



UNESP - Universidade Estadual Paulista

“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Odontologia de Araraquara



Marcelo Borges Marques

**Avaliação da concentração de ozônio na água gelada potável e de injeção em
relação ao tempo**

Araraquara

2022



UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Marcelo Borges Marques

**Avaliação da concentração de ozônio na água gelada potável e de injeção em
relação ao tempo**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade
de Odontologia de Araraquara, da Universidade
Estadual Paulista, para a obtenção do grau de
Cirurgião-Dentista

Orientador: Prof. Dr. José Scarso Filho

Araraquara

2022

M357a Marques, Marcelo Borges

 Avaliação da concentração de ozônio na água gelada potável e de
 injeção em relação ao tempo / Marcelo Borges Marques. --
 Araraquara, 2022
 38 p. : tabs., fotos

 Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Odontologia) -
 Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia,
 Araraquara
 Orientador: Jose Scarso Filho

 1. Oxigênio. 2. Ozônio. 3. Terapêutica. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Odontologia, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Odontologia de Araraquara**

Marcelo Borges Marques

**Avaliação da concentração de ozônio na água gelada potável e de injeção em
relação ao tempo**

Orientador: Prof (a) Dr (a) José Scarso Filho

A black and white photograph of a handwritten signature in ink on a light-colored background. The signature is stylized and appears to read 'José Scarso Filho'.

Assinatura Orientador (a):

Assinatura Aluno (a):

Araraquara, 31 de março de 2022

Dedico esse trabalho de conclusão à todas as pessoas que me acompanharam nessa jornada de tamanha importância em minha vida, seja nas alegrias, nas tristezas, nas conquistas e adversidades que a vida coloca em nossa frente.

A Deus, aos meus Anjos da guarda e Guardiões Espirituais que me acompanham todos os dias e me auxiliam em minhas tomadas de decisões por terem participado junto a mim dessa conquista.

Aos meus pais Ricardo Marques e Rosana Maria Ribeiro Borges Marques pelo apoio, confiança, presença em todo o meu trajeto e também por sempre acreditarem em mim e em meu potencial. Meus maiores incentivadores da vida e que serei eternamente grato. Agradeço à minha madrinha Simone e meu padrinho Rogério por fazerem parte da minha caminhada e sempre estarem comigo quando precisei.

À minha namorada Giovanna Toguchi, por sempre se fazer presente cada segundo dos dias, das semanas, do meses e dos anos. Por ser uma pessoa que sempre me incentivou a seguir meu sonho nessa profissão e que sempre pude dividir meus momentos. Mesmo com a distância, não faltou apoio, amor e companheirismo. Com ela pude aprender muito sobre altruísmo, generosidade, gratidão e amor. Sei que juntos vamos seguir ainda mais alto e mais longe.

À minha dupla Maíra Bonassi Lucchesi, por ter dividido várias experiências profissionais comigo, sendo a pessoa a qual sempre me auxiliou e dividiu a cadeira odontológica todos esses anos. Algumas vezes com pequenas discussões e diferenças de filosofias, mas nunca perdendo o respeito e a admiração para com o outro, buscando sempre uma melhor resolução de nossos problemas do dia a dia e nossos casos.

Aos meus colegas de faculdade, que tornaram o ambiente muito mais leve e a quem sempre podemos contar. Meu amigo e irmão do peito João Maurício Varanda e todos os integrantes do “Tetinha”, que sempre foram essenciais nessa trajetória, do início ao fim. Principalmente por terem paciência comigo e dividirem o estresse, as horas de estudos sem dormir, os resumos, trabalhos, brincadeiras e horas compartilhadas em clínica que foram de extrema importância para meu crescimento pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu professor, orientador e conselheiro Prof. Dr. José Scarso Filho por sempre me incentivar e auxiliar no meu caminho acadêmico e crescimento profissional, por poder me introduzir nessa linha de estudo que eu não conhecia, mas já me senti completamente envolvido e agradecido por poder fazer parte. Sou grato por fazer parte de uma instituição que preza pelo aprendizado e crescimento do aluno, tal qual acolhimento na área de conhecimento que tanto amo, que é a cirurgia.

Ao Diretório Acadêmico da Faculdade de Odontologia de Araraquara, que pode fazer parte do meu crescimento pessoal, me ensinando a ser mais dedicado, altruísta e dar valor a pequenas coisas que eu sequer imaginava. Além de me regar com responsabilidades, foi um ambiente de muito acolhimento, risadas, trabalho e principalmente prazer em fazer projetos que podem mudar vidas. Sempre me recordarei dessa parte da minha vida com saudade e um sorriso no rosto.

Agradeço aos meus colegas de classe que se tornaram muito mais que colegas, mas sim amigos para uma vida toda, levarei o Tetinha pra sempre comigo. Ao meu amigo João Mauricio Varanda por todos os momentos e por saber que continuaremos sendo irmãos pro resto de nossas vidas. Foi uma honra fazer parte desse ciclo com todos vocês.

Agradeço à fundação PIBIC por ter proporcionado o desenvolvimento deste projeto com o intuito de desenvolver a produção científica deste país e por confiar na graduação de ensino público.

Marques MB. Avaliação da concentração de ozônio na água gelada e potável e de injeção em relação ao tempo [Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Odontologia]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2022.

RESUMO

O oxigênio é um elemento químico gasoso e estável que pode ser modificado para uma forma alotrópica, sendo chamado de ozônio, apresentando propriedades medicinais, mas com pouca estabilidade. Esta técnica é chamada de "oxigênio-ozônioterapia" e seu mecanismo de ação é estabelecido através da oxidação, promovendo uma incrível e versátil cascata de componentes derivados do ozônio (ROS). Capazes de trabalhar em diversos alvos, fazem com que ele se torne uma alternativa para o combate a inflamação e infecção podendo modular respostas reparacionais em tecidos, dependendo de sua concentração. Apesar da literatura nos propor resultados positivos com o uso da oxigênio-ozônioterapia e em sua conduta na clínica odontológica, ainda se faz necessário estudos mais profundos, principalmente com relação a perda da concentração que ocorre com o tempo, que modifica seu potencial de ação. Devido à sua alta instabilidade termodinâmica, a molécula se torna catalisável em condições de aumento de pressão e temperatura. Diante deste grande campo de atuação, traçando um projeto de utilização do veículo "água ozonizada", no qual todo o processo de refrigeração dos instrumentos rotatórios é feito por meio desta, este estudo tem como objetivo avaliar a variação da concentração da água gelada potável e de injeção coletada do tubo de ozonização em relação ao tempo. Para o experimento, será utilizado: água potável coletada em filtro e água para injeção (JP Indústria Farmacêutica S.A), colocadas em coluna vertical para ozonização da água, e através de um gerador de ozônio O&L 3.0 RM (Ozone & Life), será realizado a saturação dos líquidos com o gás ozônio a 50ug/mL por 10 minutos e analisados através de Kit para fotometria DissolvedOxygen SAM (Single-AnalytePhotometer) - Vacu-Vials Ozônio (CHEmetrics) para obtenção da concentração de ozônio. Os intervalos de tempo escolhidos para mensuração foram de: 0 (imediato), 10, 20, 40, 60 e 120 minutos. Os resultados evidenciaram as médias de concentração de ozônio da água ozonizada coletadas do tubo de ozonização no tubo vertical de ozonização foram: Tubo 11,90 ug/ml, tempo 0 de 11,90 ug/ml, tempo 10 minutos de 10,57ug/ml, tempo 20 minutos de 9,01ug/ml, tempo 40 minutos de 5,30ug/ml, tempo 60 minutos de 4,73ug/ml e tempo 120 minutos de 2,84ug/ml. As médias de concentração de ozônio da água ozonizada coletadas na seringa triplice de equipamento odontológico foram: Tubo 11,90 ug/ml, tempo 0 de 1,39, tempo 10 minutos de 0,95ug/ml, tempo 20 minutos de 1,04ug/ml, tempo 40 minutos de 0,27ug/ml, tempo 60 minutos de 0,26ug/ml e tempo 120 minutos de 0,17ug/ml, demonstrando uma diminuição acentuada quando passa pelo equipamento odontológico.

Palavras-chave: Oxigênio. Ozônio. Terapêutica.

Marques MB. Evaluation of the ozone concentration of drinking and injection water in relation to time [Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Odontologia]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2022.

