

Relatório de Estágio

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Instituto Universitário Ciências da Saúde

# Uso da terapia a laser em endodontia

Claudio Brugnoli 22418

Orientador: Prof. Doutor Fausto Tadeu

Coorientador: Dr Luís Caetano

Relatório final de estágio para obtenção do grau de Mestre

**Mestrado em Medicina Dentária**

2019

## Aceitação do orientador

### Declaração

Eu, Fausto Tadeu, com a categoria profissional de Professor Auxiliar Convidado Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientador do Relatório Final de Estágio intitulado "Uso da terapia a laser em endodontia", da Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Claudio Brugnoli, declaro que sou de parecer favorável para que o Relatório Final de Estágio possa ser presente ao Júri para Admissão a provas conducentes para obtenção do Grau de Mestre.

Gandra, 2 de Abril 2019

O orientador,

O coorientador,

## Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. Doutor Fausto Tadeu, coorientador Mestre Luís Caetano e a todos os professores que compartilharam comigo estes anos de estudo e empenho, por me terem transmitido algum do seu conhecimento, sabedoria e experiência.

A todos aqueles que me acompanharam no meu caminho, deixando uma impressão na minha vida para sempre, aos novos amigos e aos perdidos.

A minha fé.

## Declaração de integridade

Eu, Claudio Brugnoli, estudante do Curso de Mestrado Integrado em Medicina Dentária do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste Relatório de Estágio intitulado: Uso da terapia a laser em endodontia .

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.

Gandra, 2 de Abril 2019

O aluno

\_\_\_\_\_

## Resumo

Desde 1960, com o desenvolvimento do laser Ruby por Maiman, e mais tarde com sua aplicação em endodontia feita por Weichman, muitos artigos foram publicados sobre as potenciais aplicações do mesmo na endodontia.

O objetivo desta revisão é apresentar algumas das aplicações do laser na endodontia, incluindo o seu uso no controle da vitalidade, remoção, limpeza, preparação e desinfecção do canal radicular, através da eliminação de bactérias e microrganismos, capeamento pulpar e pulpotomia.

**Objetivo:** depois de analisar as origens históricas, a classificação dos lasers e seus diferentes usos, o objetivo fundamental é verificar se esta técnica é realmente necessária ou se, em alguns casos, não afeta método tradicional examinando quantas e quais são as vantagens da terapia com laser.

**Conclusão:** No campo da endodontia, o laser encontra hoje inúmeras aplicações, desde a preparação da cavidade de acesso, até a limpeza, à desinfecção, à irrigação e o tratamento de exposições pulpares. Este pode ser usado para aplicação em canais radiculares curvos e estreitos, produz um efeito bactericida não apenas nas superfícies do canal radicular, mas também nas camadas mais profundas da dentina.

O laser tem alguns limites que devem ser lembrados, mas quando combinado com a terapia tradicional, consegue obter excelentes resultados, desde a remoção da *smear layer* até a desinfecção dos canais radiculares ou o retratamento endodôntico

**Palavras-chave:** laser, *smear layer*, dental pulp, endodontic therapy, clinical application of laser in endodontics.

## Abstract

Since the first development of the Ruby laser thanks to Maiman in 1960 and later with its application in endodontics made by Weichman, many articles have been published on the potential applications of the laser in endodontics.

The aim of this review is to present some of the applications of the laser in endodontics including its use in the control of pulpal vitality, cleaning and preparation of the root canal, disinfection of the same through the elimination of bacteria and microorganisms and pulp and pulpotomy.

**Objective:** After analyzing the historical origins, the classification of lasers and their different uses, the fundamental objective is to verify if this technique is really necessary or if, in some cases, it does not affect traditional method by examining how many and what are the advantages of laser therapy.

**Conclusion:** In the field of endodontics, it finds numerous applications, from the preparation of the access cavity, to cleaning, to disinfection, to irrigation and to pulp capping. It can be used for application in curved and narrow root canals, it produces a bactericidal effect not only on the surfaces of the root canal, but also in the deeper layers of the dentin.

The laser has some limits to keep in mind, but combined with traditional therapy, it manages to obtain excellent results, from the removal of the smear layer, to the disinfection of the root canals or the endodontic reprocessing.

