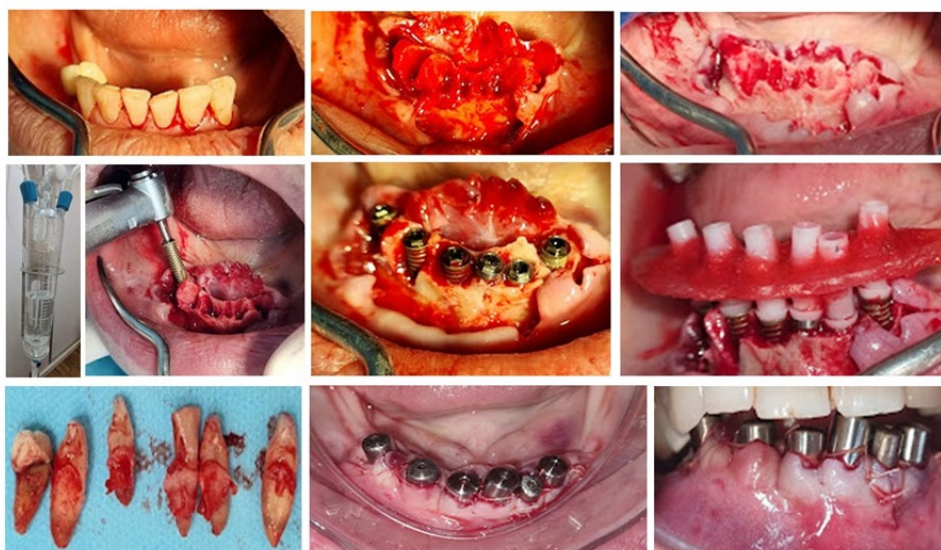
(F) Instalação dos seis implantes de titânio

(G) Transferência dos componentes de implante.

(H) Remanescentes dentais (44 ao 33).

(I) Instalação dos cicatrizadores e sutura final.

(J) Vista frontal dos cicatrizadores.e aspecto do retalho.



Protocolo de Ozonioterapia associado: todo trans operatório foi utilizado a irrigação constante (foram utilizados 750 mL) prévio a sutura, durante todo procedimento e após a sutura com SSO3 sob microborbulhamento, utilizando dispositivo ASSO3® sob caudal de fluxo 200 mL/min a uma concentração de 45 $\mu\text{g/mL}$ e na instalação dos cicatrizadores embebidos abundantemente com óleo ozonizado a 600IP.

Figura 3. Dispositivo de solução salina com microbolhas (ASSO3)



Não se utilizou nenhum tipo de infiltração nem em tecido e nem mesmo intraósseo do gás ozônio. Paciente levou como *home care*: água ozonizada, a água utilizada foi de osmose reversa ozonizada a concentração de 60 µg/mL por 5 minutos, em torre de ozonização, refrigerada para manter bochechos durante as primeiras 24 horas e óleo ozonizado para colocar sobre toda área operada e sobre os cicatrizadores 4x ao dia após a escovação regular após todas as refeições e antes dormir com dentífrico ozonizado. Orientação de dieta e pós operatório.

Terceira consulta: ocorreu em 48 horas após o ato cirúrgico e foi realizado a entrega da prótese fixa sobre os implantes, tipo Branemark em metaloplastica. Realizamos a retirada dos cicatrizadores e a instalação da prótese total fixa parafusadas sobre implantes a 20 N de torque. Realizamos os ajustes oclusais em DVO e lateralidade adequados de forma a não apresentar interferências.

Figura 4. Evolução clínica precoce, observa-se a arquitetura gengival-quadro comparativo.

(Em ordem da esquerda para direita, respectivamente).

(A) Aspecto da região peri-implantar pós-cirúrgico imediato, vista oclusal.

(B) Aspecto gengival peri-implantar pós cirúrgico imediato, vista frontal.

(C) Aspecto da região peri-implantar pós-operatório com 48 horas, vista oclusal.

(D) Aspecto da região peri-implantar pós-operatório com 48 horas, vista frontal.



Figura 5. Reabilitação protética- sequência. (em ordem da esquerda para direita, respectivamente).

(A) Instalação da prótese de Branemark, sobre implantes, parafusada.

(B) Intrabucal- aspecto final da mordida da paciente, em RC.

(C) Aspecto pós cirúrgico, sorriso lateral esquerdo, hematoma discreto, edema discreto.