ABSTRACT

Oxygen is a gaseous and stable chemical element that can be modified to an allotropic form, being called ozone, presenting medicinal properties, but with little stability. This technique is called "oxygen-ozone therapy" and its mechanism of action is established through oxidation, promoting an incredible and versatile cascade of ozone-derived components (ROS). Able to work on different targets, they make it an alternative to fight inflammation and infection, being able to modulate reparative responses in tissues, depending on their concentration. Despite the literature proposing positive results with the use of oxygen-ozone therapy and its conduct in the dental clinic, further studies are still necessary, especially regarding the loss of concentration that occurs with time, which modifies its action potential. Due to its high thermodynamic instability, the molecule becomes catalyzed under conditions of increased pressure and temperature. In view of this large field of action, outlining a project to use the vehicle "ozonized water", in which the entire cooling process of the rotating instruments is done through it, this study aims to evaluate the variation of the concentration of the chilled water potable and injection collected from the ozonation tube with respect to time. For the experiment, it will be used: drinking water collected in a filter and water for injection (JP Indústria Farmacêutica S.A), placed in a vertical column for ozonation of the water, and through an ozone generator O&L 3.0 RM (Ozone & Life), will be carried out the saturation of liquids with ozone gas at 50ug/mL for 10 minutes and analyzed using a DissolvedOxygen SAM (Single-AnalytePhotometer) - Vacu-Vials Ozone (CHEmetrics) photometry kit to obtain the ozone concentration. The time intervals chosen for measurement were: 0 (immediate), 10, 20, 40, 60 and 120 minutes. The results showed the average ozone concentration of ozonized water collected from the ozonation tube in the vertical ozonation tube were: Tube 11.90 ug/ml, time 0 of 11.90 ug/ml, time 10 minutes of 10.57ug/ml ml, time 20 minutes at 9.01ug/ml, time 40 minutes at 5.30ug/ml, time 60 minutes at 4.73ug/ml and time 120 minutes at 2.84ug/ml. The average ozone concentration of ozonated water collected in the triple syringe of dental equipment were: Tube 11.90 ug/ml, time 0 of 1.39, time 10 minutes of 0.95ug/ml, time 20 minutes of 1.04ug /ml, time 40 minutes of 0.27ug/ml, time 60 minutes of 0.26ug/ml and time 120 minutes of 0.17ug/ml, demonstrating a marked decrease when passing through the dental equipment.

Keywords: Oxygen. Ozone. Therapeutics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	07
2 PROPOSIÇÃO	11
3 REVISÃO DA LITERATURA	12
3.1 Histórico.....	12
3.2 A Ozônio Terapia.....	12
3.2.1 Mecanismo de ação.....	14
3.2.2 Propriedades biológicas do ozônio	15
3.3 Evidências Literárias Sobre Água Ozonizada.....	17
4 MATERIAL E MÉTODO.....	21
5 RESULTADO	24
6 DISCUSSÃO	26
6.1 Da Proposta	26
6.2 Dos Resultados	27
6.3 Da Importância do Trabalho para Produção Científica.....	29
7 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31
APÊNDICES	35

1 INTRODUÇÃO

O oxigênio é um elemento químico gasoso, estável que pode ser modificado para uma forma alotrópica triatômica chamado de ozônio, que apresenta diversas propriedades medicinais, mas com pouca estabilidade. Esta técnica é chamada de “oxigênio-ozonioterapia”. Esta molécula representa o elemento mais vital para a vida humana, quanto mais oxigênio possuímos em nosso organismo, mais energia produzimos e assim potencializamos a eficácia do nosso sistema imune em eliminar toxinas.

Naturalmente, obtemos o oxigênio por meio da respiração, que consiste em uma troca gasosa que ocorre dentro dos alvéolos pulmonares. Outra maneira de obtermos o oxigênio, efetivamente no nosso organismo, surgiu através da descoberta da oxigênio-ozonioterapia. A partir dessa descoberta, o gás ozônio passou então a ser cada vez mais estudado. Descobriu-se que esse gás é um alótropo do oxigênio, ou seja, é caracterizado pela capacidade de que um mesmo elemento químico poder originar uma ou mais substâncias simples.

Durante sua descoberta e até os dias de hoje, a oxigênio-ozonioterapia tem demonstrado, ao contrário do que se imaginava, resultados impressionantes no tratamento de diversas patologias através de seu efeito oxidativo. Desta forma, quando temos o ozônio como uma substância terapêutica é necessário enfatizar a importância de sua dosagem, que, deve ser criteriosamente calculada para que seja capaz de induzir um estresse oxidativo agudo, preciso e transitório. A partir do momento em que o ozônio é escolhido para atuar como um medicamento, e entendemos que ele vai causar esse tal estresse oxidativo nas células patológicas, é de fundamental importância sabermos como promover uma dose que deve estar acima de um certo limiar para ser eficaz, mas, não muito alto para não sobrecarregar os antioxidantes e se tornar tóxico¹.

Ozônio melhora o metabolismo do oxigênio, estimulando as enzimas antioxidantes já existentes, para que sejam capazes de estimular a reparação celular quase que imediatamente. Com isso, a saturação de oxigênio no sangue circulante aumenta, com consequente aumento do aporte de oxigênio às células

do organismo, da oxigenação e respiração celular. A circulação sanguínea também se torna facilitada devido às melhoras das propriedades sorológicas do sangue².

O ozônio é uma molécula termodinamicamente instável e catalisada em condições de aumento de pressão e temperatura. Apresenta uma meia vida de tempo curto e, se decompõe em oxigênio molecular (O_2)³ de uma maneira relativamente fácil e rápida. Ele é encontrado na natureza, na estratosfera, em forma de gás em uma concentração de 1-10 ppm, sendo continuamente criado e destruído em O_2 molecular⁴. Ambas as reações são catalisadas por luz ultravioleta de alta frequência a partir da luz solar⁵.

A fórmula do Ozônio é geralmente escrita como O_3 e também é conhecido como trioxigênio, porém, muito menos estável que o O_2 . O terceiro átomo de oxigênio que orbita ao redor da estrutura diatômica da molécula de oxigênio, existe por meio de uma ligação simples, e os outros dois átomos, por meio de uma ligação covalente dupla. Isso significa que esse terceiro átomo de oxigênio, na molécula do Ozônio, possui uma ligação muito fraca, o que torna a molécula altamente reativa. O ozônio existe, primordialmente, em forma de gás, que vive em busca de estabilidade e, devido à sua probabilidade em liberar oxigênio livre, tem sido utilizado na medicina humana há anos para combater bactérias, fungos e principalmente para inativar vírus. Ele é facilmente encontrado na superfície terrestre e sua importância se dá pelo fato de ser o único gás que filtra a radiação ultravioleta do tipo B, ou seja, a camada de ozônio, onde ele se encontra, é responsável por proteger os seres vivos de substâncias nocivas. Ele é 1,6 vezes mais denso e 10 vezes mais solúvel em água que o oxigênio⁶.

Oxigênio é uma molécula que apresenta uma dupla ligação química, contendo então dois átomos de oxigênio. Ao ser submetido à uma descarga elétrica (Corona Discharge) e, por ser termodinamicamente instável e catalisável em condições de aumento de pressão e temperatura, essa molécula é dividida e, onde antes havia uma molécula de oxigênio, agora apresenta dois átomos de oxigênio livres. A partir disso, estes dois átomos livres, passam a precisar se ligar a outras moléculas e, é nesta etapa que eles se ligam a uma outra molécula de oxigênio, levando à formação do Ozônio. Sua condição química instável estabelece a fácil

decomposição, liberando oxigênio puro e reestruturando a molécula de oxigênio mais estável⁷.

O ozônio voltado para o uso medicinal provém do oxigênio puro, dessa forma, há meios de gerar o gás, comercialmente. No processo do efeito Corona, ele é gerado por uma descarga elétrica em um tubo de inox que chamamos de reator de ozônio e, através deste tubo aplica-se uma descarga elétrica juntamente com um fluxo de ar gerando assim o gás ozônio, um gás com alto poder oxidante⁸.

Existem diversas ações do ozônio no corpo humano tais como: analgésica e imuno-estimulante; detoxificante e anti-hipóxia; antimicrobiano; bioenergético e biossintético (ativação do metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos); e outras mais⁹. Ozônio medicinal é uma mistura de oxigênio e ozônio puros na proporção de 0,05% a 5% de O₃ e 99,95% a 95% de O₂ respectivamente⁴.

A utilização do ozônio para fins terapêuticos teve seu primeiro relato na I Guerra Mundial quando Albert Wolf tratou com sucesso feridas de soldados alemães em putrefação, fraturas ósseas supuradas, fleimões e abscessos¹⁰.

Especificamente, o uso medicinal do O₃ induz a um moderado estresse oxidativo no organismo, quando interage com lipídeos ou quadros patológicos. Tal interação aumenta a produção endógena de antioxidantes, a perfusão local, o aporte de oxigênio, também otimiza as respostas imunes¹¹. Mais do que isso, o ozônio aumenta a estabilidade das células normais saudáveis¹² bem como oxida os agentes patógenos que podem habitar em nosso organismo.

A evolução da oxigênio-ozônioterapia vem crescendo cada vez mais na área da saúde, seja humana ou animal. Hoje em dia, aqui no Brasil, a ozônioterapia pode ser indicada como terapia complementar, tanto na medicina, quanto na veterinária e na odontologia. Sabe-se que a forma, primordial, de obtenção do ozônio é o gás, assim como o oxigênio, mas, ainda podemos adicionar mais duas formas básicas de obtenção desta molécula na Odontologia. Para melhor compatibilidade e aplicação aos tecidos orais, temos as formas de óleo ozonizado e a água ozonizada.

Um importante educador e conselheiro militar germano-americano, conhecido como Fritz Kramer¹³, já na sua época em 1940, pôde afirmar que o ozônio, na forma de água ozonizada, pode ser utilizado de inúmeras maneiras. De acordo com o

dentista alemão, estas seriam as principais ocasiões onde poderíamos utilizar a água ozonizada: como um potente desinfetante; agente hemostático; na limpeza feridas cirúrgicas em tecidos duros e moles; para aumentar o aporte local de oxigênio na área cirúrgica e, conseqüentemente, como agente cicatrizante; também pode aumentar a temperatura na região cicatricial e aumentar os processos metabólicos relacionados à cicatrização da ferida cirúrgica. Porém, a ausência de materiais adequados para seu desenvolvimento, tornou sua utilização mais complexa, razão pela qual deixou a evolução da ozonioterapia esquecida por um tempo.

