



## RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO

Mestrado integrado em Medicina dentária Instituto

Universitário de Ciências da Saúde

### **A aplicação do ozono no tratamento endodôntico**

Gary Jason Louis Colleter

Orientador: Prof. Doutor Pedro Bernardino

Co-orientador: Dr Vitor Freitas

2017/2018

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Eu, Gary Jason Louis Colleter, estudante do Curso de Mestrado Integrado em Medicina Dentária (MIMD) do Instituto Universitário de Ciências da Saúde (IUCS), com o no A22282, declaro ter atuado com absoluta integridade e de acordo com o Regulamento Pedagógico Específico do Curso na elaboração deste Relatório de Estágio intitulado: A aplicação do ozono no tratamento endodôntico.

Confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio, ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele.

Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciados ou redigidos com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Relatório Final de Estágio apresentado no Instituto Universitário de Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Doutor Pedro Bernardino

Co-Orientador: Dr Vítor Freitas

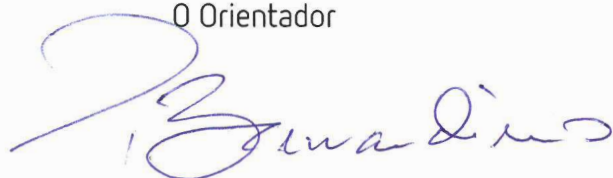


## DECLARAÇÃO

Eu, **Pedro Bernardino**, com a categoria profissional de Professor Auxiliar do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientador do Relatório Final de Estágio intitulado '**A aplicação do ozono no tratamento endodôntico**', do Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, **Gary Louis Jason Colleter**, declaro que sou de parecer favorável para que o Relatório Final de Estágio possa ser presente ao Júri para Admissão a provas conducentes à obtenção do Grau de Mestre.

Gandra, 14/06/2018

O Orientador

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'P. Bernardino', is written over the typed name 'Pedro Bernardino'.

## Agradecimentos

Ao meu orientador: Prof. Doutor Pedro Bernardino

Ao Instituto Universitário de Ciências da Saúde e seu corpo docente

Aos meus pais e minha família

Aos cocos: Jean-françois e Sébastien

Ao meu binômio: Mounir Boulatrous

À Carolina

Aos Gaulois

À Claire Savin e M. Paloudier

# Índice Geral

## Resumo

### Capítulo I - A aplicação do ozono no tratamento endodôntico

I.	Introdução.....	1
	I.1 Curta História.....;	1
	I.2 Definição, produção e forma da aplicação.....	2
	I.2.1 Definição.....	2
	I.2.2 Diferente forma de produção.....	3
	I.2.3 Várias formas de aplicação.....	3
	I.3 Toxicidade, Contra Indicações, segurança e precaução.....	5
	I.3.1 Toxicidade.....	5
	I.3.2 Contra-indicações.....	5
	I.3.3 Segurança e precaução.....	5
	I.4 Concentrações de aplicação.....	6
	I.5 Mecanismo de acções terapêuticas de ozono.....	6
	I.5.1 Ação anti-microbiana.....	7
	I.5.2 Ação anti-inflamatória.....	7
	I.5.3 Ação estimulante do sistema imunitário.....	8
	I.5.4 Ação anti-hipóxica.....	8
	I.6 Utilização de ozono nas diferentes áreas da medicina dentária.....;	8
	I.6.1 Em periodontia.....	8
	I.6.2 Em prótese removível.....	9
	I.6.3 Em conservadora.....	9
	I.6.3.1 Tratamento da carie dentária.....	9
	I.6.3.2 No branqueamento dentário.....	9
	I.6.3.3 Em Endodontia.....	10
II.	Objectivo de estudo.....	10
III.	Metodologia.....	10

IV. Discussão: Ozono no tratamento endodôntico.....	11
IV.1 Generalidades e princípios do tratamento do canal radicular.....	11
IV.2 Efeitos do Ozono na dissolução da polpa.....	11
IV.3 Utilidade na desinfecção do canal radicular.....	12
IV.3.1 Utilização como irritante antimicrobiano.....	12
IV.3.1.1 Efeito anti-bacteriano.....	13
IV.3.1.1.1 Estudos in vitro.....	13
IV.3.1.1.2 Estudos in vivo.....	17
IV.3.1.2 Efeito sobre o LPS.....	18
IV.3.2 Utilização com medicação intra-canal.....	19
IV.4 Biocompatibilidade do Ozono nas células humanas periapicais.....	20
V.Conclusão.....	21
VI.Referências Bibliográficas.....	22
VII.Anexos.....	25

## Capítulo II - Relatório de Estagio

I. Relatório de estagio clinico Geral dentaria.....;	21
II. Relatório de estagio Hospitalar.....	30
III. Relatório de Estagio de Saúde oral Comunitária.....	30
IV. Considerações Finais das atividades de Estagio.....	31

## Resumo

Ozono ou trioxigenio de formula O<sub>3</sub>, mostrou-se ser um agente anti séptico eficaz devido ao seu forte efeito oxidativo. Além disso, tem uma ação anti-inflamatória, de regeneração e cicatrização dos tecidos. Sua fácil sintetização permite uma aplicação na forma gasosa, aquosa e oleosa. Tais características justificam um interesse atual crescente nas diferentes áreas da medicina dentária. Em conservadora no tratamento da carie dentária e no branqueamento dentário, em periodontia na cicatrização dos tecidos e em endodontia. Vários estudos mostram um verdadeiro potencial do uso do ozono de diferentes formas no tratamento endodôntico;

Na desinfecção do canal radicular, o ozono usado como agente anti microbiano mostrou-se significativamente eficaz, no entanto o NaOCl foi mais potente.

Nos estudos in vivo, o ozono usado adicionalmente ao procedimento convencional de irrigação endodôntico mostrou uma melhoria na redução bacteriana em comparação com o tratamento convencional usando apenas o NaOCl. Outros estudos indicaram a limitação do uso do ozono como agente endodôntico pela sua incapacidade a neutralizar os endotoxinas (LPS) nos canais radiculares e sua dificuldade a dissolver o tecido pulpar.

Na medicação intra canal, o uso de ozono na sua forma oleosa mostrou bons resultados, mas mais pesquisas devem ser efectuadas neste sentido para validar estes resultados.

Em relação à citotoxicidade do ozono, sobretudo na sua forma aquosa, apresentou uma boa biocompatibilidade nas células humanas periapicais.

No fim, o ozono não pode substituir os métodos convencionais de tratamento endodonticos, mas tem um real potencial para ser adicionado nestes tratamentos. Outros estudos devem ser realizados para confirmar sua introdução na pratica clinica.

Palavras chaves: «Ozono/Irrigantes do canal radicular», «Ozono/Agentes anti-infecciosos», «Ozono/Doenças da polpa dentária», «Ozono/Medicina Dentária », « Ozono/Cavidade da polpa dentaria », «Ozone/Tratamento do canal radicular », « Ozono/dentina ».

## Abstract

Ozone, gas composed of three atoms of oxygen, has demonstrated to be an effective antiseptic agent due to its strong oxidative effect. Moreover it has an anti-inflammatory and, regeneration and tissues healing effect. Its simple synthesization allows it to be applied in a gas, liquid and oily form. These characteristics justify an increasing concern in different areas of dentistry. In conservative dentistry for caries treatment and dental bleaching, in periodontics for soft tissues healing and in endodontics. Several studies show a real potencial for the application of ozone in different forms in endodontic treatment, for root canal disinfection, ozone used as an antimicrobial agent, demonstrated to be significantly effective, however NaOCl was more powerful.

In different in vivo studies, ozone used in addition to the conventional endodontic irrigation procedure, showed an improvement in bacteria reduction in comparison with the conventional treatment using NaOCl only. Other studies indicated the limitation of the use of ozone as an endodontic agent for its inability of neutralising endotoxins (LPS) in root canals and its difficulty in dissolving pulp tissue.

For intra canal medication, the application of ozone in its oily form showed good results, though, more research must be carried out to validate these results.

Regarding the cytotoxicity of ozone, especially in its liquid form, it presented a good biocompatibility in periapical human cells.

At the end, ozone cannot replace the conventional methods of endodontic treatment, but it has a real potential to be added in these treatments. Further studies must be carried out to confirm it's introduction in everyday clinical practice.

Keys Words: «Ozone/Root Canal Irrigants», «Ozone/ anti-infective Agents», «Ozone/ Dental pulp Diseases», «Ozone/Dentistry», «Ozone/Dental pulp», «Ozone/Root Canal Therapy», «Ozone/dentine».



## Capítulo I - A aplicação do ozono no tratamento endodôntico

### I. Introdução

Hoje em dia novas técnicas de tratamento e novos materiais desenvolvem-se com um ritmo muito rápido em Medicina Dentária. O uso do Ozono nos tratamentos orais pode ser classificado na categoria dos novos protocolos do tratamento em odontologia, mas a utilização da ozonoterapia não é novidade. Já no início do século XX, o gás Ozono foi conhecido e usado em medicina geral pelas suas propriedades bactericidas (1,2).

