

ARTIGO ORIGINAL

**O EFEITO BACTERICIDA DA ALTA FREQUÊNCIA NO *STAPHYLOCOCCUS AUREUS***  
(THE BACTERICIDE EFFECT OF HIGH FREQUENCY ON *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*)

AUTORES: LAÍS P. FORMENTON<sup>1</sup>, CRISTIANE RIBEIRO<sup>2</sup>, NATHALIA SILVEIRA BARSOTTI<sup>2A</sup>

<sup>1</sup>Aluna do curso de Estética da Universidade Anhembi Morumbi - São Paulo - Brasil.

<sup>2</sup>Docente da Universidade Anhembi Morumbi - São Paulo - Brasil.

**RESUMO**

É visto que na estética o alta-frequência é um recurso que pode colaborar no tratamento de várias disfunções estéticas, devido ao seu baixo custo e sua ação de produção de ozônio, considerada uma das substâncias de maior efetividade bactericida. Porém, há poucos estudos que mostram a eficácia do alta-frequência no tratamento da foliculite e que descrevem a forma mais adequada de aplicação deste equipamento. Este trabalho visou verificar a ação do alta-frequência *in vitro*, com diferentes tempos e eletrodos, demonstrando que a ação bactericida do alta-frequência está mais ligada à forma de aplicação, formando faíscas, do que ao tempo de contato do eletrodo com o microorganismo.

**Palavras-chaves:** Alta-frequência, Ozônio, Foliculite.

**ABSTRACT**

It is seen that in esthetics the high-frequency is a resource that can collaborate in the treatment of various aesthetic dysfunctions, due to its low cost and its action of ozone production, considered one of the most effective bactericidal substances. However, there are few studies that show the efficacy of high-frequency in the treatment of folliculitis and that describe the most appropriate way to apply this equipment. This work aimed to verify the action of high-frequency *in vitro*, with different times and electrodes, demonstrating that the bactericidal action of high-frequency is more linked to the form of application, forming sparks, than to the contact time of the electrode with the microorganism.

**Keywords:** High-frequency, Ozone, Folliculitis.

<sup>A</sup>Autor correspondente

Nathalia Silveira Barsotti – E-mail: nsbarsotti@anhembi.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3513-5258>

## INTRODUÇÃO

Uma insatisfação frequentemente observada tanto no público feminino quanto no público masculino, é a foliculite, também conhecida como sicose ou foliculite de barba. Caracterizada por uma disfunção estética que acomete o folículo piloso, gerando inflamação e infecção bacteriana, podendo acometer não somente a região da barba, como axila, coxas, pernas e púbis [1].

Sabe-se que a pele humana possui uma microbiota própria [2]. Habitualmente, o *Staphylococcus aureus* é um dos residentes cutâneos da pele humana [3]. No entanto, esse microorganismo é observado como o responsável pela infecção bacteriana observada na foliculite, promovendo uma resposta inflamatória exacerbada no local das lesões e podendo gerar destruição total do folículo piloso [4].

Dentre as possibilidades de tratamento dessa disfunção, têm-se destacado os procedimentos não invasivos, que não agredem a pele e não causam resistência bacteriana. Pode ser citada a utilização do equipamento de alta frequência, gerador de uma corrente alternada de elevada frequência e baixa intensidade, aplicado na estética com a frequência de 150 a 200KHz [5].

Ele possui múltiplos eletrodos de vidro que contêm ar rarefeito ou gás de cor neon, que ao ser excitado pela passagem de corrente elétrica promove faiscamento e formação de um campo eletromagnético capaz de converter o oxigênio em ozônio [5]. Tem como efeitos fisiológicos o aumento do metabolismo, vasodilatação, aumento da oxigenação celular, ação analgésica, anti-inflamatória, cicatrizante e dentre os efeitos mais importantes na patologia abordada neste artigo estão o efeito bactericida e antisséptico [5, 6].

Embasado nos autores supracitados, é visto que na estética o alta-frequência é um recurso que pode colaborar no tratamento de várias disfunções estéticas, devido ao seu baixo custo e sua ação de produção de ozônio, considerada uma das substâncias de maior efetividade bactericida. Porém, há poucos estudos que mostram a eficácia do alta-frequência no tratamento da foliculite. Ainda, mostra-se um recurso de baixo potencial de efeitos colaterais, diferentemente dos medicamentos indicados para o tratamento dessa alteração cutânea. Desta forma, esta pesquisa torna-se importante pela escassez de comprovação científica sobre os efeitos bactericidas deste equipamento no *Staphylococcus aureus* e possível potencial de tratamento.