A ozonioterapia é aplicável em diversas áreas da odontologia, com diversas terapêuticas, sendo estas estabelecidas devido às suas propriedades biológicas. Dessas propriedades, vários estudos foram e continuam sendo conduzidos em busca de um melhor aperfeiçoamento e manejo dessas suas propriedades.

Diversos estudos fazem referência a capacidade antimicrobiana do ozônio, agindo contra bactérias, vírus e fungos, principalmente na forma de água ozonizada, devido a maior facilidade de utilização na odontologia. Além disso, a água ozonizada impede o crescimento de alguns agentes patogênicos, pode ser utilizada para desinfecção da via oral, semelhante a Clorexidina, e em casos cirúrgicos, estabelece hemostasia, cria melhor visibilidade do campo operatório e oxida os tecidos expostos, auxiliando no reparo tecidual.

A influência da água ozonizada nos tecidos da cavidade oral, principalmente em relação à cicatrização epitelial, foi estudada por Filippi. Verificou-se que a aplicação diária desta água poderia acelerar o processo de reparação tecidual, além de agir como um importante meio de descontaminação da mucosa oral, envolvendo áreas como periodontia e implantodontia¹⁴.

2 PROPOSIÇÃO

O estudo proposto tem o objetivo de avaliar a variação da concentração da água gelada potável e de injeção coletada do tubo de ozonização em relação ao tempo. Para o experimento, será utilizado: água potável coletada em filtro e água para injeção (JP Indústria Farmacêutica S.A), colocadas em coluna vertical para ozonização da água, e através de um gerador de ozônio O&L 3.0 RM (Ozone & Life), será realizado a saturação dos líquidos com o gás ozônio a 50ug/mL por 10 minutos e analisados através de Kit para fotometria DissolvedOxygen SAM (Single-AnalytePhotometer) - Vacu-Vials Ozônio (CHEmetrics) para obtenção da concentração de ozônio. Os intervalos de tempo escolhidos para mensuração foram: I (tubo de ozonização), 0 (imediato), 10, 20, 40, 60 e 120 minutos.

Para isso, traçou-se um estudo com o seguinte propósito: ozonizar a água potável e de injeção, resfriadas em geladeira convencional, e avaliar a variação da concentração de ozônio em função do tempo, no tubo de ozonização e armazenadas em cadeira odontológica e coletadas na seringa tríplice no equipo da cadeira odontológica.

3 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura objetiva pautar a relevância dos estudos desse elemento e também contextualizar sua evolução com o passar dos anos.

3.1 Histórico

O gás ozônio foi descoberto em 1783 pelo médico e físico Martins Van Marum, que percebeu que ao redor de sua máquina eletrostática o ar apresentava um odor característico quando emitia descargas elétricas. Porém, somente em 1840 que Christian Friedrich Schonbein observou que a água submetida a uma descarga elétrica produzia odor estranho: se tratava de um gás semelhante ao oxigênio, que ele denominou como gás de ozon. Deste modo, Schonbein é reconhecido até os dias atuais como o pai da ozonioterapia.

Seguidos os anos, o físico Dr. Werner Von Siemens, em 1857 desenvolveu o que seria o primeiro Gerador de Alta Frequência, com duas placas de eletrodos interpostas de alta tensão clivando o oxigênio formando o gás ozônio. A primeira aplicação médica do ozônio foi em 1870 pelo Dr. C. Lender que o utilizou para purificar o sangue em tubos de ensaio. Em 1896 Nikola Tesla patenteou o primeiro gerador de O_3 nos USA (Bobina Tesla). Porém, suas primeiras aplicações terapêuticas só foram realizadas durante a I Guerra Mundial (1914-1918) quando Albert Wolf tratou com sucesso feridas de soldados alemães em putrefação, fraturas ósseas supuradas, fleimões e abscessos, conforme já publicado na revista THE LANCET, nos anos 1916 e 1917.

No entanto, o ozônio foi seriamente estudado pela comunidade científica somente em 1932 quando a água ozonizada foi utilizada como desinfetante pelo Dr. Edward Fisch, um dentista suíço. Ele teve a ideia de utilizar o gás ozônio e água ozonizada em sua prática. Fisch utilizou como antisséptico em cirurgias orais, no tratamento de feridas cirúrgicas, com o objetivo de aumentar o aporte de oxigênio, e no tratamento de alvéolos e de canais radiculares. Em 1959, Joachim Hansler e Hans Wolff desenvolveram o primeiro gerador de ozônio para uso médico, com dosagens precisas: este foi o protótipo dos geradores utilizados na atualidade⁹.

3.2 A Ozonioterapia

Bocci¹⁵ destacou que a ozonioterapia possui inúmeras aplicabilidades em

medicina, entre elas: tratamento de doenças infecciosas agudas e crônicas (particularmente devido à bactérias vírus e fungos resistentes à antibióticos e outros fármacos), osteomielites, enfisema pleural, peritonite, abscesso com fístula, escaras, úlceras crônicas, pé diabético, queimaduras, picadas de insetos, feridas infectadas, onicomicoses e candidíases, infecções herpéticas, herpes zoster e infecção por papiloma vírus, doenças autoimunes (esclerose múltipla, artrite reumatoide e doença de Crohn), doenças isquêmicas crônicas (cerebral e cardíaca) e muitas outras condições.

Bocci⁴¹ realçou que o progresso da ozônioterapia foi, por muito tempo, barrado devido a dogmas e outros equívocos. Entretanto, tal terapia quando bem utilizada por profissionais competentes e especializados, pode ser muito útil ao contrário do que a Medicina ortodoxa pensa parecer inadequada. A ozônioterapia é incrivelmente versátil devido à cascata de componentes, derivados do ozônio, capazes de atuar em vários alvos, levando assim a uma correção multifatorial do estado patológico.

Grupta et al.¹⁶ atribuíram que o ozônio na odontologia possui suas principais indicações nos seguintes tipos de tratamento: na periodontia (tratamento de gengivite, periodontite, peri-implantite e na profilaxia), para o tratamento de cáries, trincas de esmalte e tratamento de canais radiculares, clareamento dental, no tratamento de outras patologias (abscessos, granulomas, fístulas, aftas, herpes, estomatites e candidíases), em cirurgia (implantes, reimplante dental, exodontias, para acelerar a cicatrização e como agente hemostático), para desinfecção de próteses, no tratamento de DTMs, trismo e mioartropatias, entre outros.

Estudos avaliaram a eficácia da ozônioterapia como coadjuvante no tratamento de osteomielites crônicas. Oguz et al.¹⁷ mostraram menores contagens de bactérias quando o ozônio foi utilizado em conjunto com a terapia de oxigênio hiperbárico e vancomicina. Além disso, procedimentos cirúrgicos aliados a ozônioterapia têm proporcionado resultados satisfatórios em pacientes que fazem uso de bifosfonatos, evitando o surgimento de osteonecrose⁽²⁾.

Bonetti et al. (2004), citado por Daif¹⁸ trataram portadores de DTM com infiltração intra-articular injetando uma mistura de ozônio a 25ug/ml. Estes possuíam anomalias de posição do disco articular e de compressão disco-côndilo, com

osteoartrose e/ou osteoartrite ou osteonecrose avascular. Os resultados mostraram a resolução da sintomatologia dolorosa em 84% dos casos, confirmando o potencial do ozônio para o tratamento das DTM, em alternativa ao tratamento farmacológico⁷.

Apesar de todas essas aplicações da Ozônioterapia, ainda não há um protocolo padronizado para as concentrações e intervalos entre aplicações para cada tratamento, e nem mesmo um protocolo universal para a Ozônioterapia, Ferreira et al.¹⁹.

3.2.1 Mecanismo de ação

A Ozônioterapia pode ser evidenciada devido à sua cascata de componentes derivados do ozônio formando espécies reativas de oxigênio (ROS) e produtos de oxigenação de lipídios (LOPs).

As ROS são formadas a partir dos ácidos graxos poli-insaturados e dos compostos tiólicos das células. Já as LOPs são os produtos formados a partir do peróxido de hidrogênio. Os ROS e LOPs atuam na pele sendo reduzidos por antioxidantes enzimáticos, como a glutathione oxidase, o superóxido dismutase e a catalase, além de isoformas de vitamina E, vitamina C, ácido úrico e ubiquinol. Por isso, quando o ozônio é convertido em ROS e LOPs no plasma sanguíneo, ele atua desencadeando o processo terapêutico capaz de atuar em vários alvos, levando assim a uma correção multifatorial do estado patológico. Essas cascatas funcionam como uma resposta inicial ao sinal de um estresse oxidativo que induz ao potencial redutivo. Sempre que há uma situação de estresse oxidativo em nosso organismo, devemos interpretar como uma insuficiência do sistema imunológico em combater determinadas patologias.

