

Reporte de Caso

Modulación redox local con solución salina ozonizada en la cicatrización periimplantaria temprana: reporte de un 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.

Palabras clave

*Solución salina
ozonizada;
microburbujeo;
ozonoterapia;
regulación redox;
implantología;
cicatrización gingival;
macrófagos M2...*

Resumen

La modulación del microambiente quirúrgico local desempeña un papel fundamental en la cicatrización de los tejidos blandos periimplantarios. Se realizó un estudio descriptivo observacional para evaluar el uso de la solución salina ozonizada bajo microburbujeo la velocidad de reorganización arquitectónica gingival periimplantaria que fue observada a las 48 h (temprana) después de la aplicación local de solución salina ozonizada, administrada mediante tecnología de microburbujas durante la cirugía de implantes.

Los hallazgos clínicos incluyeron edema mínimo, ausencia de exudado, coloración gingival homogénea y contornos periimplantarios bien definidos 48 horas después de la intervención. Si bien no se midieron marcadores bioquímicos ni histológicos, el patrón tisular observado presenta plausibilidad biológica según los mecanismos establecidos de hormesis oxidativa y regulación redox local. La estimulación oxidativa controlada puede activar vías antioxidantes adaptativas, contribuyendo a la modulación de la respuesta inflamatoria inicial y favoreciendo condiciones adecuadas para la transición de macrófagos y la actividad fibroblástica en las primeras etapas de la cicatrización.

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.

Sugerencia sobre cómo citar este artículo:

Berti Morandi, Katia Angelina (2026). Modulación redox local con solución salina ozonizada en la cicatrización periimplantaria temprana: reporte de un caso clínico. *Ozone Therapy Global Journal* Vol. 15, nº 1, pp. 57-67

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

Introducción

La predictibilidad de la cicatrización periimplantaria depende de la modulación adecuada del microambiente inflamatorio y oxidativo en las fases iniciales de la reparación tisular. El trauma quirúrgico desencadena una respuesta inflamatoria aguda caracterizada por la liberación de citocinas proinflamatorias, la generación de especies reactivas de oxígeno (ERO) y el reclutamiento celular.^{1,2}

Si bien la respuesta oxidativa es fisiológicamente necesaria, su desequilibrio puede prolongar la fase inflamatoria y comprometer la organización tisular temprana. En este contexto, la solución salina ozonizada (SSO₃) se ha descrito como un agente capaz de promover una estimulación oxidativa controlada, induciendo mecanismos antioxidantes adaptativos locales.³⁻⁵

La base biológica se fundamenta en el concepto de hormesis oxidativa,^{6,7} en el que la exposición controlada a oxidantes desencadena respuestas celulares protectoras, incluyendo la activación de la vía Nrf2/Keap1, el aumento de las enzimas antioxidantes endógenas y la modulación del eje inflamatorio.⁸⁻¹⁰

Este trabajo describe la evolución clínica temprana de la arquitectura gingival periimplantaria tras la aplicación local de SSO₃ mediante microburbujeo,¹¹⁻¹³ correlacionando los hallazgos clínicos con la plausibilidad del mecanismo redox.

La base biológica se fundamenta en:

- 1. Modulación redox local:** La exposición controlada a ozono disuelto en solución salina puede inducir una estimulación oxidativa transitoria, activando las vías antioxidantes celulares.¹⁴ La activación de la vía Nrf2/Keap1 favorece un aumento de enzimas como la superóxido dismutasa, la catalasa y la glutatión peroxidasa, contribuyendo al restablecimiento del equilibrio redox local. La regulación del eje Nrf2/NF-κB puede ayudar a limitar la inflamación persistente, promoviendo una transición más eficiente de la fase inflamatoria a la fase proliferativa.¹⁵
- 2. Microambiente inmunológico:** La calidad de la cicatrización de heridas depende de la transición adecuada de los macrófagos de un perfil inflamatorio a uno reparador. Los entornos con estrés oxidativo controlado favorecen la polarización compatible con un perfil regenerativo, asociada a la liberación de mediadores antiinflamatorios y factores de crecimiento.¹⁶
- 3. Actividad fibroblástica y organización de la matriz:** El equilibrio redox local está relacionado con la activación metabólica de los fibroblastos, la síntesis de colágeno tipo I y la organización de la matriz extracelular, elementos clave para la formación del sellado biológico periimplantario.^{17,18}
- 4. Acción antimicrobiana:** La SSO₃ ejerce un efecto antimicrobiano mediante la oxidación de las membranas celulares y la disrupción de biopelículas, lo que contribuye a la reducción de la carga microbiana inicial sin inducir resistencia bacteriana.^{19,20}

Reporte del caso

Paciente brasileña de 65 años, sana, acudió a consulta con la principal queja de dificultad para masticar e insatisfacción con su oclusión derivada de la pérdida bilateral de todos los dientes posteriores inferiores. Refirió una importante limitación funcional, asociada a la presencia de múltiples dientes fracturados que le causaban molestias recurrentes. La paciente también manifestó que la limitación para masticar estaba relacionada con molestias gastrointestinales, posiblemente secundarias a una masticación ineficiente. Expresó insatisfacción estética con su sonrisa, lo que repercutió negativamente en su autoestima y confianza en las interacciones sociales. Se encontraba en seguimiento médico por depresión, con una condición estable al momento de la evaluación odontológica.