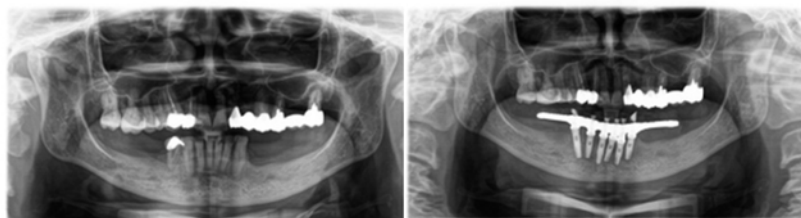
(D) Aspecto final do sorriso, pós operatório de 48 horas, vista frontal.

(E) Aspecto final do sorriso, pós operatório de 30 dias, provisório superior, vista frontal



Protocolo de ozonioterapia: irrigação com SSO3 e laserterapia local e sistêmica ILIB e antes da fixação da prótese sobre os pilares de implantes foi embebido de óleo ozonizado a 600 IP de peroxidação. Paciente continuou com os cuidados em casa, com escovação com a pasta e óleo ozonizados. Orientada aos cuidados alimentares necessários.

Figura 6. Exames de imagem inicial e final.



Resultados

Em 48 horas: Foi observado edema mínimo, ausência de exsudato, coloração gengival homogênea, arquitetura gengival reorganizada, contorno peri-implantar definido, epitelização acelerada. Paciente relatou nenhuma dor ou desconforto pós cirúrgico, edema discreto e apresentou um hematoma discreto, em derme, próximo ao rebordo mandibular esquerdo.

A arquitetura gengival observada foi o mais surpreendente, demonstrado visualmente. A estabilidade tecidual, observada, compatível com estágio esperado entre 3 a 4 semanas em protocolos convencionais. Comparativamente, segundo padrões descritos por Lindhe et al., essa reorganização ocorre entre 28 a 45 dias pós cirúrgico. (conforme figura, em anexo).

Em resumo, observou-se redução do tempo clínico de reorganização gengival; Arquitetura tecidual definida em 48 horas; Ausência de sinais inflamatórios exacerbados e Estabilidade morfológica precoce.

Discussão

Os achados clínicos observados sugerem que a modulação redox local promovida pela Solução Salina Ozonizada sob microborbulhamento pode ter atuado como indutor biológico precoce da resolução inflamatória peri-implantar.¹ A arquitetura gengival organizada em 48 horas, associada à ausência de exsudato e discreto edema, indica possível antecipação da transição da fase inflamatória para a fase proliferativa do reparo tecidual.

Sob a perspectiva mecanística, tal resposta é biologicamente plausível à luz dos modelos de hormese oxidativa descritos por Velio Bocci, nos quais estímulos oxidativos controlados desencadeiam ativação adaptativa dos sistemas antioxidantes endógenos. A ativação da via Nrf2/Keap1, com subsequente aumento de enzimas como SOD, catalase e glutathione peroxidase, pode contribuir para limitação da ativação persistente de NF-κB, favorecendo resolução inflamatória mais eficiente.

Paralelamente, a modulação do microambiente imunológico pode ter favorecido polarização macrofágica para o fenótipo M2 reparador, mecanismo coerente com modelos regenerativos descritos por Choukroun et al.^{22, 23} O aumento de mediadores como TGF-β e IL-10, associado à redução de citocinas pró-inflamatórias sustentadas, constitui ambiente favorável à angiogênese e à proliferação fibroblástica.

A atividade fibroblástica precoce e a organização inicial da matriz extracelular observadas clinicamente podem estar relacionadas ao estímulo metabólico celular induzido pelo controle redox local. Estudos experimentais demonstram que exposição controlada ao ozônio pode aumentar síntese de colágeno tipo I e favorecer neoangiogênese, fatores críticos para formação do selamento biológico peri-implantar.²⁴

Adicionalmente, o efeito antimicrobiano da SSO₃, decorrente da oxidação de membranas bacterianas e da desestruturação de biofilmes, pode ter contribuído para redução da carga microbiana inicial, elemento determinante na prevenção de inflamação exacerbada e na estabilidade tecidual precoce.

É fundamental destacar que se trata de relato clínico isolado, sem grupo controle ou mensurações histológicas e bioquímicas. Portanto, as correlações fisiopatológicas aqui apresentadas devem ser interpretadas como hipóteses biologicamente fundamentadas, passíveis de investigação futura por meio de ensaios clínicos randomizados e estudos translacionais.