Tendo em vista estas informações, este estudo teve como objetivo verificar a ação bactericida, *in vitro*, da aplicação do equipamento de Alta Frequência sob o microorganismo *Staphylococcus aureus*.

## Referencial teórico

A foliculite é uma inflamação do folículo piloso gerada por uma infecção bacteriana [1]. São observadas clinicamente pápulas eritematosas e pústulas foliculares [7]. Pode-se desencadear por fatores como tempo muito quente, falta de higiene, atrito constante, roupas muito apertadas, portadores de baixa imunidade, uso de corticoides e antibióticos [8].

Em complemento, na pele humana saudável, pode-se encontrar cerca de 8 a 10 espécies de *Staphylococcus* [3], integrando o *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), que é observado como o agente causador da infecção e conseqüentemente inflamação do folículo piloso, provocando a foliculite [4]. Em 1880, o *S. aureus* foi visto pela primeira vez em pus de abscessos cirúrgico. E no presente, pode-se observar que esse microorganismo é um dos mais frequentes em diversas infecções[3].

SANTOS (2007) relata que o *S. aureus* é uma bactéria participante da família de cocos gram-positivos, não esporulados e não encapsulados. Esse microorganismo faz parte da constituição da flora normal, por isso, habitualmente é encontrado na pele humana, tecidos nasais, garganta e intestino de pessoas saudáveis. Suas cepas costumam se proliferar em caldo ou Ágar simples, a 37°C. Após seu crescimento em meios de cultura, podem-se observar suas colônias redondas e com coloração acinzentada ou amarelada [3].

Antibióticos orais e tópicos são usualmente utilizados no tratamento da foliculite [7], porém os tratamentos não invasivos vêm se destacando visto que não apresentam resistência bacteriana e não resultam em danos ao tecido tegumentar [5].

Na estética, com mais frequência aplica-se para o tratamento da foliculite o Led azul (comprimento de onda de 407 a 420nm) [9], e o ozônio; um recurso de baixo custo e sem efeitos colaterais [10], idealizado em 1834 pelo Alemão Cristian Friedrich Schonbein, e introduzido no Brasil como tratamento médico em 1975 pelo Dr. Henz Konrad [5]. Segundo BOCCI, (2009) o ozônio já era utilizado por suas propriedades bactericidas na primeira guerra mundial, para a intervenção em contaminações bacterianas anaeróbicas de *Clostridium*. Hoje, o ozônio vem sendo utilizado na estética como uma possibilidade de tratamento [12], pois estudos revelam que por sua ação oxidante, alguns microrganismos são afetados pelo ozônio, sofrendo uma oxidação dos componentes biológicos e levando a inativação dos mesmos [11, 13].

O aparelho chamado alta frequência, tal como seu nome sugere, apresenta uma alta frequência e baixa intensidade,

com uma corrente alternada, utilizada na estética entre 150 a 200KHz. Esse aparelho tem a capacidade de formar um campo eletromagnético hábil em modificar o oxigênio em ozônio [5].

Assim, a corrente elétrica, em contato com o ar rarefeito ou gás de cores variadas contidas no eletrodo de vidro, resulta em um faiscamento, que transforma o oxigênio do ar em ozônio, sendo que este possui diferentes efeitos fisiológicos (figura 1).

Aumento do metabolismo	Aumento da luz dos vasos sanguíneos	Aumento da oxigenação tegumentar	Anti-inflamatório
Analgésico	Cicatrizante	Bactericida	Antisséptico

**Figura 1:** Efeitos fisiológicos do Ozônio - Fonte: Adaptado de OLIVEIRA [5], MARTINS [6].

Sendo um componente químico, conforme a forma e tempo de aplicação, o ozônio pode gerar efeitos terapêuticos ou tóxicos; BOCCI [10] comparam esse fato com a glicose, pois quando em altas concentrações no plasma, o indivíduo desenvolve doenças como a diabetes, mas quando em proporções adequadas, mantém o indivíduo em homeostase. Sendo assim, o ozônio quando aplicado de forma correta, reage com as biomoléculas e promove suas propriedades oxidantes resultando em seus efeitos terapêuticos.