O sucesso da terapia endodôntica está intimamente ligado á capacidade de remoção da polpa, de descontaminação do sistema radicular e da biocompatibilidade dos materiais utilizados (3,4). Apesar dos bons resultados dos métodos endodonticos convencionais, encontram-se algumas falhas no tratamento sobretudo quando existe uma resistência microbiana ás soluções mais frequentemente utilizadas (NaOCl, CHX, HC...) sendo portanto responsáveis por reinfecções pos-tratamento (5,6). Por este motivo, a pesquisa de novos métodos tais como o Ozono é bem-vinda na terapia endodôntica.

#### I.1 Curta História

Em 1840 o químico alemão Christian Friedrich Schonbein submeteu o oxigênio a descargas eléctricas e sentiu uma cheiro particular. Ele associou este cheiro a um gás que chamou «Ozono», do grego «Ozein». Hoje Schonbein é considerado como o pai da Ozonoterapia. (1,7,8). O primeiro gerador de ozono foi desenvolvido na Alemanha em 1857 pelo inventor Ernest Werner Von Siemens (8).

Em 1896 no EUA, um outro famoso inventor Nikola Tesla criou também um gerador de ozono e formou a «Tesla Ozone Company».

Devido às altas propriedades de desinfecção e oxidação do ozono, os científicos estudaram o uso do ozono em várias aplicações, principalmente no tratamento de água, onde a maior parte da ciência fundamental do ozono como a conhecemos hoje surgiu.

Os resultados promissores do uso do ozono no tratamento da água encorajaram a expansão da sua utilização no setor médico (9).

Em Nova Iorque, o fundador da naturopatia, Dr. Benedict Lust, começou a usar ozono no tratamento e publicou muitos artigos sobre ozono (8). Mas nesta época a ausência de materiais resistentes ao poder oxidativo do Ozono como o Nylon, Dacron e Teflon tornava a sua aplicação medica limitada, até 1958 na Alemanha onde foi criada pela associação do físico Joachim Hansler e o Dr. Hans Wolff a primeira máquina de ozono para o uso médico chamada «Ozonosan PM 58®»(1). Wolff desenvolveu o procedimento de auto-hemoterapia ozonizada (O3-AHT), que é um tratamento sanguíneo extracorpóreo com gás de ozono seguido de re-infusão intravenosa do sangue tratado ao paciente. É indicada para o tratamento de distúrbios circulatórios, artrite reumática e infecções (9,10). Actualmente em medicina a terapia de ozono é indicada nos tratamentos de mais 260 patologias diferentes como Hepatites, Herpes, doenças imunes e disfunções do sistema circulatório (10,11).

O primeiro dentista a usar ozono no tratamento da infecção dentária foi o alemão Edward Fisch em 1950 para tratar o cirurgião austríaco Ernst Payr. O Dr Payr ficou tão espantado pelo resultado positivo do seu tratamento que ele começou uma linha de investigação no uso do ozono em cuidados de saúde (1,7,11).

Hoje em dia existem várias associações internacionais de ozono médico, como a comissão científica internacional de ozonoterapia (ISCO3) ou a federação mundial da terapia com ozono (WFOT) e uma multidão de congressos científicos foram realizados. Apesar de um aumento constante de profissionais de saúde que usam o ozono, a terapia com ozono ainda não atingiu o ponto em que é considerada como uma modalidade de tratamento convencional (9).

## I.2 Definição, produção e forma de aplicação

### I.2.1 Definição

O Ozono, de forma química O<sub>3</sub>, é uma molécula com três átomos de oxigênio, possui uma estrutura de forma cíclica (1,8,10). Este gás de cor azul encontra-se naturalmente em abundância na camada superior de atmosfera e tem um papel protetor devido á sua capacidade de filtrar os perigosos raios ultravioletas o que permite assim um equilíbrio biológico na biosfera (1,10,12). Depois do flúor e o persulfato o ozono é o oxidante mais

potente conhecido pela humanidade. Em comparação com o cloreto, seu potencial de oxidação é 1,5 vezes maior quando usado como agente antimicrobiano (10,11,12).

É termodinamicamente instável, vai se decompor rapidamente em oxigênio puro, dependente da temperatura e da pressão ambiente (10).

### I.2.2 Diferente forma de produção

A molécula do Ozono é produzida naturalmente na atmosfera terrestre pelas descargas elétricas produzidas pelos raios ultravioleta emitidos pelo sol e as trovoadas (11). Estas descargas elétricas vão separar os átomos de oxigênio das moléculas de oxigênio. Assim os átomos livres de oxigênio vão-se fixar às moléculas de oxigênio (O<sub>2</sub>) formando novas moléculas de ozono (O<sub>3</sub>). (Figura 1)

Assim, na composição total de ar atmosférico, ozono adicionado a outros gases corresponde a apenas 1% comparado com o nitrogênio (78%) e o oxigênio (21%) (11).

No campo médico e odontológico, utiliza-se uma mistura de oxigênio puro e ozono puro na proporção de 0,05% a 5% de ozono e 95% a 99% de oxigênio (1,7,11,12).

O gás Ozono pode-se sintetizar pelos seguintes métodos :

- O sistema Ultravioleta, vai permitir uma pequena produção. Este sistema é principalmente usado pela purificação de ar e de água nos centros de estética e Spas.
- O plasma frio, também usado na purificação de ar e água (1,11).
- A descarga por efeito de coroa, é o sistema o mais usado pelos geradores de ozono em aplicação médica e em odontologia. Estes geradores, fáceis de manusear, podem produzir uma forte concentração de ozono de maneira controlada (1,8,11,12). Como exemplo de geradores, existem, entre outros, o gerador HealOzone (Kavo, Biberach, Alemanha), o gerador Prozone (WH, Áustria) e o gerador Ozonytron (XL-Bioozonix, Munique, Alemanha)

### I.2.3 Várias formas de aplicação

O Ozono tem uma semi vida curta (T<sub>1/2</sub> de 40 min a 20°C), o que significa que em mais de uma hora depois da sua formação apenas vai ficar metade da sua concentração inicial . A

molécula vai-se rapidamente decompor em oxigénio puro. Devido a esta natureza instável, este gás é muito difícil de armazenar, então a sua preparação deve ser efetuada imediatamente antes do uso. Para controlar a velocidade da decomposição do ozono em oxigénio, as moléculas de  $O_3$  podem ser associadas a um veículo com propriedades aquosas (Água ozonada) para aumentar a velocidade de conversão ou o contrário, diminuir a velocidade da conversão com um veículo com propriedades mais viscosa (Óleo ozonado) (8,12).

Em odontologia a via de administração de ozono é tópica ou localizada em principalmente três formas : gasosa, aquosa e oleosa (7).

- Ozono gasoso

Para usar ozono na sua forma gasosa, o gás deve ser produzido no consultório dentário com um gerador (figura 2 e 5). Os geradores usam o princípio da descarga com efeito de coroa, eles produzem ozono expondo as moléculas de oxigénio do ar ambiente filtrado ou oxigénio puro numa garrafa de oxigénio a uma forte corrente eléctrica. O gás de ozono assim produzido, pode ser directamente administrado de forma tópica através um sistema aberto ou através de um sistema de sucção de vedação. O sistema de sucção de vedação tem a vantagem de evitar os raros efeitos adversos para inalação (figura 3 e 4) (7). Na comunidade Europeia os geradores usados devem ser certificado com a norma CE. Os geradores de ozono devem ser calibrados e controlados regularmente, de acordo com as recomendações do fabricante para evitar utilizações e concentrações inadequadas (13).

- Água ozonizada

Água ozonizada obtem-se com um método de borbulhamento. Isso consiste na passagem numa mistura de gás de oxigénio e de ozono obtido com um gerador através dum recipiente contendo água.

A mistura de água com ozono deve ser usada rapidamente depois do seu fabrico porque o tempo de semi-vida do ozono na água é inferior ao do ar (7).

- Óleo ozonizado

O princípio de produção é semelhante ao fabrico de água ozonizada excepto que o borbulhamento do gás é realizado com uma substância viscosa como o óleo vegetal refinado (azeitona, girassol, milho...) (7). A grande vantagem desta mistura é que vai aumentar o tempo de semi-vida do ozono, permitindo assim o armazenamento por muito

tempo e preservar as suas propriedades durante 4 meses quando mantido na temperatura ambiente, até 2 anos quando mantido no frigorífico.

### I.3 Toxicidade, Contra Indicações, segurança e precaução

#### I.3.1 Toxicidade

Na estratosfera o ozono tem uma propriedade protetora filtrando os perigosos raios UV. Pelo contrário, o ozono na troposfera nunca deve ser inalado, o tracto respiratório é constituído dum mucosa contendo uma quantidade insuficiente de antioxidantes que torna as células da mucosas extremamente vulneráveis à oxidação. No contacto com o ozono, as células dos brônquios pulmonares vão libertar uma quantidade excessiva de citocinas pró-inflamatórias que vão desencadear uma inflamação crónica localizada (11,14). Em 1983 a Sociedade Europeia de Ozonoterapia proibia a administração intravenosa direta de ozono pelo risco de embolia pulmonar (14). Foram relatados alguns efeitos colaterais como a irritação das vias respiratórias superiores, rinite, tosse, dor de cabeça, náuseas e vômitos. No entanto estas complicações são muito raras (0,0007 por aplicação). No caso de uma intoxicação por ozono, colocar o paciente em posição deitado, inalar oxigénio húmido e tomar vitamina C e E e Aspirina (8,10,11,14).