O ozônio, quando entra no organismo humano sofre uma rápida dissociação da terceira molécula de oxigênio, e isso faz com que haja um aumento da oxigenação tecidual. A partir disso, aproximadamente 98% deste oxigênio é transformado em ATP, aumentando o metabolismo celular. Ou seja, não só as células patológicas processam essa nova carga de oxigenação, mas também as células saudáveis. Em doses controladas de ozônio, nosso sistema imune recebe então uma espécie de recarga. Os 2% restantes de oxigênio livre, vão ser convertidos em radicais livres. A reação dos radicais livres (ROS), apresentam uma meia vida aproximada de 60 segundos, ou seja, assim que ela entra em atuação,

rapidamente é degradada com auxílio da catálise, isso é a fase inicial. Pelo fato dessa cascata atuar somente no local da aplicação, quando ela atinge um nível alto de glicose nas hemácias e aumenta o aporte de oxigênio tecidual, ativa o sistema antioxidante endógeno. A partir disso, inicia-se aqui a fase tardia: que é a reação dos lipoperóxidos (LOPS). Mais claramente, lipídeos oxidados pelo ozônio geram lipoperóxidos que guiam então, o efeito sistêmico. A partir disso, devido à vasodilatação do estado patológico, as cascatas de derivados de ozônio são capazes de aumentar a concentração de oxigênio no local, permitindo que esse estresse oxidativo passe a ser controlado.

3.2.2 Propriedadesbiológicas do ozônio

Grande parte das propriedades biológicas da molécula do ozônio no corpo humano foram atribuídas com base nos diversos títulos da literatura que embasam este assunto. Sua capacidade de poder controlar o estresse oxidativo tanto das células saudáveis quanto das células patológicas foi a característica que impulsionou ainda mais entendermos a farmacodinâmica desta terapia complementar.

O ozônio é extremamente efetivo como desinfetante, com uma performance muito superior ao hipoclorito de sódio, formaldeído, e ácido acético, comumente utilizados nos sistemas de tratamento de água²⁰. Filippi²¹ realizou um estudo comparativo sobre a desinfecção da água em equipamentos odontológicos utilizando ozônio e peróxido de hidrogênio/íons prata por um período de 11 anos e, através de testes microbiológicos, constatou que os resultados apresentados a longo prazo apontaram que a desinfecção por ozônio é atualmente o método mais confiável para se manter a água dos equipamentos odontológicos livre de bactérias. Sua capacidade desinfetante abrange tanto bactérias Gram + como Gram -, além de diversos fungos e bactérias.

A ação antimicrobiana do ozônio pode ser descrita em duas fases, nas quais a sua capacidade em eliminar bactérias, fungos e vírus pode ser afirmada. A ação direta se inicia logo no começo de sua atuação no organismo, a partir do momento em que os ácidos graxos poliinsaturados da membrana bacteriana sofre uma oxidação, ocorre a lise bacteriana. Ou seja, pelo fato da maioria das células patológicas não serem portadoras de agentes antioxidantes, ao sofrer o então

chamado estresse oxidativo, a célula interpreta isso como uma “chuva de granizo” em sua parede celular, e ocorre a ruptura da célula bacteriana.

Outra propriedade biológica do ozônio, afirmada por Kim²², é seu efeito analgésico no qual pode ser explicado pelo fato desta molécula ser capaz de neutralizar mediadores da dor. Atua neutralizando mediadores neuroquímicos da sensação dolorosa, facilitando a metabolização e eliminação de mediadores inflamatórios como histamina, quinina e bradicinina. Por isso é utilizado como coadjuvante no tratamento de algumas dores crônicas. Também inibe a ciclooxigenase II evidenciando a redução da hiperpermeabilidade, edema e dor²⁵.

Ferreira et al.² avaliaram a cicatrização de feridas cutâneo tratadas com óleo ozonizado, e pode-se concluir que a aplicação na forma tópica pode acelerar a cicatrização de feridas agudas cutâneas, promovendo a síntese de colágeno e a proliferação de fibroblastos no local da lesão e o aumento da expressão de fatores de crescimento tais como PDGF, TGF- α e VEGF.

Também existem casos em que o uso do ozônio como antisséptico em cirurgias bucais, utilizado na irrigação de feridas e na hemostasia durante a cirurgia, contribuiu com a melhora do processo de reparo através de estímulos à vascularização e maior oxigenação local, como indicam os estudos de Traina²³. Na técnica de exodontia, a água ozonizada pode ser utilizada como meio auxiliar, atuando como agente irrigante durante a ostectomia de terceiros molares, ao se reduzir a ocorrência de complicações infecciosas após a cirurgia, sendo indicada também para aplicações profiláticas contra infecções após osteomielite²⁴.

Tem-se também, como aditivo, o enorme potencial de oxidação pelas moléculas de ôzônio no tecido. De acordo Schwarz²⁵, devido a essa sua característica, o ozônio é um agente ativo contra fungos, bactérias e vírus. Dito isso, tem-se alguns vírus que são mais suscetíveis a ação do ozônio do que outros; foi-se constatado que vírus envoltos por lipídios são mais afetados que os vírus sem essa camada de lipídeos.

Schwarz²⁵ estabelece que o enorme potencial de oxidação pelas moléculas de ozônio no tecido estabelece a característica que o ozônio é um agente ativo contra fungos, bactérias e vírus. Alguns vírus são mais suscetíveis a ação do ozônio do que outros; constatado, que vírus envoltos por lipídios são mais afetados que os vírus

sem essa camada de lipídeos.

Bardellini²⁶ fez os primeiros ensaios sobre a aplicação da água ozonizada em cadeira odontológica, ressaltando que hoje em evidência, o vírus 2019-nCoV, SARS e MERS, são todos envolvidos por lipídios que são oxidáveis por água ozonizada.

3.3 Evidências Literárias Sobre Água Ozonizada

Sadatullah et al.²⁷ citaram em seus estudos a eficácia da água ozonizada a 0,1ppm no combate a certos tipos de microrganismos presentes no biofilme bucal (placa bacteriana). A exposição à água ozonizada por 30 segundos, através de bochechos, reduziu a população total da placa bacteriana formada durante 24 horas em 45,3%.

Nagayoshi et al.²⁸ também examinaram o efeito da água ozonizada nos microrganismos bucais e na placa dental. As amostras de placa dental foram tratadas com 4 ml de água ozonizada por 10 segundos. Os autores observaram que a água ozonizada foi efetiva ao combater microrganismos orais Gram+ e Gram- e *Candida albicans* oral em cultura pura. Também observaram a efetividade da água ozonizada em combater bactérias no biofilme e no controle de microrganismos responsáveis por infecções orais, presentes na placa dental.

Em um outro trabalho, Nagayoshi et al.²⁹ testaram a eficácia de três diferentes concentrações de água ozonizada (0,5; 2 e 4 µg/ml em água destilada) na inativação de micróbios cariogênicos, periodontopatogênicos, e endodontopatogênicos (*Streptococcus*, *Porphyromonas gingivalis* e *endodontalis*, *Actinomyces actinomycetemcomitans* e *Candida albicans*) em cultura e em biofilmes. Eles confirmaram que a água ozonizada foi altamente efetiva tanto para microrganismos Gram+ quanto para Gram-. Dependendo da dosagem, os microrganismos orais foram inativados em 10 segundos. Os Gram- anaeróbicos, tais como *Porphyromonas endodontalis* e *gingivalis*, foram substancialmente mais sensíveis à água ozonizada que os Gram+, *Candida albicans* e *Streptococcus* orais, em cultura pura. Além disso, a água ozonizada teve uma atividade bactericida potente contra bactérias no biofilme da placa e também inibiu o acúmulo da placa dental experimental in vitro.

Mon et al.³⁰ fizeram uma pesquisa comparando os efeitos da água ozonizada, conjuntamente a clorexidina e água à base de ervas, como exaguentes orais em crianças e seus efeitos nos níveis de *Streptococcus mutans* na saliva. Nesse estudo, foram selecionadas crianças entre 10 e 12 anos de idade, sem problemas sistêmicos, que fizeram uso de antibióticos no último mês e que estão passando por tratamento ortodôntico. Como conclusão, notou-se que cada um obteve vantagem em determinado meio, sendo que a água ozonizada foi a mais eficaz na diminuição dos debris, a clorexidina atuando eficientemente melhor na diminuição da *Streptococcus mutans* e a água à base de ervas no cálculo dentário.

Huth et al.³¹ em seus estudos, declararam que a forma aquosa do ozônio, como um potente agente antisséptico, apresentou menos citotoxicidade que a forma gasosa ou os antimicrobianos convencionais (digluconato de clorexidina 2%, 0,2%; hipoclorito de sódio (NaOCl) 5,25%, 2,25%; peróxido de hidrogênio (H₂O₂) 3%). Os autores afirmam que o ozônio aquoso preenche as melhores características biológicas celulares em termos de biocompatibilidade para aplicação oral.

Herbold et al.³² em seus estudos ressaltam que a concentração de ozônio necessária para desinfetar água potável é extremamente baixa, sendo a aplicação de 0.4ug/mL durante 4 minutos. Isso afirma a propriedade desinfetante do ozônio e antimicrobiana, podendo ser usado em tratamentos odontológicos e por toda a medicina, quando na concentração correta e segura.