## MÉTODOS

Este estudo constitui uma pesquisa experimental, *in vitro*. Para tanto, foram utilizadas Cepas de *Staphylococcus aureus* da empresa New Prov, lote: 3960. O meio de cultura utilizado e os procedimentos utilizados para reativação e manutenção da bactéria estavam de acordo com as informações cedidas pelo fornecedor da cepa. Todos os procedimentos foram realizados dentro dos laboratórios da Universidade Anhembi Morumbi. Foi utilizado um equipamento de alta-frequência Versatile AF7, modelo Plus, fabricado pela empresa ToneDerm®, que foi fornecido pela Universidade Anhembi Morumbi.

Para a execução dos ensaios foi utilizados o meio de cultura Manitol-Sal e TSA, preparados e utilizados segundo as recomendações do fabricante.

No laboratório foram utilizadas as cepas padrão de *Staphylococcus aureus*, semeadas em uma placa utilizando o Ágar Manitol-Sal. A placa foi incubada em estufa

bacteriológica por 24-48hrs em temperatura 35° a 37°C. Testes morfológicos e bioquímicos foram realizados para corroboração dos resultados previstos, incluindo esfregaço corado pelo método de gram, teste de catalase e teste de coagulase.

Os *S. aureus* identificados e isolados foram semeados novamente em placas contendo Ágar TSA e submetidos à exposição do ozônio gerado pelo equipamento Alta Frequência e encubados em estufa bacteriológica por 24-48hrs em temperatura 35° a 37°C.

## Condições experimentais avaliadas

A seguir serão descritas as etapas realizadas para a avaliação da efetividade do equipamento de alta-frequência na inativação de *S. aureus*. As aplicações foram realizadas diretamente nas placas, sobre o meio de cultura, dentro da capela previamente ligada com luz ultravioleta para não haver contaminação das placas pelo meio ambiente.

Todos os ensaios descritos a seguir foram realizados em quadruplicata.

### Grupo eletrodo standart

Neste grupo foi aplicado o aparelho de Alta frequência com eletrodo de vidro standart com ar rarefeito em seu interior, utilizando a técnica de faiscamento direto sobre as colônias das placas com intensidade 10mA, sendo esta a intensidade mais baixa em que se consegue produzir um ótimo faiscamento. A placa de Petri foi colocada sobre uma folha de papel alumínio para haver um campo elétrico semelhante à pele, visto que o vidro da placa não é um bom condutor elétrico. Foram realizadas diferentes aplicações, com diferentes tempos (01, 05 e 10 minutos). Foram utilizadas 04 placas para cada tempo distinto de aplicação. As placas foram divididas ao meio e o eletrodo standart foi aplicado em cada uma das metades, de forma fixa. Foi utilizada uma placa Para garantir a padronização da distância da aplicação do eletrodo, foi utilizada uma garra para segurar a manopla durante toda a aplicação.

### Grupo eletrodo fulgurador

Neste grupo foi aplicado o aparelho de Alta frequência com eletrodo de vidro do tipo fulgurador com ar rarefeito em seu interior, utilizando a técnica de faiscamento direto sobre as colônias das placas com intensidade 10mA, sendo esta a intensidade mais baixa em que se consegue produzir um ótimo faiscamento. A placa de Petri foi colocada sobre uma folha de papel alumínio para haver um campo elétrico

semelhante à pele, visto que o vidro da placa não é um bom condutor elétrico. Foram realizadas diferentes aplicações, com diferentes tempos (15, 30 segundos e 1 minuto). Foi utilizada uma placa para cada tempo distinto de aplicação do eletrodo fulgurador, de forma fixa. Para garantir a padronização da distância da aplicação do eletrodo, foi utilizada uma garra para segurar a manopla durante toda a aplicação.

#### Grupo controle

Foram utilizadas duas placas de Petri para controle do estudo da aplicação do eletrodo *standart*, e uma placa de Petri para controle da aplicação do eletrodo fulgurador. As placas foram preparadas com Ágar TSA seguindo as recomendações do fabricante; incubadas em estufa bacteriológica 24-48hrs (37°C) para verificar se não houve contaminação. Após esse processo, foram semeadas as culturas de *S. aureus* na técnica de oito direções. Uma das placas foi incubada novamente 24-48hrs (37°C), juntamente com a placa controle do eletrodo fulgurador, e a outra, antes da incubação, foi coberta a metade com papel alumínio e colocada no fluxo, submetida a 15min de radiação UV, para a realização do controle positivo.