#### I.3.2 Contra-indicações

Gravidez, Hipertiroidismo, Anemia grave, Hemorragia, Miastenia grave, Deficiência de Glucose-6-fosfato-desidrogenase (1,7,10,11).

#### I.3.3 Segurança e precaução

Com o uso de ozono na cavidade oral ocorre o risco de inalação acidental do gás de ozono. É essencial para o médico dentista e sua equipa que se tomem as precauções necessárias durante uso do ozono em medicina dentária. A comissão científica internacional de ozonoterapia (ISCO3: International Scientific Commission of Ozone Therapy) sugeriu directrizes para a utilização do ozono no consultório:

- Parar imediatamente em caso de cheiro particular do ozono e verificar se há presença de vazamento de gás e informar sobre as modalidades de uso.
- Haver sempre á disposição no consultório de Vitamina C (1g)
- Usar sempre o aspirador cirúrgico para aspirar a possibilidade de vazamento para fora da zona.
- Usar um copo de silicone adaptado sobre a ponta da peça ajustado no tamanho da zona a tratar. Se o gerador não tem um dispositivo de aspiração do gás em excesso sobre sua peça de mão, fazer um furo com ajuda duma agulha 18G e aspirar com o aspirador cirúrgico (13).

#### I.4 Concentrações de aplicação

A unidade de medida usada para exprimir uma concentração de gás do ozono é g/m<sup>3</sup> ou µg/ml. Muitos estudos sobre o uso do ozono gasoso em medicina dentaria baseiam-se sobre o gerador «Healozone®» com uma concentração de 4 g/m<sup>3</sup> ou 4 µg/ml com um débito de 600ml/min e um tempo de contacto entre 30 seg e 2 min. A concentração, o tempo de contato e o débito do ozono vão exprimir a dose total do ozono aplicado e depende do caso clinico (13).

$$\text{Dose Total } (\mu\text{g}) = \text{Concentração } (\mu\text{g/ml}) \times \text{Débito (ml/min)} \times \text{tempo (min)}$$

A unidade de medida apropriada para exprimir uma concentração de ozono na sua forma aquosa é em µg/ml. Água ozonizada é considerada mais biocompatível e menos irritante para as células epiteliais em comparação ao gás de ozono. Todavia o gás de ozono não se mostrou nocivo quando é usado em concentrações e tempos adequados.

Uma concentração em 4 e 20 µg/ml de ozono aquoso não mostrou nenhum risco nem efeitos adversos (13).

#### I.5 Mecanismos de acções terapêuticas de ozono

O ozono tem várias ações físico-químicas conhecidas no corpo humano como anti-microbiana, anti-inflamatória, desintoxicante, bioenergética e biossintética.

Tais características vão justificar o seu interesse na sua aplicação em odontologia.

### I.5.1 Ação anti-microbiana

O principal interesse no uso do ozono nos tratamentos endodônticos é sua ação fungicida e sobretudo bactericida.

A aplicação do gás ou de líquido ozonizado em altas concentrações vai provocar um efeito directo de destruição da membrana citoplasmática de praticamente todos os tipos de bactérias, vírus, fungos e protozoários. O alto potencial de oxidação do ozono vai permitir uma «ozonólise» das ligações duplas das membranas citoplasmáticas. As bactérias Gram positivas e os vírus capsulados com uma bio-camada lipídica são particularmente sensíveis à oxidação. Observa-se também alguns efeitos indirectos de modificação do conteúdo intracelular devido aos efeitos oxidantes secundários. Apesar que essas ações não são específicas e seletivas das células patogénicas, o poder oxidante do ozono não prejudica as células humanas por causas das suas habilidades antioxidantes (14).

Nas infecções virais, o ozono vai mudar a atividade da transcriptase reversa promovendo uma destruição do material genético do vírus e provocar uma oxidação parcial dos receptores do vírus, induzindo assim a incapacidade de ligação do vírus com sua célula hospedeira (8, 14).

### I.5.2 Ação anti-inflamatória

O ozono consegue uma «ozonólise» das ligações duplas de substâncias biologicamente ativas no desenvolvimento e sustentação dos processos inflamatórios como o ácido araquidónico e seus derivados prostaglandinas e assim evitar uma reação inflamatória exacerbada (14).

Em 2007, Huth e Al. mostram num estudo in vitro sobre a capacidade que o ozono tem de inibir a ativação do sistema NF- $\kappa$ B (Nuclear factor kappa B) de células orais (células epiteliais e fibroblastos), conhecido por ser um importante regulador de vários genes que codificam as proteínas da inflamação (15).

O Ozono tem a vantagem de penetrar o tecido inflamado devido á sua carga negativa (básico) sendo atraído para a área da inflamação carregada positivamente (ácida) (8).

### I.5.3 Ação estimulante do sistema imunitário

O ozono tem efeitos imuno estimuladores e benéficos na redução da inflamação e promoção da cura do dano tecidual, propriedades importantes no caso de processo periapical. Estimula a proliferação de células imunocompetentes, bem como a síntese de imunoglobulinas. Também permite a ativação da função dos macrófagos e monócitos, além de aumentar a sensibilidade dos microorganismos à fagocitose (8).

### I.5.4 Ação anti-hipóxica

O Ozono vai melhorar o transporte do oxigênio no sangue e aumentar a pressão parcial em O<sub>2</sub> (PO<sub>2</sub>). Isso vai promover as ações bioenergética e biossintética ligadas ao metabolismo celular dos processos aeróbicos como a glicólise, ciclo de Krebs e Beta oxidação dos ácidos gordos (14).

O Ozono vai assim o aumentar o potencial de regeneração e cicatrização dos tecidos para aumento da síntese de proteína e aumento da quantidade de mitocôndrias e de ribossomas nas células (8).

## I.6 Utilização de Ozono nas diferentes áreas da medicina dentária

### I.6.1 Em periodontia

Nagayoshi et Al mostram que aplicação de água ozonizada sobre a placa dentária in vitro diminuía fortemente a quantidade de microorganismos orais, assim reduziria também as infecções causadas por microorganismos presentes na placa dentária (11).

As três formas de aplicação de ozono (gás, água ou óleo) podem ser aplicadas directamente em áreas de infecção crónica ou em abscesso para reduzir a carga bacteriana. É recomendado após um procedimento cirúrgico básico, de insuflar ou irrigar com ozono os sulcos ou as bolsas no caso dum retalho ou alvéolo, ou no caso duma exodontia para reduzir os riscos de infecção pos-operatória (7,11,10).

Em implantologia, gás de ozono pode ser aplicado no preparo antes a colocação do implante para reduzir o risco de peri-implantite (10).



Com a capacidade do ozono aumentar o potencial de regeneração e cicatrização dos tecidos vai haver um interesse da sua utilização no tratamento de qualquer tipo de dano da mucosa oral, como no caso por exemplo de gengivite ulcerativa necrótica (GUN), úlceras aftosas e herpes labial (10,12,14).

#### I.6.2 Em prótese removível

De acordo com alguns estudos, o ozono poderá ser um potencial agente desinfetante e de limpeza da prótese dentária removível. A aplicação de água ozonizada (4 µg/mL) durante 1 min é eficaz na redução de número de *Candida Albicans* na base da prótese. O Ozono mostrou-se eficaz também contra *S. aureus* (7,10,11,12).

A estomatite protética devido a *Candida albicans* pode também ser controlada por aplicação tópica de óleo ozonizado sobre a área da mucosa oral e sobre superfície da prótese (8).

#### I.6.3 Em conservadora

##### I.6.3.1 Tratamento da cárie dentária

Pela sua ação anti-microbiana o ozono pode ser usado para reduzir a quantidade de bactérias presentes em lesões de caries, sem dor e sem anestesia e assim diminuir as intervenções físicas mais invasivas podendo ser muito útil na prática de odontopediatria. O gaz ozono pode ser aplicado 20 a 30 segundos sobre uma cavidade preparada, antes da colocação do material restaurador para diminuir a sensibilidade pós-operatória e eliminar a possibilidade de deixar a dentina infectada (8,11,14).

##### I.6.3.2 No branqueamento dentário

Um estudo experimental na Argentina demonstrou que o ozono poderia desempenhar um papel no branqueamento dentário de incisivos de ratos corados com tetraciclina (16). No entanto um outro estudo in vitro mostrou que apesar do ozono ter um efeito no branqueamento dentário, o gel de peróxido de hidrogénio tem um efeito de

branqueamento mais poderoso do que o ozono. São necessários mais estudos para que seu potencial de branqueamento possa ser considerado no consultório dentário (17).

### I.6.3.3 Em Endodontia

Vários estudos mostram um verdadeiro potencial do uso do ozono de diferentes formas no tratamento endodôntico. Esta opção terapêutica é discutida com mais detalhes na parte seguinte deste documento.

## II. Objectivo do estudo

Com apoio de algumas publicações científica actuais, o objetivo será de resumir as diferentes competências da aplicação de ozono no tratamento endodôntico, tal como a sua capacidade de dissolução da polpa, sua eficiência anti-microbiana e anti-toxina, seu uso como medicação intra-canal e por fim sua biocompatibilidade com as células periapicais. Avaliação desses competências do ozono vão permitir julgar se o ozono apresenta ou não um real potencial para participar o tratamento endodôntico.