Ebensberger et al.³³ avaliaram o efeito da irrigação com água ozonizada na proliferação de células no ligamento periodontal que aderiram às superfícies radiculares de 23 terceiros molares erupcionados recém extraídos. Os dentes foram aleatoriamente tratados com irrigação intensa por 2 minutos com água ozonizada ou solução salina estéril (grupo controle). As células periodontais destes dentes foram estudadas imuno-histo-quimicamente a fim de marcar antígenos de proliferação celular (PCNA). Os autores observaram maiores índices de PCNA nos dentes irrigados com ozônio, concluindo que os dentes tratados com água ozonizada levaram não só a uma limpeza mecânica, mas também uma descontaminação da superfície radicular, sem causar efeito negativo nas células periodontais remanescentes na superfície dental.

Em um outro estudo, Huth et al.³⁴ examinaram o efeito do ozônio na resposta

do sistema imunológico e escolheram o sistema NF-kappa β , um complexo proteico de sinalização associado à inflamação, para a realização deste estudo. Os autores observaram que a resposta imunológica em células no ligamento periodontal das superfícies radiculares de dentes periodontalmente comprometidos foi inibida após a incubação em meio ozonizado. Este estudo, os autores estabeleceram uma condição sob a qual a água ozonizada exerceu efeitos inibitórios no sistema NF-kappa β , sugerindo assim, que ela possui uma capacidade anti-inflamatória também.

Moraschini et al.³⁵ em suas revisões afirmam que o ozônio tem uma grande e eficaz compatibilidade com células do tecido periodontal e fibroblastos gengivais; além disso, concluiu que, apesar de não haver uma diferença tão significativa nos tecidos periodontais comparando Clorexidina 2% e água ozonizada, a inefetividade da ozonioterapia em tratamentos periodontais não-cirúrgicos não pode ser considerada definitiva, devido a seus princípios biológicos favoráveis.

Azuma et al.³⁶ avaliaram, em um estudo utilizando modelo animal (ratos), os efeitos anti-inflamatórios da água ozonizada no tratamento de peritonite induzida. Os autores observaram que as concentrações do ozônio dissolvido diminuíram constantemente e linearmente, e que a meia vida do ozônio dissolvido foi de 36.8 ± 2.7 minutos (a 27° C). Os resultados sugeriram que a água ozonizada possui propriedades anti-inflamatórias e que pode ser uma boa opção terapêutica nas inflamações agudas.

Filippi³⁷ observou em seus estudos a influência da água ozonizada no processo de cicatrização das feridas cirúrgicas da cavidade oral. Descobriu que a água ozonizada aplicada diariamente pode acelerar o índice de cicatrização na mucosa oral. O efeito foi mais evidente nos dois primeiros dias pós-operatórios.

Kuroda et al.³⁸ conduziram um estudo que relacionou a segurança da água ozonizada e seus efeitos anti-tumorais, em modelo animal. Os autores separaram os ratos em dois grupos, sendo que um grupo recebeu tratamento com células tumorais para a indução tumoral e o outro grupo não (controle). A administração de água ozonizada não foi associada a nenhum efeito deletério em tecidos normais. Por outro lado, a administração local de água ozonizada diretamente no tecido tumoral induziu à necrose e inibiu a proliferação de células tumorais. Tais resultados indicaram que a água ozonizada não afeta os tecidos normais, mas afeta somente o

tecido tumoral por necrose seletivamente induzida. Há uma possibilidade de que isto aconteça devido à produção de espécies reativas de oxigênio (ROS).

Kim et al., citados por Chun-Chieh Tseng e Chih-ShanLi³⁹, em 2006, afirmam que o ozônio provavelmente reage com os vírus tanto pela reação direta com a molécula de ozônio bem como pela reação indireta com os radicais livres formados pelo ozônio já decomposto. Ainda, pôde-se afirmar que a comunidade viral sofre um ataque das moléculas de ozônio ao atingirem sua estrutura proteica que compõe o seu capsídeo.

Küçük et al.⁴⁰, por meio de um estudo comparativo com o Hipoclorito de Sódio 2,5% (NaOCl) para desinfecção oral por irrigação, observaram que o ozônio tem um poderoso efeito antimicrobiano contra bactérias, fungos e vírus, além de incapacitar o crescimento de alguns agentes patogênicos. Isso, também, devido a seu enorme potencial de oxidação nos tecidos nos tecidos.

Dessa forma, foi possível observar que a susceptibilidade de inativação destes microrganismos rege em função da concentração do ozônio, valor de pH (da microbiota oral e/ou da presença de um processo inflamatório), temperatura da água, grau de saturação do ozônio nas moléculas da água e compostos orgânicos. Ainda, podemos constatar que para a inativação de algum microrganismo, a concentração do ozônio na água e o tempo decorrido desde sua produção, influenciam na capacidade de efetivar a quebra do capsídeo proteico que envolve o núcleo ácido de cada microrganismo, expondo-o fazendo com que a sua lise seja completada.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste experimento foi utilizada água para injeção (JP Indústria Farmacêutica S.A), água potável coletada em filtro de água (Europa), coluna vertical de água para ozonização (Ozone & Life), gerador de ozônio O&L 3.0 RM (Ozone & Life), Kit para fotometria DissolvedOxygen SAM(Single-AnalytePhotometer) Vacu-Vials Ozônio (CHEmetrics) com trinta ampolas para teste, 2 cubetas de teste 25ml, uma ampola em branco (zero teste) e um frasco de solução ativadora A-7400 (líquido ativador reagente ao ozônio), além de um Termômetro digital modelo FR1DZ1 (G-tech sem contato).

A água para injeção (bolsa) e a água potável foram acondicionadas em geladeira, após período de 2 horas para atingirem a mesma temperatura, foi colocada em uma coluna de vidro preenchendo um volume de 500 ml, em uma temperatura de sala inicial mensurada em 22°C (refrigerada por ar-condicionado). A esta coluna foi conectada o aparelho gerador de ozônio. O equipamento gerador de ozônio foi ligado durante 10 minutos a fim de aquecer a ampola. Com equipo de 3 vias de distribuição do gerador de ozônio canalizando o fluxo de ozônio para o neutralizador, o cilindro de oxigênio foi aberto e o regulador posicionado em fluxo de saída em 0.25ml por minuto, o gerador foi calibrado para potência 7 com equivalência para 50µg/ml. Equipo de 3 vias de distribuição foi direcionado para a coluna vertical e mantido em fluxo constante por um período de 10 minutos.

Ao final do experimento o gás ozônio foi redirecionado para o neutralizador, o fluxo e o cilindro de oxigênio foram fechados e o aparelho de ozônio posicionado em zero de potência e desligado.

Foram constituídos dois grupos, o com água potável (grupo de água potável) e com água de injeção (grupo de água de injeção). Os grupos foram analisados separadamente em cada experimento, e quantificados a concentração de ozônio na água em dois locais: no próprio tubo de ozonização e na cadeira odontológica.

Para ser quantificado na cadeira odontológica, metade a água ozonizada foi removida da coluna vertical, e transferidas para o reservatório de água do equipo odontológico, da marca Dabi Atlante, e fechada para pressurização do equipamento com compressor regulado em 120Libras. No trajeto dentro da tubulação para a cadeira, existe uma válvula (Bap) que realiza a transferência da pressão, para

80Libras dentro do equipo e quando essa água é acionada para a refrigeração dos instrumentos rotatórios, essa pressurização também sofre uma alteração e passa a girar em torno de 60-80 Libras.

Os intervalos de tempo aguardados para mensuração da concentração de ozônio foram: I (inicial ao ser coletado do tubo vertical de ozonização), 0 (imediate), 10, 20, 40, 60 e 120 minutos.

O experimento foi dividido em dois grupos: Grupo T (tubo) onde foi coletado a água ozonizada nos tempos: I(inicial), 0, 10, 20, 40, 60 e 120 minutos correspondendo grupos GTI, GT0, GT10, GT20, GT40, GT60 E GT120; e o Grupo C (cadeira) onde foi coletado a água ozonizada nos tempos: I (inicial), 0, 10, 20, 40, 60 e 120 minutos correspondendo grupos nGCI, nGCO, nGC10, nGC20, nGC40, nGC60 E nGC120, sendo realizado 4 testes padronizados representados pelo n (numero de 1 a 4) inseridos em tabela contendo os dados da concentração de ozônio.

Para coleta nos tempos acima foi utilizado 25 ml de água ozonizada em cuba apropriada contendo solução ativadora do experimento(4 gotas do reagente).

Em cada experimento, o aparelho SAM Photometer foi utilizado para medir a quantidade de ozônio presente em cada amostra (ampola). Inicialmente o fotômetro foi calibrado com uso de ampola teste. Para tal finalidade a ampola teste foi inserida no aparelho e este colocado na posição de calibragem até a que a marca zero aparecesse no visor.

Com o fotômetro calibrado, uma ampola de teste foi posicionada invertida dentro da cuba contendo a água ozonizada e o reagente encaixando sua ponta em um dos ressaltos existentes no fundo da desta. A seguir, a ponta da ampola foi quebrada, pressionando-a contra a parede inferior da cuba, fazendo com que a ampola fosse preenchida automaticamente, devido ao vácuo formado, pela solução existente na cuba, adquirindo após a reação química uma cor rósea. Foi aguardado o tempo de 1 minuto para que as reações químicas finais colorimétricas ocorressem.