Limitações: Relato clínico isolado; Ausência de grupo controle; Ausência de biomarcadores inflamatórios ou redox; Ausência de análise histológica e Avaliação clínica predominantemente qualitativa.

Conclusões

A aplicação local da Solução Salina Ozonizada (SSO₃) sob microborbulhamento demonstrou, neste relato clínico, potencial relevante na aceleração da cicatrização gengival peri-implantar, com reorganização arquitetural observada em 48 horas pós-operatórias.

Os achados sugerem que o controle redox local pode modular de forma estratégica a resposta inflamatória inicial ao trauma cirúrgico, favorecendo equilíbrio imunológico, organização tecidual precoce e estabilidade morfológica compatível com estágios tradicionalmente descritos apenas após várias semanas.

À luz dos princípios estabelecidos pela International Scientific Committee of Ozone Therapy e fundamentados na 4ª Declaração de Madrid, os mecanismos envolvidos — incluindo ativação da via Nrf2/Keap1, modulação do eixo Nrf2/NF-κB, polarização macrofágica reparadora e estímulo fibroblástico — sustentam plausibilidade biológica consistente para o uso da SSO₃ como modulador redox estratégico na implantodontia contemporânea.

Observou-se ainda que a aplicação sistêmica pré e/ou imediata ao ato cirúrgico pode exercer efeito de pré-condicionamento biológico, contribuindo para resposta inflamatória mais controlada e previsível no período inicial de cicatrização.

O adequado controle inflamatório observado sugere, adicionalmente, possível redução da necessidade de anti-inflamatórios convencionais, aspecto clinicamente relevante, sobretudo em pacientes com restrições sistêmicas.

Do ponto de vista preventivo, a modulação do microambiente oxidativo peri-implantar pode representar estratégia promissora na redução do risco de mucosite peri-implantar, ao favorecer estabilidade imunológica e integridade do selamento biológico.

Este caso reforça a possibilidade de integrar terapias biorreguladoras à prática cirúrgica odontológica, ampliando o conceito tradicional de osseointegração para um modelo de integração biológica ampliada, no qual o controle redox se configura como componente estratégico da longevidade peri-implantar.

Estudos clínicos prospectivos, controlados e randomizados são recomendados para consolidação da evidência científica e definição de protocolos padronizados.

Considerações éticas

O tratamento e a publicação do estudo foram conduzidos garantindo total conformidade com os princípios de confidencialidade, anonimato e ética clínica. O consentimento informado foi obtido por escrito.

Financiamento: O autor declara que este trabalho não recebeu financiamento específico de agências dos setores público e/ou privado. Foi realizado sem fins lucrativos.

Conflito de interesses: O autor declara não haver conflito de interesses relacionado a este trabalho.

O autor é responsável pela concepção do estudo, desenho metodológico, revisão da literatura e preparação do manuscrito.

Agradecimentos: À Dra. Adriana Schwartz por sua grande contribuição à ciência do ozônio, bem como por sua orientação e apoio científico.