## III. Metodologia

Para esta revisão da literatura foi realizada uma pesquisa nas bases de dados Pubmed e Research Gate e Google scholar entre os meses de Novembro e Dezembro do ano de 2017. A estratégia de busca incluiu a combinação dos seguintes termos: «Ozone/Root Canal Irrigants», «ozone/ anti-infective Agents», «ozone/Dental pulp Diseases», «Ozone/ Dentistry», «Ozone/Dental pulp», «Ozone/Root Canal Therapy», «Ozone/dentine». Também se procuraram e incluíram artigos de referência disponíveis nas mesmas bases de dados. Segundo o critério de seleção, foram considerados os artigos de acordo com os seguintes critérios:

- Critério de inclusão: Artigos em inglês publicados nos últimos 10 anos (2008-2017) em relação com ozono e os tratamentos endodônticos.
- Critério de exclusão: todos artigos não relacionados com ozono e os tratamentos endodônticos.

Foram selecionados 31 artigos de acordo com os critérios mencionados. Posteriormente foram analisados e resumidos os encontrados.

#### **IV. Discussão: Ozono no tratamento endodôntico**

##### IV.1 Generalidades e princípios do tratamento do canal radicular

O sucesso da terapia endodôntica vai ser dependente, entre outros, da remoção completa do tecido da polpa e eliminação dos microorganismos e seus resíduos no sistema dos canais radiculares (3). Os microorganismos e seus resíduos podem permanecer depois dum tratamento endodôntico devido a uma anatomia complexa dos sistemas de canais radiculares como por exemplos as ramificações apicais, canais acessórios, túbulos dentinários, canais curvos... (18). A incapacidade de eliminar esses microorganismos pode causar uma infecção periapical pós-tratamento. Idealmente uma solução de irrigação deve ter uma boa capacidade de dissolução da polpa, permitir uma lubrificação durante a passagem das limas endodônticas, ser fortemente antimicrobiano e também ser biocompatível para os tecidos periapicais (4).

##### IV.2 Efeitos do Ozono na dissolução da polpa

Na preparação do canal radicular é importante que o irrigante escolhido tenha uma boa capacidade de dissolução pulpar para remover completamente todos os restos da polpa que podem causar dor pós-tratamento, sobretudo porque a preparação mecânica muitas vezes não consegue atingir os restos pulpares devido às complexidades morfológicas dos canais radiculares.

Em 2010, Rossi-Fedele et al publicam os resultados dum estudo in vitro cujo o objectivo foi avaliar a capacidade de dissolução de polpa bovina usando, entre outros, ozono em forma gasosa sozinho ou acompanhado de 0,5% de Hipoclorito de sódio (NaOCl). O gás de Ozono foi aplicado durante 120 s pelo gerador HealOzone (Kavo, Biberach, Alemanha) em concentração de 4,2 g/m<sup>3</sup>. Hipoclorito de sódio (NaOCl) a 0,5 % foi usado com controlo

positivo. Foi avaliada a velocidade da dissolução da polpa bovina em tubos Eppendorf e calculada o peso da polpa pelo tempo de dissolução (mg/min). Os resultados mostram que Ozono sozinho não conseguiu dissolver o tecido pulpar, mas foi estatisticamente significativo ( $P=0,01$ ) que a mistura de NaOCl com o gás de Ozono dissolveu a polpa mais rapidamente (0,775 mg/min) do que o NaOCl sozinho (0,396 mg/min) (Figure 6). Pensam que este aumento de dissolução pode ser devido às propriedades oxidantes do Ozono que vão agir sobre o NaOCl directamente, levando a uma formação de moléculas e átomos de oxigênio extremamente reativo sobre a polpa, mas o mecanismo ainda não é totalmente compreendido (5).

### IV.3 Utilidade na desinfeção do canal radicular

#### IV.3.1 Utilização como irrigante antimicrobiano

Actualmente o hipoclorito de sódio (NaOCl) é o irrigante mais usado. Ele tem muitas vantagens como o facto de ser um agente fortemente anti-séptico, lubrificador, conseguir dissolver o tecido pulpar e além disso de ser barato. No entanto, este irrigante tem a desvantagem de levar um sabor desagradável á boca, de ser potencialmente corrosivo, de ser tóxico para as células peri-apicais e pode levar efeitos alérgicos. Assim, a sua extrusão na região peri-apical pode causar reacções alérgicas, dor insidiosa, inchaço imediato e hemorragia profusa (5,6,18).

A clorhexidina a 2% é uma outra opção para a irrigação do canal radicular, mas os estudos mostram que ela pode ter potencial citotóxico para as células epiteliais, provocar descamação da mucosa e uma coloração dentária (6). Uma outra desvantagem é a sua baixa remoção de estrutura orgânica, o que reduz sua capacidade de remover detritos do canal radicular (19). Muitas investigações ainda estão procurando novos métodos anti-sépticos que serão capazes de matar todos tipos de microorganismos no canal radicular sem qualquer citotoxicidade. O Ozono faz parte dessas investigações.

### IV.3.1.1 Efeito anti-bacteriano

#### IV.3.1.1.1 Estudos in vitro

- Contra *Enterococcus faecalis*

Efeito anti-bacteriano do irrigante durante a preparação do canal antes da sua obturação vai influenciar o sucesso do tratamento endodôntico. A incapacidade de eliminar os microorganismos dos canais pode resultar numa reinfecção pós tratamento. Algumas bactérias mostram-se muito resistentes às soluções de irrigação antimicrobianas comumente usadas. Muitos estudos revelaram que *Enterococcus faecalis* é uma das espécies mais resistentes e seria responsável pelas infecções persistentes. Esta resistência desta bactéria anaeróbia facultativa gram positivo pode-se explicar pelo seu diâmetro celular pequeno que lhe permite de penetrar em profundidade nos túbulos dentinários, sua capacidade de sobrevivência prolongada em condição difícil mesmo em queda de nutrientes e sua forte adesão à matriz de colagénio da dentina. Todas as características do *E. faecalis* permitem de explicar porque vários estudos usaram esta bactéria para testar os efeitos anti bacterianos de muitos tipos diferentes de agentes anti microbianos usados em endodontia incluindo o ozono (3,4,18).

Em 2015, Tuncay et al realizam um estudo que tem como objectivo de comparar os efeitos do ozono na sua forma gasosa e a desinfecção foto-ativada (PAD) contra *E. faecalis*. O PAD é um novo método de desinfecção usando uma combinação de um foto-sensibilizador (Azul de toluidina) e uma luz poderosa no espectro vermelho com um pico de potência de 628 nm. O agente de foto-sensibilização vai-se fixar à membrana do microorganismo, absorve a energia da luz e libera essa energia formando com O<sub>2</sub> e espécies altamente reativas que vão destruir as membranas dos microorganismos. Este estudo in vitro usou 60 premolares mandibulares humanos. Para boa comparação foi usado o NaOCl (2,5%) como controlo negativo. O Ozono foi aplicado por 120s usado uma cânula endodôntica (sonda KP) inserido a 2mm do ápice com um gerador (Ozonytron XL-Bioozonix, Munique, Alemanha). No final a contagem de CFU/ml (colony Forming Units) foi obtida, e tanto o

ozono como o PAD têm um efeito antibacteriano significativo. No entanto o nível antibacteriano mais alto foi obtido com o NaOCl (18).

Foi publicado em 2013 um artigo de um estudo in vitro realizado por Zan et al cujo o objetivo seria avaliar os efeitos antibacterianos do Ozono na sua forma aquosa e de dois tipos de Lasers (KTP e Er:YAG) em 80 premolares humanos infetados por *E. feacalis*.

O Ozono aquoso foi aplicado 3 minutos nos canais com uma concentração de 16 g/m<sup>3</sup> com um gerador (TeknO3zone, Izmir, Turkez). Entre a contagem de CFU de todos grupos, o grupo de NaOCl 5,25% usado como controle negativo mostrou o maior efeito antibacteriano, e o ozono aquoso mostrou um efeito antibacteriano mais potente do que a utilização dos Lasers (Figure 7) (3). Esses 2 tipos de lasers emitem uma radiação de alta potência (2,0W, 100mJ, 20 Hz) que possuem uma ação foto-térmica de corte, vaporização, coagulação e esterilização dos tecidos. O laser KTP e o Er:YAG usam um comprimento de ondas respectivamente de 532nm (duas vezes a frequência do Nd:YAG) e de 2940 nm (infra vermelha). A aplicação do Laser no tratamento endodôntico tornou-se possível com a introdução das fibras ópticas capazes de conduzir a energia emitida para o interior dos canais radiculares. As propriedades bactericidas desses lasers estão relacionadas principalmente ao efeito foto-térmico. O mecanismo mais provável envolvido na desinfecção endodôntica parece ser o aquecimento localizado do micro-ambiente bacteriano induzido por laser, resultando em temperaturas letais (20,21).