A partir dos processos anteriores, a ampola foi seca, mensurada e registrada o tempo do experimento e posicionada dentro do fotômetro onde foi feita a leitura digital da concentração de ozônio por colorimetria. Quando os indicadores da

amostra apontaram índices elevados, acima de 4.5 µg/mL (High) mensurados no fotômetro, a mistura foi rapidamente diluída em 1:2 e medida novamente no fotômetro. O novo resultado obtido pela fotometria foi anotado na tabela, sendo multiplicado por dois (x2).

5 RESULTADO

Os valores da concentração de ozônio em cada grupo (I, 0, 10, 20, 40, 60 e 120 minutos) coletados do tubo de ozonização e da seringa tríplice na cadeira odontológica foram utilizados para gerar o Quadro 1.

Quadro 1 –Concentração de ozônio na água

T	1GT	1GC	2GT	2GC	3GT	3GC	4GT	4GC	MC	MT
tubo	10,68	10,68	13,12	13,12	10,08	10,08	13,72	13,72	11,90	11,90
I	10,68	0,79	13,12	1,65	10,08	1,31	13,72	1,79	1,39	11,90
10	9,60	0,59	11,88	1,00	9,18	0,70	11,56	1,50	0,95	10,57
20	8,40	1,26	9,68	1,18	8,04	0,43	9,92	1,27	1,04	9,01
40	6,18	0,75	6,10	0,01	4,06	0,31	4,76	0,00	0,27	5,30
60	3,46	0,01	6,12	0,32	4,42	0,29	4,90	0,42	0,26	4,73
120	3,15	0,00	4,00	0,10	2,42	0,21	1,79	0,36	0,17	2,84

Concentração da água ozonizada ($\mu\text{g/mL}$) coletada do tubo (T) e da seringa tríplice © dos 4 grupos T e C em relação ao tempo decorrido após a ozonização da água, nos diferentes momentos de avaliação. Média da concentração (MC e MT) da água ozonizada nos diferentes momentos de avaliação.

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 2 – Médias das concentrações

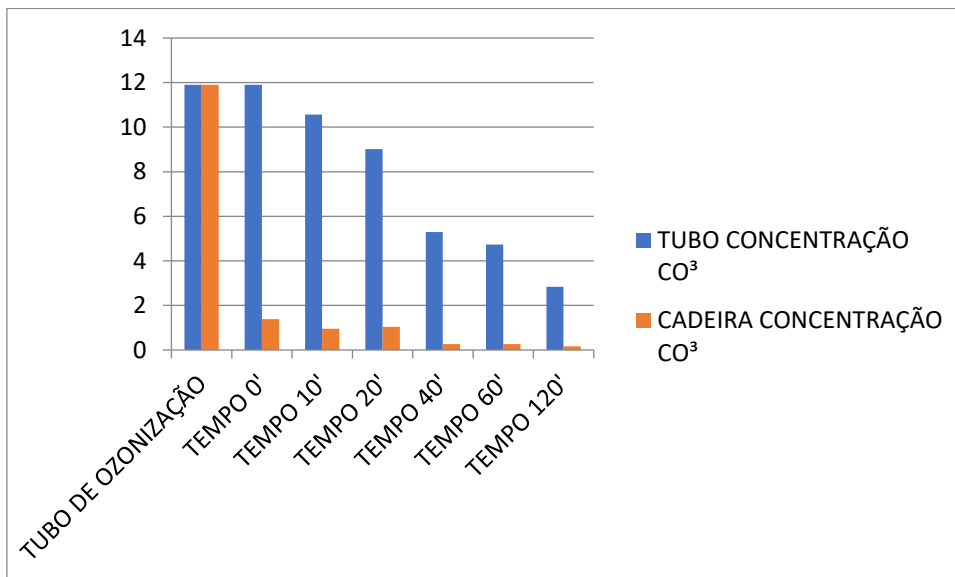
APARELHOS	VARIÁVEIS	TUBO DE OZONIZAÇÃO	TEMPO 0'	TEMPO 10'	TEMPO 20'	TEMPO 40'	TEMPO 60'	TEMPO 120'
TUBO	CONCENTRAÇÃO CO_3	11,90	11,90	10,57	9,01	5,30	4,73	2,84
CADEIRA	CONCENTRAÇÃO CO_3	11,90	1,39	0,95	1,04	0,27	0,26	0,17

Média da concentração da água ozonizada ($\mu\text{g/mL}$) coletada do tubo (T) e da seringa tríplice © dos 4 grupos T e C em relação ao tempo decorrido após a ozonização da água, nos diferentes momentos de avaliação.

Fonte: Elaboração própria.

Os valores das médias da concentração de ozônio foram utilizados para a confecção de um gráfico da concentração em função do tempo (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Médias



Média da concentração da água ozonizada (µg/mL) coletada da seringa tríplice de 4 grupos em relação ao tempo decorrido após a ozonização da água, nos diferentes momentos de avaliação.

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados evidenciaram que a meia vida do ozônio saturado na água, no tubo de ozonização baseado no gráfico de tempo em minutos foi de 34 minutos. Os resultados não evidenciaram a meia vida do ozônio quando saturado na água, coletado da seringa tríplice na cadeira odontológica.

As médias de concentração de ozônio nas água ozonizada coletadas do tubo de ozonização no tubo vertical de ozonização foram: Tubo 11,90 ug/ml, tempo 0 de 11,90 ug/ml, tempo 10 minutos de 10,57ug/ml, tempo 20 minutos de 9,01ug/ml, tempo 40 minutos de 5,30ug/ml, tempo 60 minutos de 4,73ug/ml e tempo 120 minutos de 2,84ug/ml

As médias de concentração de ozônio nas água ozonizada coletadas na seringa tríplice de equipamento odontológico foram: Tubo 11,90 ug/ml, tempo 0 de 1,39, tempo 10 minutos de 0,95ug/ml, tempo 20 minutos de 1,04ug/ml, tempo 40 minutos de 0,27ug/ml, tempo 60 minutos de 0,26ug/ml e tempo 120 minutos de 0,17ug/ml.

6 DISCUSSÃO

Tem-se esta discussão para tratar da importância dessas pesquisas nos dias atuais, dado o avanço tecnológico e aumento de pesquisas.

6.1 Da Proposta

Dado o avanço temporal, tecnológico e o aumento do número de pessoas no planeta, fica cada vez mais evidente ao longo dos anos que o consumo de água também aumente exponencial e gradativamente. Além disso, tem-se, também, como contribuintes o aumento do desperdício e do uso excessivo de suprimentos naturais. Dessa maneira, torna-se fato que bilhões de pessoas são afetadas por essas ações propriamente feitas por humanos, que causaram a menor disponibilidade desses suprimentos de tamanha importância. Com a insuficiência desses mantimentos, bem como com o aumento populacional e a demanda dos mesmos, várias doenças acometeram a humanidade e problemas de saúde acabaram surgindo e se alastrando por todo o mundo, tal qual a COVID-19. Graças a isso, a iniciativa pública foi e ainda é a de um tratamento de água sem grandes investimentos. Meyer⁴² afirma que a utilização do cloro para desinfetar a água, apesar de sua eficiência, acaba por gerar compostos considerados tóxicos para o organismo humano.

No contexto da odontologia, tem-se conhecimento de que a água é de suma importância nos procedimentos diários do profissional, haja vista que é a mola propulsora do equipo odontológico. Não apenas sendo utilizada em seringa tríplice, temos como modos de utilizá-la em motores de alta rotação e baixa rotação para o resfriamento dos instrumentos.

A molécula do ozônio, apesar de instável em determinadas condições de temperatura e pressão, tem sido bastante utilizado como aliado no tratamento de água para que sirva na cadeira odontológica. De acordo com Nogales¹⁰, tanto na medicina quanto na odontologia é possível utilizar o gás *in natura* associado a um veículo com a finalidade de retardar a sua instabilidade. Tal efeito está diretamente vinculado aos fatores como temperatura, pressão, pH e viscosidade do meio. Quanto mais baixa a temperatura e mais viscoso é o meio, maior a durabilidade do O₃. Entretanto, as formas mais eficientes de aplicação se encontram na forma *in natura* e no ozônio diluído em água bidestilada resfriada.

Hoje em dia, o ozônio se tornou um grande alicerce às terapias odontológicas, diferentemente de outras substâncias também experimentadas para a desinfecção de água. As suas propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e detoxificantes, já comprovadas, faz com que a sua utilização seja ainda mais feita em consultórios odontológicos^{23,27,29,33,38}.

No estudo de Nagayoshi et al.²⁹ onde foi testada a eficácia de três concentrações de água ozonizada na inativação de algumas microbiotas presentes na cavidade oral. Eles confirmaram que a água ozonizada foi altamente efetiva tanto para microrganismos Gram+ quanto para Gram-. Dependendo da dosagem, os microrganismos orais foram inativados em 10 segundos. Além disso, o mesmo autor ainda afirmou que a água ozonizada teve uma atividade bactericida potente contra bactérias no biofilme da placa e também inibiu o acúmulo da placa dental experimental in vitro.