Referências

1. Gemmell, E. et al. Cytokines and prostaglandins in periodontal disease. *Periodontology* 2000, v. 14, p. 112–143, 1997.
2. Palma, L. F et al. Effects of ozone therapy on periodontal and peri-implant surgical wound healing: systematic review. *Quintessence International*, v. 54, n. 2, p. 100–110, 2023.
3. Schwartz, A; Martínez-Sánchez, G. (2012). La Ozonoterapia y su fundamentación científica. *Revista Española de Ozonoterapia*. Vol. 2, nº 1, pp. 163-198.
4. Huth KC, Quirling M, Lenzke S, Paschos E, Kamereck K, Brand K, et al. Effectiveness of ozone against periodontal pathogenic microorganisms. *Eur J Oral Sci*. 2011;119(3):204–10. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0722.2011.00825.x>
5. Bocci, V. *Ozone: a new medical drug*. 2. ed. Dordrecht: Springer, 2011.
6. Bocci V., et al. “Ozone acting on human blood yields a hormetic dose-response relationship”. *Journal of Translational Medicine* 2011, 9:66 <http://www.translational-medicine.com/content/9/1/66>.
7. Viviana C., et al. “Exposure to low ozone concentrations induces cytoskeletal reorganization, mitochondrial activity and nuclear transcription in epithelial human cells”. *European Journal of Histochemistry* 2015; volume 59:2515 <https://www.ejh.it/ejh/article/view/2515/2339>
8. Delgado-Roche L., et al. “Medical ozone promotes Nrf2 phosphorylation reducing oxidative stress and pro-inflammatory cytokines in multiple sclerosis patients”. *Eur J Pharmacol*. 2017. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28623000/>
9. Re L., et al. “Is ozone pre-conditioning effect linked to Nrf2/EpRE activation pathway in vivo? A preliminary result”. *Eur J Pharmacol*. Nov 5 2014; 742:158-162. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25218903/>
10. Pecorelli A., et al. “NRF2 activation is involved in ozonated human serum upregulation of OH-1 endothelial cells”. 2013 Elsevier. *Toxicology and Applied Pharmacology* 267 (20B 30-40) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23253326/>
11. Schwartz A. et al. Complementary application of the ozonized saline solution in mild and severe patients with pneumonia COVID 19. A non-randomized pilot Study. © 2021 *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 9 (2), 126-142, 2021 ISSN 0719-4250. <https://jppres.com/jppres/ozone-in-covid-19/>
12. Schwartz A. (2023). Estudio sobre Solución Salina Ozonizada (SSO₃) Bajo Microburbujeo en Dispositivo de Cristal (ASSO₃). *Fundamentos, Ventajas y Aplicaciones Clínicas*. Original. *Ozone Therapy Global Journal* Vol. 13, nº 1, pp 11-28
13. Adriana Schwartz. Analysis of Ozone Stability in Saline Solution –Vs- Double-Distilled Water Both Under Nano/Microbubbling. *Open Access J Pharma Sci and Drug*. 2026. 2(2): 1-10. DOI: doi.org/10.61440/OAJPSD.2026.v2.45
14. Schwartz, A. (2016). Solución Salina Ozonizada (SSO₃): Fundamentos Científicos. *Revista Española de Ozonoterapia*. Vol. 6, nº 1, pp 111-120. [actualmente *Ozone Therapy Global Journal*] <https://ozonetherapyglobaljournal.es/solucion-salina-ozonizada-ss03-fundamentos-cientificos/>
15. Bocci, V. et al. The ozone paradox: ozone is a strong oxidant as well as a medical drug. *Medicinal Research Reviews*, v. 29, n. 4, p. 646–682, 2009.
16. ISCO₃. Madrid Declaration on Ozone Therapy. Addendum Dentistry. 4. ed. Madrid: ISCO₃, 2025.
17. Takizawa F. et al. (2023) Ozone ultrafine bubble water exhibits bactericidal activity against pathogenic bacteria in the oral cavity and upper airway and disinfects contaminated healthcare equipment. *PLoS ONE* 18(4): e0284115. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284115>
18. Sareen, S. et al. Ozone therapy as complementary approach in periodontal therapeutics. *Evidence-Based Dentistry*, 2025

19. Song M. et al. The antibacterial effect of topical ozone on the treatment of MRSA skin infection. *Mol Med Rep.* 2018; 17(2):2449–55. <https://doi.org/10.3892/mmr.2017.8148> PMID: 29207120
20. Kamichika H. et al. Effects of ozone nano-bubble water on mucositis induced by cancer chemotherapy. Published by Elsevier 2019. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2019.100697>
21. Pérez Sánchez M., et al. “Efectividad de la Irrigación Intraoral de la Solución Salina Ozonizada bajo Microburbujeo en el control del biofilm oral: Comparativo entre dosis altas y dosis bajas”. *Ozone Therapy Global Journal.* 2024. Vol. 14, N° 1. <https://ozonetherapyglobaljournal.es/efectividad-de-la-irrigacion-intraoral-de-la-solucion-salina-ozonizada-bajo-microburbujeo-en-el-control-del-biofilm-oral-comparativo-entre-dosis-altas-y-dosis-bajas/>
22. Choukroun, E. et al. Bone formation and maintenance in oral surgery: the decisive role of the immune system—A narrative review of mechanisms and solutions. *Bioengineering.* 2024;11(2):191. doi:10.3390/bioengineering11020191
23. Choukroun, E. et al. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, v. 101, n. 3, p. e56–e60, 2006.
24. Randi, C. J. et al. Use of ozone therapy in implant dentistry: systematic review. *Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 28, p. 39–49, 2024.