Dois anos mais tarde (2015), um outro estudo in vitro realizado por Kapdan et al. avaliou desta vez o ozono na sua forma gasosa e o Laser KTP contra a *E. Facealis* sempre em comparação com o NaOCl de concentração de 2,5% sobre 70 incisivos primários. O gás de ozono foi aplicado com uma concentração de 4 g/m<sup>3</sup> com um gerador (HealOzone, Kavo, Biberach, Alemanha) com cânulas endodônticas durante 150 s. O resultado foi similar no estudo anterior, o gás de ozono tem um efeito antibacteriano significativo e superior ao Laser KTP. No entanto, o único grupo que conseguiu a esterilizar os canais completamente foi o grupo com irrigação do NaOCl (4).

Em 2012, Case et al realizaram um estudo in vitro interessante que tem com objectivo de examinar o efeito antibacteriano do ozono gasoso administrado em soro fisiológico com e

sem uso de agitação ultra-sônica passiva em canais radiculares de dentes extraídos infectados por *E. faecalis*. Os resultados mostram uma maior redução de *E. faecalis* quando a agitação ultra-sônica foi combinada com o ozono (83,8%) em comparação com o ozono utilizado sozinho (71,6%). Com agitação ultra-sônica passiva sozinha resultou apenas uma redução de 50,2%. No entanto, a irrigação com 2 min de NaOCl com uma concentração de 1% mostrou-se ainda o agente desinfetante mais efetivo com uma redução de 93,5% de bactérias viáveis (figura 8). Vários estudos demonstraram que a ativação de irrigantes com energia ultra-sônica aumenta os seus efeitos bactericidas. A agitação mecânica de fluido favorece o stress de cisalhamento da parede e o aumento da ruptura do biofilme intra radicular (22).

- Contra biofilmes mistos

Em 2008, Huth et al avaliaram o efeito anti-séptico do ozono nas suas formas gasosa (1-53 g/m<sup>3</sup>) e aquosa (1,25-20 µg/ml) contra uma mistura de microorganismos organizada em biofilme composto de *Candida albicans*, *Peptostreptococcus micros*, *Enterococcus faecalis* e *Pseudomonas aeruginosa* cultivados 3 semanas em canais radiculares humano de dentes extraídos. Neste estudo in vitro, o potencial anti-séptico do ozono foi avaliado em comparação com irrigantes endodônticos tradicionais como o NaOCl (5,25% e 2,25%), o digluconato de clorhexidina (CHX, 2%) e o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 3%). As duas formas do ozono em fortes concentrações mostraram bons resultados na diminuição dos microorganismos em biofilme como fez o NaOCl e CHX. O H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foi menos eficaz. No entanto, o NaOCl foi o único que conseguiu a eliminar completamente todos os tipos de microorganismo (23).

- Como adjuvante aos irrigantes endodônticos tradicionais

Em 2016, Nogales et al avaliaram o benefício anti-bacteriano do ozono como adjuvante de um protocolo de tratamento endodôntico. Os agentes patogênicos usados foram o *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* e *Staphylococcus aureus* cultivados nos canais de dentes extraídos. Ozono aquoso foi testado com duas concentrações diferentes de 4 µg/ml e 8 µg/ml com irrigação final depois do protocolo padrão seguinte:

instrumentação mecânica (de 25/.06 até 40/.06) com uma preparação química de 2 ml de NaOCl (1%) em cada alteração de instrumento. Depois da instrumentação foi colocado 10 ml de EDTA (17%) e no final 15 ml de hipoclorito de sódio (1%). A contagem do CFU/ml permite perceber que o ozono aquoso em associação com o protocolo endodôntico padrão melhora a descontaminação do canal radicular (24).

Em 2014, Noites et al realizaram um estudo para determinar a eficácia do gás de ozono, do NaOCl (1,3% e 5%), CHX (0,2 % e 2%), isolado ou em combinação, contra *E. faecalis* e *Candida albicans*. Os resultados mostraram que os três anti sépticos usados sozinhos não promoveram uma eliminação completa dos microorganismos nos canais radiculares. Mesmo com os períodos de 120s e 180s, o ozono não se mostrou completamente eficiente. Dos resultados usando os anti-sépticos em combinações apenas a associação de CHX (2%) seguida de 24 s de insuflação de gás de ozono foi eficaz na eliminação total de *C. albicans* e *E. Faecalis* (25).

No mesmo ano (2014), Kaptan et al avaliaram efeito antimicrobiano do gás de ozono aplicado em doses recorrentes sozinho ou em associação ao NaOCl (2%),  $\text{Ca(OH)}_2$  e EDTA (ácido etilenodiamino tetracético 15%). A *E. Faecalis* foi usada como modelo de agente microbiano patogénico. Os resultados mostraram que o Ozono não associado em doses recorrentes de cada três dias promoveu uma diminuição de bacterias nos canais. No entanto, o uso combinado de NaOCl (2%) durante 2 min com doses periódicas de ozono permitem uma completa eliminação de *E. faecalis* (2).

Em conclusão de todos estudos in vitros supramencionados, o ozono mostrou-se com um bom potencial anti-séptico, que na maioria dos casos foi mais potente que outros novos métodos antimicrobianos testados (PDA, Lazeres, Activação ultra sônico passiva) contra *E. faecalis* ou um biofilme misto. No entanto, o NaOCl ficou como a solução de irrigação mais eficaz para eliminar completamente todos agentes patogénicos dos canais radiculares. Os três últimos estudos anteriores sugeriram que o ozono poderia ser usado em combinação aos métodos de irrigações tradicionais.

Poderia ser sugerido a possibilidade de reduzir os efeitos tóxicos de alguns irrigantes habituais usados como o NaOCl ou a CHX pela combinação de aplicação de Ozono. Estes



resultados encorajadores devem ser confirmados com investigações clínicas (estudos in vivos), a fim de sugerir uso de ozono nos protocolos de irrigação endodôntico.

#### IV.3.1.1.2 Estudos in vivo

Ajeti et al realizaram em 2017 uma pesquisa no centro clínico de odontologia universitária do Kosovo sobre 40 pacientes de ambos os sexos e com idade entre 15-65 anos, para determinar o efeito anti-bacteriano em canal radicular do ozono gasoso (5 g/m<sup>3</sup>) combinado com o NaOCl (0,9 e 2,5 %) e a CHX (2%). Todos os pacientes foram diagnosticados com uma periodontite apical crônica com necrose pulpar. O gás foi aplicado depois da instrumentação e 5 ml de irrigação final de NaOCl (0,9% ou 2,5%) ou de CHX (2%). A quantidade de bactérias aeróbias e anaeróbias nos canais foi determinada antes da instrumentação, diretamente depois das insuflações com ozono e 3 dias depois o tratamento. Em comparação com o grupo de paciente tratados apenas com NaOCl a 0,9%, os grupos de pacientes tratados com ozono combinado com NaOCl (0,9% e 2,5%) e CHX (2%) mostram redução de colônias de bactérias aeróbias e anaeróbias. Do todos grupos, o grupos da combinação de Ozono com 2,5% NaOCl mostrou o melhor efeito anti-bacteriano (6).

Estes resultados estão em acordo com um estudo in vivo publicado em 2013 realizado por Janković et al. O objetivo foi semelhante ao estudo anterior; comparar a ação antibacteriana dum tratamento usando o gás de ozono (4,494 g/m<sup>3</sup>), adicionado depois duma instrumentação e irrigação com 2,5% NaOCl, a um tratamento convencional usando apenas NaOCl (2,5%). Foi realizado sobre 23 pacientes com diagnóstico de periodontite apical crônica com necrose pulpar sobre dentes uniradiculares. Os resultados mostram também uma melhoria na redução bacteriana (aeróbios e anaeróbios) após aplicação adicional de ozono nos canais radiculares em comparação com o tratamento convencional usando apenas o NaOCl (19).

O resultados destes estudos in vivo são encorajadores, para introduzir na prática clínica o ozono como irrigante adicional no procedimento convencional de irrigação endodôntico.

No entanto, mais pesquisas clínicas devem ser necessárias para confirmar a sua ação anti-séptica in vivo e sua forma precisa de utilização.

#### IV.3.1.2 Efeito sobre o LPS

O LPS ou Lipopolissacarídeo é uma endotoxina presente nas camadas externas de células celulares Gram-negativas. Durante a replicação ou a morte dessas bactérias, o LPS é libertado e vai induzir mediadores pro-inflamatórios e uma reabsorção óssea periapical que pode ter um papel no desencadear de periodontite apical. Por conseguinte, um bom tratamento endodôntico não se limita apenas à eliminação das bactérias, mas também à inativação de endotoxinas (26).

Em 2016, Melo et al realizaram um estudo para mostrar a eficácia, entre outros, do gás ozono na eliminação de LPS nos canais radiculares de dentes preparados in vitro. O gás ozono foi produzido pelo gerador OZY®. Os resultados mostram que o gás de ozono não foi efetivo na eliminação de LPS nos canais radiculares (27).

Os resultados confirmaram um estudo in vitro mais antiga (2008), realizada por Cardoso et al. Neste estudo, o ozono foi aplicado nos canais radiculares de dentes humanos extraídos na sua forma de água ozonizada (concentração de 24 µg/ml) e mesmo nesta forma o ozono não foi capaz de neutralizar os LPS nos canais radiculares (28).

Todavia, até agora os únicos métodos que mostraram um certo grau de eficácia contra os LPS foram a aplicação do laser Nd:YAG e uso de cimento hidróxido de cálcio como um medicamento intra canal. De acordo com alguns estudos a instrumentação mecânica tem um papel mais importante na remoção do LPS que consegue a aderir fortemente à parede dentinária. Assim depois da preparação químico mecânica relataram uma diminuição até 44,4%, 59,99% ou 57,98% de endotoxina (27,28).