Já Bocci⁴¹, em seus estudos contrariando a década passada, demonstrou que o ozônio que tinha sua aplicação considerada prejudicial em doenças infecciosas crônicas, e até na odontologia, mostrou-se diferente com resultados impressionantes, tornando a Ozonioterapia algo funcional. Reforçando que a dose de ozônio deve ser correta, haja vista que menores doses não possuem efeitos terapêuticos e doses acima do indicado tornam-se tóxicas ao organismo.

Tais literaturas apresentadas mostram a importância das mesmas no meio científico e também o poder da água ozonizada em relação a resistência às bactérias e biofilmes das mangueiras do equipo odontológico em comparação ao cloro para sua limpeza, como relata Huth³¹. Isso ressalta a importância da água na odontologia, tendo grande participação em quase todos os procedimentos odontológicos, tornando os resultados das pesquisas científicas ainda mais concretos e permitindo cada vez mais a sua utilização clínica com maior eficácia e segurança, como vem acontecendo com o passar dos anos.

6.2 Dos Resultados

A literatura nos respalda com uma abrangente literatura, que nos forneceu o conteúdo necessário para determinarmos os materiais e métodos mais eficazes para

a avaliação de concentração da água ozonizada quando coletada da seringa tríplice no equipo odontológico.

Diante dos resultados, foi possível afirmar a instabilidade da concentração do ozônio diante de mudanças de temperatura. Fato esse que nos leva ainda a avaliar como mantemos uma temperatura ambiente e constante do nosso consultório odontológico. O auxílio de condicionadores de ar faz com que a temperatura seja mantida em um padrão pré-determinado para aquele ambiente, bem como a temperatura do local onde se encontra o consultório e do dia também devem ser levadas em consideração para que os resultados possam ser validados. O aumento de temperatura na água ozonizada faz com que a movimentação molecular seja aumentada, confirmando a fácil decomposição do ozônio em oxigênio molecular³.

Ainda sobre a questão da instabilidade da concentração do ozônio na água em situações de aumento de pressão, foi observado que as pressurizações das cadeiras odontológicas podem variar dentre as marcas. Para o presente estudo, foram utilizadas as cadeiras da marca Dabi Atlante, nas dependências da Associação Brasileira de Odontologia Regional de Araraquara. Esse fato, determina a grande variância de resultados que podem ser obtidos em diferentes marcas de equipos odontológicos.

Em suma, as mangueiras que compõem o equipo odontológico podem ainda apresentar uma grande variedade de microrganismos vivendo em comunidade por dentro, podendo se acumular por anos. Apesar da concentração do ozônio ser efetiva para inativar uma variedade de microrganismos, a sujidade presente nas mangueiras acaba por inativar a água ozonizada quando passada pela primeira vez³⁹. Assim, os resultados obtidos neste presente estudo podem ter sofrido a influência de vários anos de uso das cadeiras odontológicas da ABO de Araraquara.

Em seu artigo, Chun-Chieh Tseng e Chih-Shan Li³⁹ relatam que a capacidade da sobrevivência dos microrganismos são indiretamente proporcionais ao aumento exponencial da concentração de ozônio, independentemente da forma como ele é administrado. Isso se torna possível graças as propriedades biológicas do ozônio juntamente ao veículo, que é a água nos casos odontológicos mais registrados. Além disso, é impressionante como uma baixa concentração de ozônio (1ug) e um

pequeno tempo em contato com a superfície desejada (1 minuto) já fazem com que ocorra a inativação de uma série de vírus³⁹, fungos e bactérias.

6.3 Da Importância do Trabalho para a Produção Científica

É imprescindível dar destaque a Friedrich Schonbein, que iniciou seus estudos sobre a ozonioterapia em meados de 1840. Após o início desses estudos, muitos cientistas e intelectuais deixaram essa linha de pesquisa de lado, devido à dificuldade que se encontrava em obter geradores, sua aplicabilidade e a falta de dados científicos benéficos às pesquisas.

Com o passar do tempo e o avanço da tecnologia, as pesquisas alavancaram e a ozonioterapia tornou-se material de estudo mais aprofundado e aplicável clinicamente, tendo maiores embasamentos e estudos que fazem com que seja mais prático do que uma pesquisa teórica puramente, como antigamente.

A partir desta necessidade de haver estudos clínicos que comprovem a vida útil do ozônio quando utilizado através da água, foi elaborado o presente trabalho. Os resultados aqui obtidos são marcantes e determinantes para a aplicação da ozonioterapia, não só na prática clínica, bem como para a padronização do seu uso no dia a dia dos consultórios.

É fundamental que mais estudos se façam presentes para a complementação deste a fim de determinarmos mais protocolos de utilização da água ozonizada nos tratamentos odontológicos.

7 CONCLUSÃO

Tendo como base os estudos atribuídos e os achados clínicos científicos, tem-se como conclusão que a concentração da água ozonizada diminui em função do tempo na cadeira odontológica.

Os resultados evidenciaram que a meia vida do ozônio saturado na água, no tubo de ozonização baseado no gráfico de tempo em minutos foi de 34 minutos. Os resultados não evidenciaram a meia vida do ozônio quando saturado na água, coletado da seringa tríplex na cadeira odontológica.

As médias de concentração de ozônio nas água ozonizada coletadas do tubo de ozonização no tubo vertical de ozonização foram: Tubo 11,90 ug/ml, tempo 0 de 11,90 ug/ml, tempo 10 minutos de 10,57ug/ml, tempo 20 minutos de 9,01ug/ml, tempo 40 minutos de 5,30ug/ml, tempo 60 minutos de 4,73ug/ml e tempo 120 minutos de 2,84ug/ml

As médias de concentração de ozônio nas água ozonizada coletadas na seringa tríplex de equipamento odontológico foram: Tubo 11,90 ug/ml, tempo 0 de 1,39, tempo 10 minutos de 0,95ug/ml, tempo 20 minutos de 1,04ug/ml, tempo 40 minutos de 0,27ug/ml, tempo 60 minutos de 0,26ug/ml e tempo 120 minutos de 0,17ug/ml.

REFERÊNCIAS*

1. Bocci V. Ozone as Janus: this controversial gas can be either toxic or medically useful. *MediatorsInflamm*. 2004; 13(1): 3-11.
2. Ferreira S, Mariano RC, Garcia Júnior IR, Pellizer EP. Ozônioterapia no controle da infecção em cirurgia oral. *Rev Odontol Araçatuba*. 2013; 34(1): 36-8.
3. Burns DT. Early problems in the analysis and the determination of ozone. *Fresenius J Anal Chem*. 1997; 357, 178–83
4. Azarpazhooh A, Limeback H. The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *J Dent*. 2008; 36(2): 104-16.
5. Tarrass F, Benjelloun M, Benjelloun O. Current understanding of ozone use for disinfecting hemodialysis water treatment systems. *Blood Purification*. 2010; 30(1), 64-70.
6. Fraise AP, Maillard J-Y, Sattar S. Russell, Hugo & Ayliffe's: principles and practice of disinfection, preservation, and sterilization. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons; 2013.
7. Dusseau JY, Duroselle P, Freney J. Gaseous sterilization. In: Fraise AP, Lambert PA, Maillard JY eds. Russell, Hugo & Ayliffe's: principles and practice of disinfection, preservation and sterilization. 4. ed. Oxford: Blackwell; 2004. p. 401–35.
8. Silva LS, Peixoto P, Silveira L. Ozônio- produção geradores de ozônio, características e aplicações. In: Anais XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação; 2007. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba; 2007. [acesso em 2022 Mar 29]. Disponível em: https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2007/trabalhos/engenharias/inic/INICG00327_01O.pdf
9. Fisch E. Apparatus for the production and use of ozone in therapeutics. Application April 5, 1934, Serial No. 719,214 In Switzerland April 12, 1933 [acesso 2022 Mar 29]. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/ec/a2/a3/f96a4cbb58bf64/US2054367.pdf>
10. Nogales CG, Ferrari PH, Kantorovich EO, Lage-Marques JL. Ozone therapy in medicine and dentistry. *J Contemp Dent Pract*. 2008; 9(4): 75-84.

*De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>.