Tras la exploración clínica y tomográfica, se indicó rehabilitación oral mandibular mediante una prótesis fija sobre implantes múltiples, según el protocolo Branemark, con carga inmediata planificada, de acuerdo con los criterios de estabilidad primaria y condiciones sistémicas favorables.

Método y materiales.

Se utilizó un generador de grado médico, registrado por la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (Anvisa) y un dispositivo de vidrio con placa de microburbujas, ASSO3®. También se emplearon solución salina al 0,9 %, agua tratada por ósmosis inversa ozonizada y aceite ozonizado 600 IP.

Descripción del caso.

Primera consulta/condiciones iniciales del caso: se realizó un raspado periodontal supragingival con 750 cc de agua ozonizada a 30 µg/ml de concentración durante todo el procedimiento. Se brindaron instrucciones de higiene bucal y se inició el uso de pasta dental ozonizada. Preparación prequirúrgica.

Figura 1. Condiciones clínicas y tomográficas iniciales.

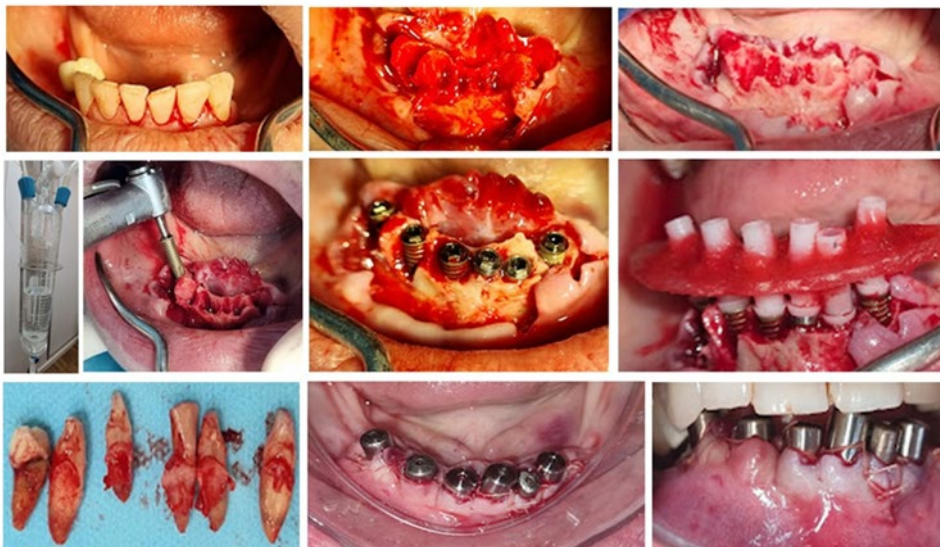
- (A) Sonrisa inicial del paciente.
- (B) Intraoral: Mordida inicial del paciente.
- (C) Intraoral: Aspecto clínico inicial de la región edéntula y estado de la dentición inferior.
- (D) Tomografía inicial.
- (E) Vista lateral izquierda inicial de la sonrisa.
- (F) Vista facial inicial.



Segunda consulta: tuvo lugar una semana después, durante la cual se realizó la cirugía oral: extracción de los siete dientes anteriores restantes, del 33 al 44; osteoplastia para preparar el lecho del implante; colocación de 6 implantes de titanio osteointegrados en la arcada inferior con un torque entre 45N y 60N, entre los nervios mentonianos, transferencia de los análogos y envío al laboratorio, seguido de sutura con hilo absorbible y colocación de los pilares de cicatrización a 10N.

Figura 2. Secuencia del acto quirúrgico para la colocación del implante. (En orden de izquierda a derecha).