Os resultados obtidos com as culturas dessas amostras foram utilizados como parâmetro para comparação com aqueles obtidos com as culturas das amostras submetidas à aplicação do equipamento ligado.

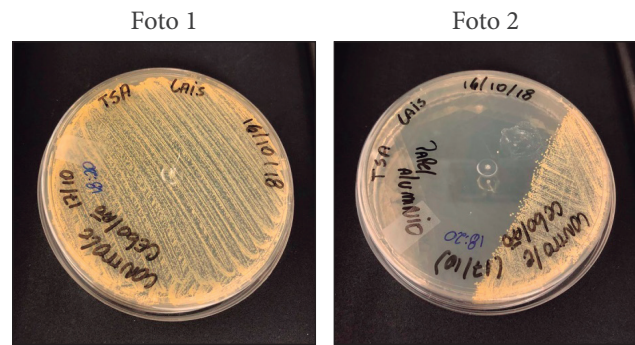
Após esse procedimento, todas as placas foram incubadas em estufa bacteriológica e mantidas por 24-48hs a 37 °C.

#### **Análise dos resultados**

Após o período de incubação, a análise dos resultados foi obtida através da avaliação da densidade de crescimento no local de aplicação do eletrodo.

## **RESULTADOS**

Pode-se observar que na amostra de controle negativo houve crescimento homogêneo do *S. aureus* em toda a placa, conforme ilustrado na **foto 1**. Já na amostra de controle positivo, que foi coberta pela metade com papel alumínio e submetida a radiação UV, observa-se crescimento do *S. aureus* apenas no local onde a placa foi protegida pelo papel, conforme ilustrado na **foto 2**.



**Foto 1:** Placa controle negativo do eletrodo *standart*.  
**foto 2:** Placa controle positivo

Após analisados os resultados das placas submetidas à aplicação do eletrodo *standart*, foi constatado que independente do tempo de aplicação houve diminuição da densidade de crescimento de *S. aureus* em todas as placas. Porém, essa diminuição não foi uniforme, com áreas onde houve ausência de crescimento e outras uma leve rarefação.

Foi levado em conta o fato de que o eletrodo *standart* não possui um formato plano, por essa razão, pode-se perceber que houve uma maior concentração de faiscamentos em alguns locais variados das placas, como pode ser observado com maior clareza na **foto 4**.

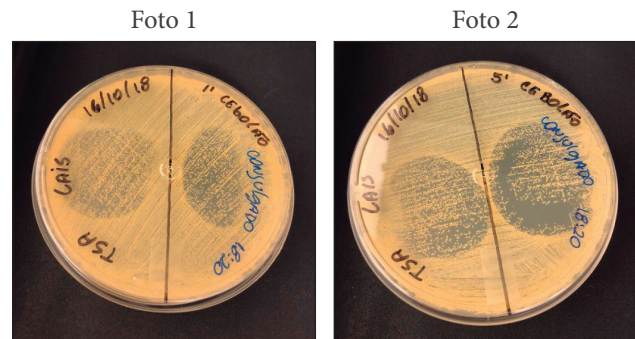


Foto 3



**Foto 3:** Placa após aplicação do eletrodo *standart* por 1 minuto; **Foto 4:** Placa após aplicação do eletrodo *standart* por 5 minutos; **Foto 5:** Placa após aplicação do eletrodo *standart* por 10 minutos.

A fim de reafirmar a hipótese de que a maior concentração de faiscamentos gera uma diminuição do crescimento do *S. Aureus* mais eficaz foi realizada a aplicação do eletrodo fulgurador em tempos variados nas placas semeadas.

Foi utilizada uma placa para controle da aplicação do eletrodo fulgurador, e como se pode observar na foto 06, houve crescimento homogêneo em toda a placa, após a semeadura e incubação por 24-48hrs (37°C), **foto 6**.