11. Smith NL, Wilson AL, Gandhi J, Vatsia S, Khan SA. Ozone therapy: an overview of pharmacodynamics, current research, and clinical utility. *Med Gas Res.* 2017; 7(3): 212-19.
12. Jani P, Patel G, Yadav P, Sant L, Jain H. Ozone therapy: the alternative medicine of future. *Int J Pharm Bio Sci.* 2012; 2(4): 196-203.
13. Krammer F. Ozone in the dental practice. In: La Raus J. editor. *Medical applications of ozone.* Norwalk: International Ozone Association, Pan American committee; 1983. p. 258-65.
14. Filippi A. The influence of ozonised water on the epithelial wound healing process in the oral cavity: clinic of oral surgery, radiology and oral medicine. Switzerland: University of Basel; 2011.
15. Bocci V. *Ozone: a new medical drug.* The Netherlands: Springer; 2005.
16. Grupta G, Mansi B. Ozone therapy in periodontics, *J Med Life.* 2012; 22;5(1): 59-67.
17. Oguz E, Ekinici S, Eroglu M, Bilgic S, Koca K, Durusu M et al. Evaluation and comparison of the effects of hyperbaric oxygen and ozonized oxygen as adjuvant treatments in an experimental osteomyelitis model. *J Surg Res.* 2011; 171(1): e61-8.
18. Daif ET. Role of intra-articular ozone gas injection in the management of internal derangement of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012; 113(6): e10–e14.
19. Ferreira S, Mariano RC, Garcia-Júnior IR, Pellizer EP. Ozonioterapia no controle da infecção em cirurgia oral. *Ver Odontol Araçatuba.* 2013; 34(1): 36-8.
20. Ferreira R, Sant'Anna ACP, Rezande MLR, Greggi SLA, Zangrando MSR, Damante CA. Ozonioterapia: uma visão crítica e atual sobre sua utilização em periodontia e implantodontia: revisão de literatura. *InnovImplant J Biomater Esthet.* 2014; 9(2/3): 35-9.
21. Filippi A. Water disinfection of dental units using ozone: microbiological results after 11 years and technical problems. *Ozone Science & Engineering.* 2002; 24(6): 479-83.
22. Kim HS. Therapeutic effects of topical application of ozone on acute cutaneous wound healing. *J Korean Med Sci.* 2009; 24(3): 368–74
23. Traina AA. Efeitos biológicos da água ozonizada na reparação tecidual de feridas dérmicas em ratos [tese de doutorado]. São Paulo: USP; 2008.
24. Stubinger S, Sader R, Filippi A. The use of ozone in dentistry and maxillofacial surgery: a review. *Quintessence Int.* 2006, 37(5):353-9.

25. Schwarz KB. Oxidative stress during viral infection: a review. *Free Radic Biol Med.* 1996; 21(5): 641-9.
26. Bardellini E, Amadori F, Veneri F, Conti G, Majorana A. Coronavirus Disease-2019 and dental practice: a project on the use of ozonized water in the water circuit of the dental armchair. *Stomatologija.* 2020; 21(2): 35-8.
27. Sadatullah S, Mohamed NH, Razak FA . The antimicrobial effect of 0.1 ppm ozonated water on 24-hour plaque microorganisms in situ. *Braz Oral Res.* 2012; 26(2): 126-31.
28. Nagayoshi M, Fukuizumi T, Kitamura C, Yano J, Terashita M, Nishihara T. Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral Microbiology & Immunology.* 2004;19(4): 240-6.
29. Nagayoshi M, Kitamura C, Fukuizumi T, Nishihara T, Terashita M. Antimicrobial effect of ozonated water on bacteria invading dentinal tubules. *J Endod.* 2004; 30(11): 778-81.
30. Mon J, Asokan S, Priya PR, Kumar TD, Balasubramaniam MG. Effect of herbal water, ozonated water, water, and chlorhexidine mouthrinses on oral health status of children: a randomized controlled trial. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2019; 12(6): 514-19.
31. Huth KC, Jakob FM, Saugel B, Cappello C, Paschos E, Hollweck R et al. Effect of ozone on oral cells compared with established antimicrobials. *Eur J Oral Sci.* 2006;114(5): 435-40.
32. Herbold K, Flehmig B, Botzenhart K. Comparison of ozone inactivation, in flowing water, of hepatitis A virus, poliovirus 1, and indicator organisms. *Appl Environ Microbiol.* 1989; 55(11) : 2949-53.
33. Ebensberger U, Pohl Y, Filippi A. PCNA-expression of cementoblasts and fibroblasts on the root surface after extraoral rinsing for decontamination. *Dental Traumatology.* 2002;18(5): 262-6.
34. Huth KC, Saugel B, Jakob FM, Cappello C, Quirling M, Paschos E et al. Effect of aqueous ozone on the NF- kappaB system. *J Dent Res.* 2007; 86(5): 451-6.
35. Moraschini V, Kischinhevsky ICC, Calasans-Maia MD, Shibli JA, Sartoretto SC, Figueredo CM et al. Ineffectiveness of ozone therapy in nonsurgical periodontal treatment: a systematic review and metaanalysis of randomized clinical trials. *Clin Oral Investig.* 2020; 24(6): 1877-88.
36. Azuma K, Mori T, Kawamoto K, Kuroda K, Tsuka T, Imagawa T, Osaki T et al. Anti-inflammatory effects of ozonated water in an experimental mouse model. *Biomed Rep .* 2014; 2(5): 671-4.
37. Filippi A. The influence of ozonised water on the epithelial wound healing process in the oral cavity. *Clinic of oral surgery, radiology and oral medicine.* Switzerland: University of Basel; 2011.

38. Kuroda K, Azuma K, Mori T, Kawamoto K, Murahata Y, Tsuka T et al. The safety and anti-tumor effects of ozonated water in vivo. *Int J Mol Sci.* 2015, 16(10): 25108-20.
39. Tseng C-C, Li C-S. Ozone for Inactivation of aerosolized bacteriophages. *Aerosol Science and Technology.* 2006; 40(9): 683–9.
40. Küçük F, Yildirim S, Çetiner S. Cytotoxicity assessment of different doses of ozonated water on dental pulp cells. *BMC Oral Health.* 2021; 21(1): 1-7.
41. Bocci V. Is it true that ozone is always toxic? the end of a dogma. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2006; 216(3): 493-504.
42. Meyer ST. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. *Cad Saúde Pub.* 1994 Mar; 10(1): 99–110.

**APÊNDICE A - QUADRO DA PRIMEIRA AFERIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO E
TEMPERATURA DA ÁGUA OOZONIZADA NO TUBO E NA SERINGA
TRÍPLICE**

CONCENTRAÇÃO E TEMPERATURA EXPERIMENTO 1

APARELHOS	VARIÁVEIS	OZONIZAÇÃO 10'	TEMPO 0'	TEMPO 10'	TEMPO 20'	TEMPO 40'	TEMPO 60'	TEMPO 120'
TUBO	TEMPERATURA	14,30	17,90	18,30	18,00	19,20	21,70	21,30
	CONCENTRAÇÃO CO ₂	10,68	10,68	9,6	8,4	6,18	3,46	3,15
CADEIRA (SERINGA)	TEMPERATURA	14,30	24,30	24,90	24,40	25,20	24,10	24,10
	CONCENTRAÇÃO CO ₂	10,68	0,79	0,59	1,26	0,75	0,01	0

Fonte: Elaboração própria.

**APÊNDICE B - QUADRO DA SEGUNDA AFERIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO E
TEMPERATURA DA ÁGUA OZONIZADA NO TUBO E NA SERINGA
TRÍPLICE**

CONCENTRAÇÃO E TEMPERATURA EXPERIMENTO 2

APARELHOS	VARIÁVEIS	OZONIZAÇÃO 10'	TEMPO 0'	TEMPO 10'	TEMPO 20'	TEMPO 40'	TEMPO 60'	TEMPO 120'
TUBO	TEMPERATURA	13,80	16,30	17,50	21,90	19,30	19,80	21,80
	CONCENTRAÇÃO CO ₂	13,12	13,12	11,88	9,68	6,10	6,12	4,00
CADEIRA (SERINGA)	TEMPERATURA	13,80	16,30	24,10	24,20	24,50	24,80	23,90
	CONCENTRAÇÃO CO ₂	13,12	1,65	1,00	1,18	0,01	0,32	0,10

Fonte: Elaboração própria.

**APÊNDICE C - QUADRO DA TERCEIRA AFERIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO E
TEMPERATURA DA ÁGUA OZONIZADA NO TUBO E NA SERINGA
TRÍPLICE**

CONCENTRAÇÃO E TEMPERATURA EXPERIMENTO 3

APARELHOS	VARIÁVEIS	OZONIZAÇÃO 10'	TEMPO 0'	TEMPO 10'	TEMPO 20'	TEMPO 40'	TEMPO 60'	TEMPO 120'
TUBO	TEMPERATURA	17,40	18,70	20,00	21,00	20,00	21,30	22,50
	CONCENTRAÇÃO CO ₂	10,08	10,08	9,18	8,04	4,06	4,42	2,42
CADEIRA (SERINGA)	TEMPERATURA	17,40	24,80	25,20	24,90	24,50	24,20	24,00
	CONCENTRAÇÃO CO ₂	10,08	1,31	0,70	0,43	0,31	0,29	0,21

Fonte: Elaboração própria.

**APÊNDICE D - QUADRO DA QUARTA AFERIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO E
TEMPERATURA DA ÁGUA OZONIZADA NO TUBO E NA SERINGA
TRÍPLICE**

CONCENTRAÇÃO E TEMPERATURA EXPERIMENTO 4

APARELHOS	VARIÁVEIS	OZONIZAÇÃO 10'	TEMPO 0'	TEMPO 10'	TEMPO 20'	TEMPO 40'	TEMPO 60'	TEMPO 120'
TUBO	TEMPERATURA	15,10	16,60	17,40	18,60	19,00	19,80	21,70
	CONCENTRAÇÃO O ₃	13,72	13,72	11,56	9,92	4,76	4,90	1,79
CADEIRA (SERINGA)	TEMPERATURA	15,10	25,00	24,60	24,10	24,00	23,80	23,90
	CONCENTRAÇÃO O ₃	13,72	1,79	1,50	1,27	0,00	0,42	0,36

Fonte: Elaboração própria.