- (A) Sindesmotomía.
- (B) Postextracciones múltiples: aspecto inmediato.
- (C) Postalveoplastia con irrigación con solución salina ozonizada (SSO3): aspecto inmediato.
- (D) Dispositivo SSO3 (ASSO3®).
- (E) Inicio de la colocación del implante con irrigación con solución salina ozonizada.
- (F) Colocación de los seis implantes de titanio.
- (G) Transferencia de los componentes del implante.
- (H) Piezas extraídas.
- (I) Implante.
- (J) Evolución del implante



Protocolo de terapia de ozono asociado: Todo el procedimiento quirúrgico, se acompañó con irrigación de SSO₃ constante a una concentración de 45 µg/mL a un caudal de 200 ml/min antes, durante y después de la sutura (se utilizaron 750 mL), utilizando el dispositivo ASSO3®

Figura 3. Dispositivo de Solución Salina de Microburbujeo (ASSO3)



A seguir, los pilares de cicatrización se empaparon abundantemente con aceite ozonizado a 600 IP. No se utilizó infiltración de gas ozono, ni en el tejido ni intraóseo.

A la paciente se le indicaron enjuagues bucales domiciliarios con agua de ósmosis inversa ozonizada a una concentración de 60 µg/mL durante 5 minutos durante las primeras 24 horas además de aceite ozonizado de 600 IP para ser aplicado en toda el área operada y pilares de cicatrización 4 veces al día después del cepillado regular, después de todas las comidas y antes de acostarse. Se le recomendó usar pasta dental ozonizada. Finalmente, se le dieron orientaciones dietéticas.

Tercera consulta: se realizó 48 horas después de la intervención quirúrgica y se procedió a la colocación de la prótesis fija sobre los implantes, tipo Branemark, de metal-plástico. Se retiraron los pilares de cicatrización y se instaló la prótesis fija completa atornillada sobre los implantes con un torque de 20 N. Se realizaron los ajustes oclusales adecuados en la dimensión vertical de oclusión (DVO) y lateralidad para evitar interferencias.

Figura 4. 48 h después de la cirugía e implantación de prótesis. Evolución clínica temprana: se observa la arquitectura gingival – tabla comparativa (de izquierda a derecha, respectivamente).

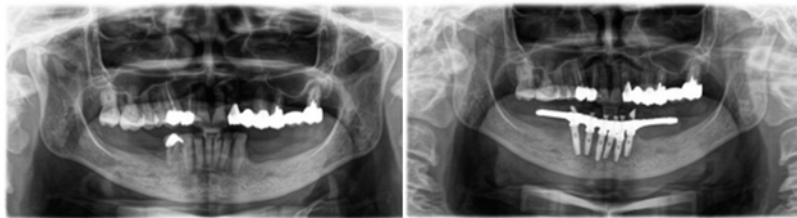
- (A) Aspecto de la región periimplantaria inmediatamente después de la cirugía, vista oclusal.
- (B) Aspecto gingival periimplantario inmediatamente después de la cirugía, vista frontal.
- (C) Aspecto de la región periimplantaria 48 horas después de la cirugía, vista oclusal.
- (D) Aspecto de la región periimplantaria 48 horas después de la cirugía, vista frontal.



Figura 5. Rehabilitación protésica - secuencia.



Figura 6. Exámenes de imagen inicial y final.



Protocolo de ozonoterapia: irrigación con SSO3 y terapia láser ILIB local y sistémica. Antes de fijar la prótesis sobre los pilares de los implantes, se sumergió en aceite ozonizado a 600 IP (índice de peroxidación). La paciente continuó con el cuidado domiciliario, cepillándose con pasta dental y aceite ozonizados. Se le instruyó sobre la dieta necesaria.

Resultados

En 48 horas: Se observó edema mínimo, ausencia de exudado, coloración gingival homogénea, reorganización de la arquitectura gingival, contorno periimplantario definido y epitelización acelerada. La paciente no refirió dolor ni molestias postoperatorias, solo un ligero edema y presentó un pequeño hematoma en la dermis, cerca del reborde mandibular izquierdo.

La arquitectura gingival observada fue lo más sorprendente, demostrada visualmente. La estabilidad tisular observada es compatible con la etapa esperada entre las 3 y 4 semanas en los protocolos convencionales. En comparación, según los patrones descritos por Lindhe et al., esta reorganización ocurre entre los 28 y 45 días posteriores a la cirugía (como se muestra en la figura adjunta).

En resumen, hubo una reducción del tiempo clínico para la reorganización gingival; arquitectura tisular definida en 48 horas; ausencia de signos inflamatorios exacerbados y estabilidad morfológica temprana.

Discusión

Los hallazgos clínicos observados sugieren que la modulación redox local, promovida por la solución salina ozonizada bajo microburbujeo, pudo haber actuado como un inductor biológico temprano de la resolución de la inflamación periimplantaria.²¹ La arquitectura gingival organizada en 48 horas, asociada a la ausencia de exudado y un ligero edema, indica una posible anticipación de la transición de la fase inflamatoria a la fase proliferativa de la reparación tisular.