Foto 6



**Foto 06:** Placa controle da aplicação do eletrodo fulgurador

Após a análise das placas que receberam a aplicação do eletrodo fulgurador, verificou-se que independente do tempo de aplicação, também pode-se observar que houve um halo de crescimento em todos os locais de aplicação, sendo observado um resultado moderadamente mais significativo nas placas expostas por 30 segundos e 1 minuto à ação do equipamento Alta Frequência, como pode ser observado nas **fotos 7, 8 e 9**. Nota-se que com o eletrodo fulgurador foi possível ter uma maior concentração de faiscamentos em uma região específica das placas.

## DISCUSSÃO

No presente estudo verificou-se a ação bactericida do equipamento Alta frequência, aplicado uma única vez sobre cepas de *Staphylococcus aureus* em diferentes tempos, *in vitro*. Como em estudo realizado por HIGA [14]. nesse estudo também se optou por utilizar o papel alumínio embaixo das placas de *Petri*, pois o material das placas não é um bom condutor de energia, e ao utilizar o papel alumínio foi observada a formação de um campo elétrico similar com o tecido cutâneo, melhorando assim sua condutibilidade [14].

Foi possível observar que a maior ação bactericida do equipamento foi obtida nas regiões onde houve maior formação de faíscas entre o eletrodo e a placa. A superfície não uniforme do eletrodo *standart* e do meio de cultura

Foto 7



Foto 8



Foto 9



**Foto 7:** Placa com aplicação do eletrodo fulgurador por 15 segundos; **Foto 8:** Placa com aplicação do eletrodo fulgurador por 30 segundos; **Foto 9:** Placa com aplicação do eletrodo fulgurador por 1 minuto.

proporcionou essa diferença de faiscamento, já que a formação de faíscas depende da distância entre o eletrodo e o meio onde está sendo aplicado. O efeito de diminuição de crescimento bacteriano nas áreas onde houve faiscamento pode ser explicado pela capacidade do equipamento em converter o oxigênio em ozônio [5], gerando uma molécula instável capaz de interagir com os lipídios presentes na membrana celular [15], provocando ações oxidantes, fazendo com que alguns micro-organismos ao serem expostos a esse gás, tenham uma oxidação direta dos componentes biológicos, levando a inativação dos mesmos [11,13].

Da mesma forma que verificado neste estudo [6], também observou a ação bactericida do equipamento Alta Frequência com o eletrodo *standard* sobre cepas de *S. aureus*, porém através de mais intervenções. Em seu estudo, as placas preparadas e semeadas foram submetidas a 15 intervenções e divididas em grupos, tratados com uma periodicidade de 5 e 3 vezes por semana, durante 10 e 15 minutos. Seus resultados foram satisfatórios, e pode-se verificar que as placas expostas por 15 minutos em uma frequência de 5 vezes por semana obtiveram maior efeito sobre a bactéria *S. aureus*.

Os resultados obtidos neste estudo também estão de acordo com pesquisa realizada por PEREIRA, em 2005, onde o autor comparou a ação bactericida do Ozônio com outros gases. Pereira [16] também realizou um estudo *in vitro* utilizando os gases dióxido de carbono, hélio, ar comprimido e ozônio sobre colônias de *S. aureus*. Porém em seu estudo foi utilizado um cilindro de inox para realizar a exposição das colônias aos gases. Ao final de seu experimento, pode-se observar que o ozônio foi o único gás que obteve inibição da proliferação bacteriana em 100% dos experimentos.

Neste estudo, o eletrodo fulgurador também se mostrou bastante eficaz na inibição do crescimento de microorganismos. Alguns autores também utilizaram este eletrodo para observar a inibição de crescimento de outros microorganismos, como foi o caso citado por HIGA [14], que em estudo *in vitro*, aplicou o equipamento de alta frequência sobre 10 placas com sementes de *Candida tropicalis*, e em seus resultados salientou que de 10, 9 placas não apresentaram crescimento deste microorganismo.

Assim pode-se constatar que, como esta pesquisa, outros estudos *in vitro* utilizando o equipamento de Alta frequência mostram-se com resultados positivos. Porém estudos *in vivo* devem ser realizados para reforçar os resultados obtidos nos estudos citados.

## CONCLUSÃO

Através deste estudo *in vitro*, sobre a ação do equipamento de alta-frequência sobre a bactéria *S. aureus*, pode-se concluir que aplicações dos eletrodos standart e fulgurador são capazes de reduzir o crescimento desta bactéria, independente do tempo de aplicação, estando o efeito bactericida mais ligado à forma de aplicação, formando faíscas, do que ao tempo de contato do eletrodo com o microorganismo.