### IV.3.2 Utilização como medicação intracanal

Uma das falhas no tratamento endodôntico pode ser a resistência dos microorganismos depois da instrumentação. Para resolver isso, o médico dentista tem de deixar no canal, após a preparação químico mecânica, uma medicação intra-canal com efeito antibacteriano durante vários dias. A pasta de Hidróxido de cálcio (HC) é uma medicação comumente usada pela sua eficácia antibacteriana. Em meio aquoso, o HC vai liberar os íons hidróxido que vão criar um ambiente altamente alcalino impedindo a sobrevivência dos microorganismos. No entanto, algumas bactérias, particularmente a *E. faecalis*, mostram-se resistentes ao HC e podem sobreviver em meio com um pH de 11,2 (27). Uma adição de paramonoclorofenol canforado (CPMC) com o HC potencializa a sua ação antibacteriana, mas o CPMC tem a desvantagem de ser irritante para os tecidos vitais (12).

Em 2013, Um estudo in vitro realizado por Farac et al, avaliou o efeito antibacteriano de uma medicação intracanal à base de Ozono (Propileno glicol ozonizado), de uma pasta de HC combinado com CPMC e de HC misturado com o Propilenoglicol ozonizado. Os canais dos dentes humanos foram contaminados por uma suspensão de *E. faecalis*. Em comparação com os dentes contaminados sem medicação (controle positivo), a medicação à base de ozono (Propilenoglicol ozonizado) e o HC com CPMC reduziram significativamente a contagem de CFU/ml (Colony Forming Units) 14 dias depois da medicação intra-canal (figure 9). Por outro lado, é interessante de ver que a contagem de CFU/ml da mistura de HC com Propilenoglicol ozonizado foi semelhante ao grupo sem medicação, sendo provável que tenha uma interação química entre estas substâncias que afeta a atividade antimicrobiana. Este estudo revela um potencial do uso do ozono como medicação intracanal, e avisou sobre uma possível interação indesejada entre ozono e o HC (29).

#### IV.4 Biocompatibilidade do Ozono nas células humanas periapicais

É fundamental que todas as soluções utilizadas na preparação do canal radicular sejam biocompatíveis com as células do periodonto para evitar uma reação indesejável pós tratamento. Vimos nos capítulos anteriores que o ozono pode ter um interesse no tratamento endodôntico pela sua capacidade anti-bacteriana, mas poderá ser utilizado sem risco de toxicidade para as células humanas periapicais?

Em 2016, Nogales et al fizeram um estudo ex vivo para avaliar a citotoxicidade do ozono na forma de água ozonizada em diferentes concentrações (2µg/L, 5µg/L e 8µg/L) sobre os fibroblastos gengivais humanos. Como referência um grupo controlo de viabilidade celular de 100% (grupo sem ozono), os resultados relevam que apenas os grupos com as concentrações de 5 e 8 µg/L de ozono provocam uma diminuição de viabilidade celular respectivamente de 73,3% e 68,6% depois de um contacto direto (tempo: 0 hora). Depois de 24 horas, a viabilidade celular aumentou para todos os grupos de concentração, 2 ug/L, 5 µg/L e 8 µg/L com respectivamente 103,2%, 104,3% e 112,9%. Isso mostra que no primeiro contacto, o ozono foi tóxico para as células mas a viabilidade celular foi recuperada depois de 24 h (24).

Em 2006, Huth et al comparam num estudo in vitro a citotoxicidade do ozono na sua forma gasosa (4 g/m<sup>3</sup>) e aquosa (1,23-20 µg/ml) em relação às soluções de irrigação anti microbianas comumente usadas como NaOCL, o peróxido hidrogénio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e a Clorhexidina (CHX), sobre as células epiteliais orais humanas e as células fibroblastos gengivais. Neste estudo foram avaliadas várias técnicas bioquímicas, entre outras, o numero de células, a actividade de apoptose e actividade metabólica. Os resultados deste estudo mostram que ozono aquoso não tem nenhuma citotoxicidade para os dois tipos de células. Pelo contrário, foi observado efeito tóxico em ambos os tipos de células usando o gás ozono. O NaOCL e o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> levaram uma diminuição da viabilidade celular e a CHX mostrou-se muito tóxica para as células epiteliais e um pouco tóxica para as células fibroblásticas. Na comparação entre todos antimicrobianos testados, o ozono usado na sua forma aquosa revelou-se o melhor em termos de biocompatibilidade para aplicação oral (30).

## V. Conclusão

O ozono mostrou um efeito antibacteriano significativo com um baixo nível de toxicidade quando usado como irrigante endodôntico. Todavia, ele não corresponde aos critérios do irrigante ideal pela sua fraqueza a dissolver os tecidos pulpares e a neutralizar as endotoxinas (LPS).

Em comparação com os procedimentos de irrigação convencionais usando o NaOCl, o ozono mostrou ser menos eficaz para a dissolução da polpa e para matar os agentes patogênicos do canal radicular. No entanto, os estudos in-vivo e ex-vivo mostram resultados encorajadores quando o ozono foi usado como irrigante adicional no procedimento convencional.

Os estudos que avaliam a citotoxicidade revelaram que o ozono tem uma boa biocompatibilidade nas células humanas periapicais. Assim pode-se especular sobre a utilização do Ozono em combinação com o NaOCl permitindo baixar a concentração de NaOCl para minimizar os seus efeitos colaterais conhecidos.

Por um outro lado, usado com medicação intra canal, o uso de ozono na sua forma oleosa revelou resultados satisfatórios, mas atualmente não existem suficientes estudos para permitir confirmar isso.

Por fim, esses estudos sugerem que o ozono apresenta um potencial para participar no tratamento endodôntico. Devem ser encorajadas mais pesquisas, especialmente in vivo, para determinar as indicações e directrizes precisas do uso de ozono no tratamento endodôntico no consultório.

## VI. Referências Bibliográficas

- 1-R. Garg, S. Tandon. Ozone: A new face of dentistry. The Internet Journal of Dental Science. 2009 Volume 7 Number 2.
- 2-Kaptan F, Güven EP, Topcuoglu N, Yazici M, Külekçi G. In vitro assessment of the recurrent doses of topical gaseous ozone in the removal of *Enterococcus faecalis* biofilms in root canals. Niger J Clin Pract. 2014 Sep-Oct;17(5):573-8.
- 3-Zan R, Hubbezoglu I, Sümer Z, Tunç T, Tanalp J. Antibacterial effects of two different types of laser and aqueous ozone against *Enterococcus faecalis* in root canals. Photomed Laser Surg. 2013 Apr;31(4):150-4.
- 4-Kapdan A, Kustarci A, Tunc T, Sumer Z, Arslan S. Which is the most effective disinfection method in primary root canals: Conventional or newly developed ones? Niger J Clin Pract. 2015 Jul-Aug;18(4):538-43.
- 5-Rossi-Fedele G, Steier L, Dogramaci EJ, Canullo L, Steier G, de Figueiredo JA. Bovine pulp tissue dissolution ability of HealOzone®, Aquatine Alpha Electrolyte® and sodium hypochlorite. Aust Endod J. 2013 Aug;39(2):57-61.
- 6-Nexhmije Ajeti, Teuta Pustina-Krasniqi, Sonja Apostolska, Violeta Vula, Tringa Kelmendi, and Lindihana Emini. Antibacterial Effect of Gaseous Ozone In Infected Root Canal. In-Vivo Study. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. March–April 2017, 8(2):1915-1924.
- 7-Loncar B, Mravak Stipetic M, Matosevic D, Tarle Z. Ozone application in dentistry. Arch Med Res. 2009 Feb;40(2):136-7.
- 8-Dr. K. Srinivasan, Dr. S. Chitra The Application of Ozone in Dentistry: A Systematic Review of Literature. Sch. J. Dent. Sci., 2015; 2(6):373-377
- 9-Fadi Sabbah, Eric Zaremski, Nory Bazzano Mastelli, Carlos Goes Nogales. Dental ozone therapy, the state of the art. International Scientific Committee of Ozone Therapy. Version 1 23-04-2018.
- 10-Anagha V Shete , Arun V Subramaniam , Digamber M Sable , Swati V Patil , Mahesh S Chavan , Mrinal V Shete , Nikhil N Diwan Ozone Therapy: Healing Properties of the Blue Gas. International Journal of Oral Health Dentistry. January – March 2016;2(1):35-38.
- 11-Nogales CG, Ferrari PA, Kantorovich EO, Lage-Marques JL. Ozone Therapy in Medicine and Dentistry. J Contemp Dent Pract 2008 May; (9)4:075-084.