Desde una perspectiva mecanicista, dicha respuesta es biológicamente plausible a la luz de los modelos de hormesis oxidativa descritos por Velio Bocci, en los que estímulos oxidativos controlados desencadenan la activación adaptativa de sistemas antioxidantes endógenos. La activación de la vía Nrf2/Keap1, con el consiguiente aumento de enzimas como la SOD, la catalasa y la glutatión peroxidasa, puede contribuir a limitar la activación persistente del NF-κB, favoreciendo una resolución inflamatoria más eficaz.

Paralelamente, la modulación del microambiente inmunitario puede haber favorecido la polarización de los macrófagos hacia el fenotipo reparador M2, un mecanismo consistente con los modelos regenerativos descritos por Choukroun et al.^{22, 23} El aumento de mediadores como TGF-β e IL-10, asociado a una reducción de las citocinas proinflamatorias sostenidas, constituye un entorno favorable para la angiogénesis y la proliferación de fibroblastos.

La actividad fibroblástica temprana y la organización inicial de la matriz extracelular observadas clínicamente podrían estar relacionadas con la estimulación metabólica celular inducida por el control redox local. Estudios experimentales demuestran que la exposición controlada al ozono puede aumentar la síntesis de colágeno tipo I y promover la neoangiogénesis, factores críticos para la formación de sellos biológicos periimplantarios.²⁴

Además, el efecto antimicrobiano del SSO₃, resultante de la oxidación de las membranas bacterianas y la ruptura de las biopelículas, puede haber contribuido a una reducción de la carga microbiana inicial, un factor clave para prevenir la inflamación exacerbada y lograr una estabilidad tisular temprana.

Limitaciones

Es fundamental destacar que se trata de un informe clínico aislado, sin grupo control ni mediciones histológicas ni bioquímicas. Por lo tanto, las correlaciones fisiopatológicas aquí presentadas deben interpretarse como hipótesis con fundamento biológico, sujetas a futuras investigaciones mediante ensayos clínicos aleatorizados y estudios traslacionales.

Conclusiones

La aplicación local de solución salina ozonizada (SSO₃) mediante microburbujeo demostró, en este informe clínico, un potencial relevante para acelerar la cicatrización gingival periimplantaria, observándose una reorganización arquitectónica a las 48 horas postoperatorias.

Los hallazgos sugieren que el control redox local puede modular estratégicamente la respuesta inflamatoria inicial al trauma quirúrgico, favoreciendo el equilibrio inmunológico, la organización tisular temprana y la estabilidad morfológica, compatible con las etapas tradicionalmente descritas solo después de varias semanas.

A la luz de los principios establecidos por el Comité Científico Internacional de Ozonoterapia (ISCO3) y basados en la 4ª Declaración de Madrid, los mecanismos implicados que incluyen la activación de la vía Nrf2/Keap1, la modulación del eje Nrf2/NF-κB, la polarización reparadora de macrófagos y la estimulación fibroblástica, respaldan una plausibilidad biológica consistente para el uso de SSO₃ como modulador redox estratégico en la implantología dental contemporánea.

También se observó que la aplicación sistémica antes y/o inmediatamente después de la cirugía puede ejercer un efecto de pre condicionamiento biológico, contribuyendo a una respuesta inflamatoria más controlada y predecible en el período inicial de cicatrización.

El control inflamatorio adecuado observado sugiere, además, una posible reducción en la necesidad de fármacos antiinflamatorios convencionales, un aspecto clínicamente relevante, especialmente en pacientes con restricciones sistémicas.

Desde una perspectiva preventiva, la modulación del microambiente oxidativo periimplantario puede representar una estrategia prometedora para reducir el riesgo de mucositis periimplantaria, al promover la estabilidad inmunológica y la integridad del sellado biológico.

Este caso refuerza la posibilidad de integrar terapias biorreguladoras en la práctica de la cirugía dental, ampliando el concepto tradicional de osteointegración a un modelo de integración biológica mejorada, en el que el control redox se configura como un componente estratégico de la longevidad periimplantaria.

Se recomiendan estudios clínicos prospectivos, controlados y aleatorizados para consolidar la evidencia científica y definir protocolos estandarizados.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

La realización del tratamiento y la publicación del estudio fue realizado, garantizando en todo momento el cumplimiento de los principios de confidencialidad, anonimato y ética clínica. Se firmó un consentimiento informado.

Financiación: El autor declara que este trabajo no ha recibido financiación específica de agencias del sector público y/o comercial. Ha sido realizado sin ánimo de lucro.

Conflicto de intereses: La autora declara no tener ningún conflicto de intereses en relación con el presente trabajo.

La autora es responsable de la concepción del estudio, el diseño metodológico, la revisión de la literatura y la redacción del manuscrito.

Agradecimientos: A la Dra. Adriana Schwartz por gran aporte a la ciencia del ozono y su guía y apoyo científico.

Referencias

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.