## REFERÊNCIAS

- [1] BERNARDI, J. **Foliculite da barba: impacto do processo de barbear sobre o controle e prevenção das manifestações clínicas**. Santa Cruz do Sul, 2016.
- [2] PIRES, C.A; SANTOS, M.A.L; OLIVEIRA, B.F; SOUZA, C.R; BELARMINO, L.N.M; Martins, M.F. **Infecções bacterianas primárias da pele: perfil dos casos atendidos em um serviço de dermatologia na Região Amazônica, Brasil**. Rev Pan-Amaz Saúde. 2015.
- [3] SANTOS, A.L; SANTOS, D.O; FREITAS, C.C; FERREIRA, B.L.A; AFONSO, I.F; RODRIGUES, C.R;

CASTRO, H.C. **Staphylococcus aureus: visitando uma cepa de importância hospitalar**. J Bras Patol Med Lab. 2007.

[4] WOLF, H; FISCHER, T.W; PEYTAVI, U.B. **The Diagnosis and Treatment of Hair and Scalp Diseases**. Deutsches Ärzteblatt International. 2016.

[5] OLIVEIRA, L.M.N. **utilização do ozônio através do aparelho de alta frequência no tratamento da úlcera por pressão**. Revista Brasileira de Ciências da Saúde, 2011.

[6] MARTINS A, SILVA J T, GRACIOLA L, FRÉZ A R, RUARO J A, MARQUETTI M G K. **Efeito bactericida do gerador de alta frequência na cultura de Staphylococcus aureus**. Fisioter Pesq. 2012;19(2):153-7.

[7] TORRES, F; TOSTI, A. **Atlas de doenças do cabelo: Diagnóstico e tratamento**. Editora e livraria Revinter. Rio de Janeiro, 2013.

[8] BRASIL. Ministério da Saúde. **Dermatologia na atenção básica**. Brasília: Ministério da Saúde. 2002.

[9] ARRUDA, L.H.F; KODANI, V; FILHO, A.B; MAZZARO, C.B. **Estudo clínico, prospectivo, aberto, randomizado e comparativo para avaliar a segurança e a eficácia da luz azul versus peróxido de benzoíla 5% no tratamento da acne inflamatória graus II e III**. An. Bras. Dermatol. vol.84 no.5 Rio de Janeiro. 2009.

[10] BOCCI V; BORRELLI E; TRAVAGLI, V; ZANARDI, I. **The ozone paradox: ozone is a strong oxidant as well as a medical drug**. Medicinal Research Reviews, Vol. 29. 2009.

[11] SILVA, R; GAROTTI, E; SILVA, R; NAVARINI, A; PACHECO, A. **Análise do efeito bactericida do pneumoperitônio de ozônio**. Acta Cirúrgica Brasileira - Vol. 24 (2) 2009.

[12] RENSI A MV, NAVARRO B C A, ANDREANI G, ZANGARO R A, KOZUSNY-ANDREANI D I, LIMA J C. **Avaliação do efeito de óleos ozonizados de girassol e coco no controle Propionibacterium acnes**. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. 2014.

[13] TORMIN, S.; NAVARINI, A.; ALMEIDA, J.; TRAVASSOS, L.; NEGRI, M.; SILVA, R. **Análise do efeito bactericida do ozônio sobre bactérias multirresistentes**. Arq Med Hosp. Fac. Cienc Med Santa Casa São Paulo 2016.

[14] HIGA, DS; CESE, PC; FALCÃO, RMM; CESE, AC; CHANG, MR; BORGES, FS; OLIVEIRA, JTM. **EFEITO DO GERADOR DE ALTA FREQUENCIA SOBRE A CULTURA DE CANDIDA TROPICALIS**. Revista de Especialização em Fisioterapia - Vol 1 - nº 1 - Jul/Ago/Set - 2007.

[15] 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.

[16] PEREIRA, MMS; NAVARINI, A; MIMICA, LMJ;  
JR (JUNIOR) PACHECO, AM; SILVA, RA. **EFEITO  
DE DIFERENTES GASES SOBRE O CRESCIMENTO  
BACTERIANO. ESTUDO EXPERIMENTAL “IN  
VITRO”**. Rev. Col. Bras. Cir. vol.32 no.1 Rio de Janeiro Jan./  
Feb. 2005.