- 12-**Zahed Mohammadi, Sousan Shalavi, Mohammad Karim Soltani, and Saeed Asgary, A Review of the Properties and Applications of Ozone in Endodontics: An Update Iran Endod J. 2013 Spring; 8(2): 40–43.
- 13-**Adriana Schwartz, Gregorio Martínez Sánchez, Fadi Sabbah. Déclaration de Madrid sur l'ozonothérapie, annexe médecine dentaire. Document officiel du ISCO3, 2<sup>nd</sup>e Edition, 2015.
- 14-**Singh T, Majumdar S, Ghosh AK, Pal SP, Waghle SR, MB Dakchiyani. Application of Ozone Therapy in Dentistry– A Review. J Adv Med Dent Scie Res 2014;2(3):44-47.
- 15-**Huth KC, Saugel B, Jakob FM, Cappello C, Quirling M, Paschos E, Ern K, Hickel R, Brand K. Effect of aqueous ozone on the NF-kappaB system. J Dent Res, 2007. 86(5): p. 451-6.
- 16-**Vagharedin Akhavan Zanjani, Amir Ghasemi, Hassan Torabzadeh, Mahbobeh Jamali, Sara Razmavar, Alireza Akbarzadeh Baghban. Bleaching effect of ozone on pigmented teeth. Dental Research Journal, January 2015, Vol 12, Issue 1.
- 17-**Jerónimo Tessier, Patricia N. Rodriguez, Fima Lifshitz, Silvia M. Friedman, Eduardo J. Lanata. The use of ozone to lighten teeth. An experimental study. Acta Odontol, Latinoam, 2010 ISSN 0326-4815 Vol. 23 N° 2, 84-89.
- 18-**Tuncay Ö, Dinçer AN, Kuştarıcı A, Er Ö, Dinç G, Demirbuga S. Effects of ozone and photo-activated disinfection against Enterococcus faecalis biofilms in vitro. Niger J Clin Pract. 2015 Nov-Dec;18(6):814-8.
- 19-**Bernard Janković, Eva Klarić, Katica Prskalo, Danijela Marović, Vlatko Pandurić, Zrinka Tarle. Antimicrobial Effectiveness of Intracanal Ozone Treatment. Acta stomatol Croat. 2013;47(2):127-136.
- 20-**Umberto Romeo, Gaspare Palaia, Alessia Nardo, Gianluca Tenore, Vito Telesca, Roly Kornblit, Alessandro Del Vecchio, Alessandra Frioni, Piera Valenti, and Francesca Berlutti. Effectiveness of KTP laser versus 980 nm diode laser to kill Enterococcus faecalis in biofilms developed in experimentally infected root canals. Aust Endod J 2015; 41: 17–23.
- 21-**Andréa Sarmiento Queiroga, Heloísa Helena Pinho Veloso, Ângelo Barbosa de Resende, Francisco de Assis Limeira Júnior. Use of Er:YAG and Nd:YAG lasers in the disinfection of root canals system: a literature review. Arquivos em Odontologia Volume 46, N° 02, Abril/ Junho de 2010; 105-109.
- 22-**Case PD, Bird PS, Kahler WA, George R, Walsh LJ. Treatment of root canal biofilms of Enterococcus faecalis with ozone gas and passive ultrasound activation. J Endod. 2012 Apr; 38(4):523-6.

- 23**-Huth KC, Quirling M, Maier S, Kamereck K, Alkhayer M, Paschos E, Welsch U, Miethke T, Brand K, Hickel R. Effectiveness of ozone against endodontopathogenic microorganisms in a root canal biofilm model. *Int Endod J.* 2009 Jan;42(1):3-13.
- 24**-Nogales CG, Ferreira MB, Montemor AF, Rodrigues MF, Lage-Marques JL, Antoniazzi JH. Ozone therapy as an adjuvant for endodontic protocols: microbiological - ex vivo study and cytotoxicity analyses. *J Appl Oral Sci.* 2016 Nov-Dec;24(6):607-613.
- 25**-Noites R, Pina-Vaz C, Rocha R, Carvalho MF, Gonçalves A, Pina-Vaz I. Synergistic antimicrobial action of chlorhexidine and ozone in endodontic treatment. *Biomed Res Int.* 2014, Article ID 592423, 6 pages.
- 26**-Grasiela Longhi GRÜNDLING, Tiago André Fontoura de MELO, Francisco MONTAGNER, Roberta Kochenborger SCARPARO, Fabiana Vieira VIER-PELISSER. QMix® irrigant reduces lipopolysaccharide (LPS) levels in an in vitro model. *J. Appl. Oral Sci.* 2015 Jul-Aug;23(4): 431-5.
- 27**-Melo TA, Gründling GS, Montagner F, Scur AL, Steier L, Scarparo RK, Figueiredo JA, Vier-Pelisser FV. LPS levels in root canals after the use of ozone gas and high frequency electrical pulses. *Braz Oral Res.* 2016;30:e19.
- 28**-Cardoso MG, de Oliveira LD, Koga-Ito CY, Jorge AO. Effectiveness of ozonated water on *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*, and endotoxins in root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008 Mar;105(3):e85-91.
- 29**-Farc RV, Pizzolitto AC, Tanomaru JM, Morgental RD, Lima RK, Bonetti-Filho I. Ex-vivo effect of intracanal medications based on ozone and calcium hydroxide in root canals contaminated with *Enterococcus faecalis*. *Braz Dent J.* 2013;24(2):103-6.
- 30**-Huth KC, Jakob FM, Saugel B, Cappello C, Paschos E, Hollweck R, Hickel R, Brand K. Effect of ozone on oral cells compared with established antimicrobials. *Eur J Oral Sci.* 2006 Oct;114(5):435-40.
- 31**- Sevil Gurgan, Esra Firat, Aylin Baysan, Norbert Gutknecht, Satoshi Imazato. Effects of Ozone and ND:YAG Laser Pretreatment on Bond Strength of Self-Etch Adhesives to Coronal and Root Dentin. *Photomedicine and Laser Surgery*, Volume 28, Supplement 2, 2010. Pp. 3–9.



## VII. Anexos

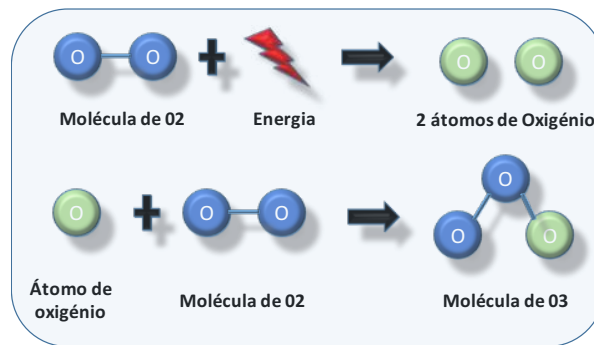


Figure 1: Produção de ozono



Figura 2: Exemplo de gerador de ozono; Healozone®,Kavo.(31)



Figura 3: copos de silicone de tamanhos diferentes para garantir um bom ajuste sobre os dentes (healozone, Kavo). <http://www.healozone.de/en/healozone.html>



Figura 4: Sistema de sucção de vedação com o copo de silicone <http://www.healozone.de/en/healozone.html>

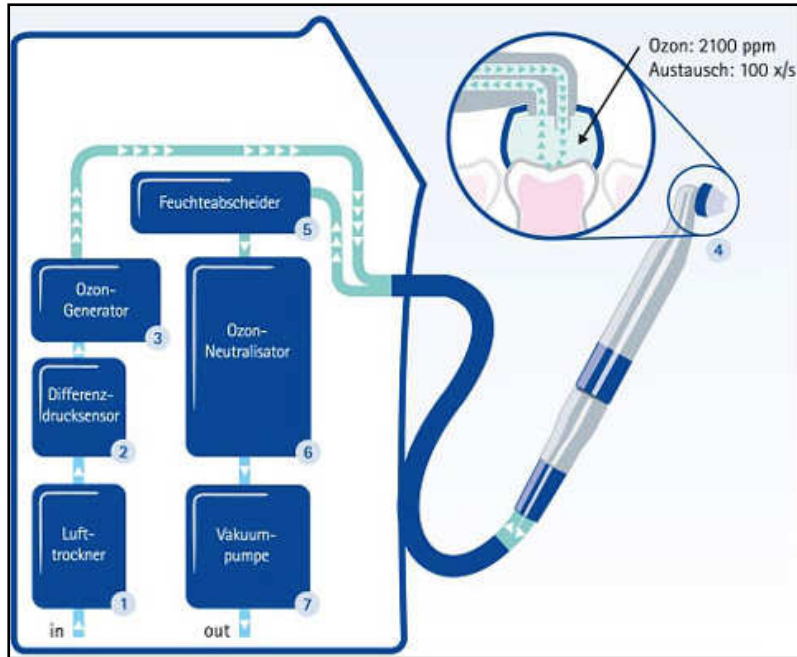


Figura 5: Exemplo do funcionamento do gerador Healozone® 2130C (kavo)

1. **secador de ar:** O ar ambiente é aspirado pela entrada de ar. O secador de ar tem um sensor automático de humidade que mantém a humidade a um nível constante, garantindo assim uma concentração uniforme de ozono dentro do copo de silicone.
2. **Sensor de pressão diferencial:** O sensor diferencial detecta vazamentos e ativa o gerador de ozono.
3. **Gerador de ozono:** O gerador de ozono de sistema fechado produz ozono a partir do oxigénio no ar.
4. **ponta da peça de mão:** A concentração de ozono na ponta da peça de mão é de 2100 ppm a uma taxa de câmbio de ~ 100 vezes / seg dentro do copo de silicone selado a vácuo.
5. **Armadilha de humidade:** A armadilha de humidade evita que a humidade penetre no neutralizador de ozono.
6. **Neutralizador de ozono:** O neutralizador de ozono converte o ozono de volta ao oxigénio no final do tratamento e liberta-o em forma neutralizada no ar ambiente.
7. **bomba de vácuo:** A bomba de vácuo integrada gera um vácuo de pressão negativa que impede que o ozono vaze do sistema. <http://www.healozone.de/en/healozone.html>

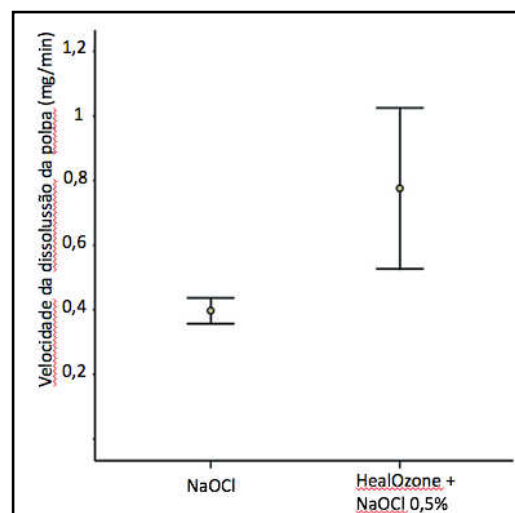


Figura 6: Velocidade média (mg/min) da dissolução da polpa bovina com o NaOCl e com o HealOzone + NaOCl (5)

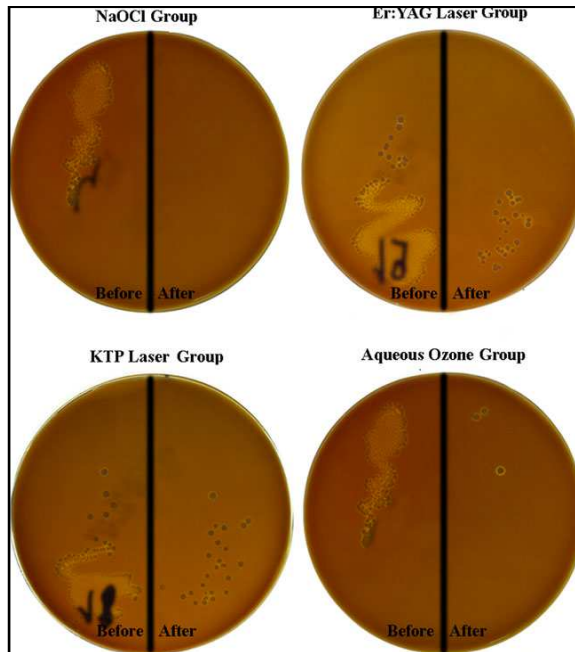


Figura 7: Cultura de *Enterococcus faecalis* em placas de ágar sangue de amostras obtidas de canais radiculares antes e depois da irrigação (3).

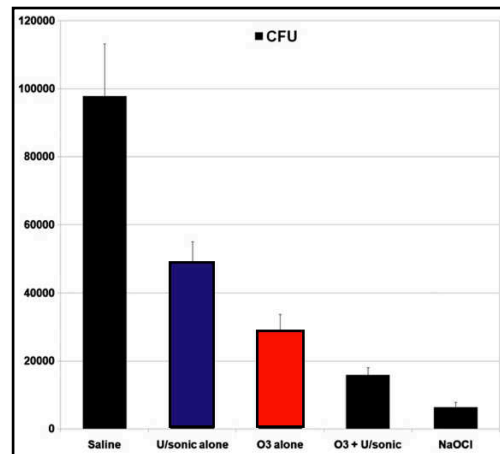


Figura 8: Gráficos mostrando a redução de CFU entre os diferentes grupos experimentais (22)

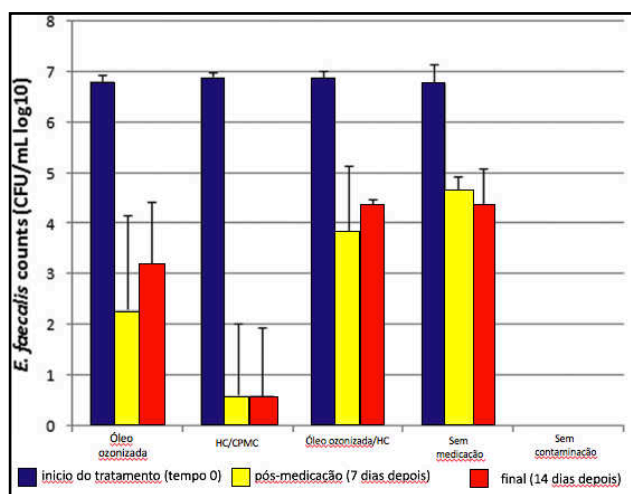


Figura 9: Gráfico mostrando a contagem de *E. Faecalis* (CFU/ml log<sub>10</sub>) dos diferentes grupos experimentais no início do tratamento (tempo 0), pós-medicação (7 dias depois) e no final (14 dias depois). GI= Propileno glicol ozonizado, GII= Hidróxido de cálcio/paramonoclorefenol canforado, GIII= Propileno glicol ozonizado com hidróxido de cálcio, Controlo positivo= sem medicação, Controlo negativo= sem contaminação.(29)

## Capítulo II - Relatório de Estágio

O estágio em Medicina Dentária é fundamentado na importância da prática clínica e na possibilidade do aluno pôr em prática os seus conhecimentos, adquiridos durante os anos anteriores de estudo, dando a possibilidade ao estudante de ser seguido ao mesmo tempo, por um profissional qualificado.

O estágio é constituído por três componentes:

- 1) Estágio de clínica geral dentária
- 2) Estágio hospitalar
- 3) Estágio de saúde oral comunitária

As três áreas combinam situações e evidências diferentes que acontecem ao longo da vida profissional do médico dentista, sendo desta forma uma mais valia para a nossa formação profissional.

### Introdução

O estágio de Medicina dentária é um período tutelado e orientado, que tem como objetivo o contacto direto dos alunos com unidades de saúde onde se diversifica e aumenta a sua experiência clínica na área da medicina dentária.

Está dividido em 3 áreas que me permitiram aplicar e melhorar em termos práticos os fundamentos teóricos adquiridos até ao momento.

#### I. Relatório de estagio clinico Geral dentaria

O estágio em clínica geral dentária foi realizado na Clínica Universitária 'Filinto Baptista' do I.U.C.S em Gandra entre setembro de 2017 e junho de 2018, compreendendo um total de 180 horas com o intuito de proporcionar ao aluno a oportunidade de aplicação de conhecimentos em contexto da prática clínica, assim como incutir autonomia e responsabilidade. Foi supervisionado e orientado pela Professora Doutora Filomena Salazar, Mestre Ana Sofia Vinhas e João Baptista.

Os atos clínicos executados como Operador (Op) e como Assistente (Ass) encontram-se na tabela I.

Tabela I: Atos clínicos executados

Atos clínicos	Exodontias	Endodontias	Restaurações	Destararizações	Outros
Estágio Geral	Op: 3	Op: 0	Op: 11	Op: 0	Op: 0
Clínica Dentária	Ass: 1	Ass: 1	Ass: 9	Ass: 2	Ass: 1

## II. Relatório de estagio Hospitalar

O estágio Hospitalar foi realizado no Serviço de Estomatologia/Medicina Dentária do Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa de Penafiel entre setembro 2017 e junho de 2018 compreendendo um total de 120 horas. Foi supervisionado e orientado pelo Monitor Clínico Gonçalo Castilho. Este estágio compreende uma dinâmica de trabalho diferente que permite ao aluno melhorar a sua experiência e qualidade de trabalho bem como a sua autonomia.

Permitiu também interagir com pacientes com limitações cognitivas e/ou motoras, pacientes com diferentes patologias, permitindo ao aluno correlacionar conceitos teóricos com a prática clínica.

Os atos clínicos executados como Operador (Op) e como Assistente (Ass) encontram-se na tabela II.

Tabela II: Atos clínicos executados

Atos clínicos	Exodontias	Endodontias	Restaurações	Destararizações	Outros
Estágio Hospitalar	Op: 29	Op: 5	Op: 31	Op: 19	Op: 10
	Ass: 19	Ass: 5	Ass: 29	Ass: 19	Ass: 3

## III. Relatório de Estagio de Saúde oral Comunitária

O estágio em Saúde oral comunitária decorreu numa primeira fase no IUCS, onde foi organizado o plano de atividades que seria executado ao longo do restante ano letivo

compreendendo um total de 120 horas.

No segundo semestre, foram feitas visitas regulares a Eb1/JI da Gandra. O objetivo foi a promoção da saúde oral em crianças entre 6 e 12 anos de idade.

O levantamento do Índice CPO foi efetuado em 175 crianças, tendo como objetivo principal a análise das condições da cavidade oral. Os dados recolhidos foram transmitidos ao orientador Professor Doutor Paulo Rompante.

#### IV. Considerações Finais das atividades de Estágio

Nas suas componentes integradas, o estágio permitiu-me a aplicação, solidificação, e aperfeiçoamento dos conhecimentos teóricos e práticos até então aprendidos. Este período foi muito importante para a minha formação académica e profissional, como futuro médico dentista.