**Keywords:** laser, smear layer, dental pulp, endodontic therapy, clinical application of laser in endodontics.

## Índice geral

<b>Capítulo I - Desenvolvimento da fundamentação teórica</b> .....	1
1. Introdução .....	1
2. Objetivo.....	3
3. Materiais e métodos.....	3
4. Desenvolvimento.....	4
4.1 Controle da vitalidade pulpar em dentes permanentes .....	4
4.2 Desinfecção dos canais radiculares e remoção da smear layer .....	6
4.2.1 Remoção da smear layer .....	8
4.2.2 Remoção de microrganismos.....	9
4.2.3 Photon-Induced Photoacoustic Streaming technique.....	10
4.3 Selamento e aderência de cimentos endodônticos .....	12
4.4 Terapia pulpar .....	13
4.5 Retratamento endodôntico.....	17
5. Conclusão .....	19
6. Bibliografia.....	20
<b>Capítulo II - Relatório das Atividades Práticas das Disciplinas de Estágio Supervisionado</b> .....	27
1.1 Estágio em Clínica Geral Dentária .....	27
1.2 Estágio em Clínica Hospitalar .....	27
1.3 Estágio em Saúde Oral e Comunitária.....	28
2. Anexos.....	28
Tabela 1: Número de atos clínicos realizados como operador e como assistente, durante o Estágio em Clínica Geral Dentária.....	28
Tabela 2: Número de atos clínicos realizados como operador e como assistente, durante o Estágio Hospitalar. ....	29
Tabela 3: Planejamento e desenvolvimento das atividades, durante o Estágio em Saúde Oral e Comunitária.....	29

## *Capítulo I - Desenvolvimento da fundamentação teórica*

### *1. Introdução*

A cavidade oral é uma das melhores regiões para a terapia a laser, graças à sua fácil acessibilidade, conforto para pacientes e condições biológicas especiais.

Os lasers utilizados no campo dentário são os de baixo nível (potência inferior a 250 mW, densidade de potência por potência para cada unidade de superfície inferior a 670 MW), porque a energia absorvida pelos tecidos não causa danos térmicos.

Os lasers de baixo nível são utilizados na cavidade oral e tecidos circundantes, incluindo tecidos moles, tecidos duros e articulação temporomandibular<sup>(1-2)</sup>. Os tecidos moles incluem mucosa, músculos e pele e os tecidos duros os ossos, dentes e articulação temporomandibular. Em nenhum outro lugar no corpo, se encontram tantas estruturas biológicas tão complexas num espaço tão pequeno e limitado.

O laser em odontologia é usado para tratar várias condições devido ao uso de anestesia mínima e economia de tempo para pacientes encontra seu uso também no âmbito odontopediátrico.

Goldman et al. foi o primeiro a usar o laser de ruby e mais tarde continuou os estudos de outros lasers como o Argon (Ar), o laser de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o Neodymium Yttrium Aluminium Garnet (Nd: YAG) e o laser Erbium (Er:YAG)<sup>(3-4)</sup>.

Na endodontia, o laser foi usado desde 1971. A partir deste momento, muitos investigadores lidaram com a ação de diferentes tipos de lasers para preparação de cavidades, condicionamento de dentina e esmalte, desinfecção de canal radicular, remoção de *smear layer* e em procedimentos cirúrgicos<sup>(5-6-7)</sup>.

O principal objetivo do tratamento endodôntico é a limpeza efetiva do sistema de canais radiculares. Técnicas endodônticas tradicionais usam instrumentos mecânicos, bem como ultra-som e irrigação química para modelar, limpar e descontaminar completamente o sistema endodôntico. A tecnologia laser foi introduzida em endodontia com o objetivo de melhorar os resultados obtidos com os procedimentos tradicionais através do uso de energia luminosa, aumentando a capacidade de limpar e remover detritos e *smear layer*



dos canais radiculares e também melhorando a descontaminação do sistema endodôntico. A complexidade do sistema de canais radiculares é bem conhecida. Numerosos canais laterais, de vários tamanhos e com múltiplas morfologias, partem dos canais principais<sup>(8)</sup>.

Na terapia endodôntica, os lasers foram utilizados como tratamento adjuvante tanto com a terapia a laser de baixa intensidade, como com o tratamento a laser de alta intensidade, para aumentar a taxa de sucesso dos procedimentos clínicos.

A terapia a laser de baixa intensidade tem a capacidade de produzir efeitos analgésicos, anti-inflamatórios e de biomodulação no tecido mole irradiado, melhorando assim o processo de cicatrização de feridas e dando ao paciente uma melhor condição pós-operatória<sup>(9)</sup>.

Uma vez que a terapia com laser é uma ciência moderna, os métodos e as condições de tratamento estão em constante estudo e aperfeiçoamento por parte dos investigadores.

Hoje, o laser pode ser usado em vários procedimentos endodônticos, como controle de vitalidade pulpar, pulpotomia, desinfecção do canal radicular e remoção da camada de *smear layer*.

## **2. *Objetivo***

O objetivo do presente trabalho, depois de verificar a origem histórica e a classificação dos lasers, passa por identificar e aprofundar o uso dos mesmos em diferentes procedimentos endodônticos, com a finalidade de verificar a sua real utilidade em detrimento das técnicas tradicionais. Isso significa investigar as vantagens da terapia endodôntica com laser e perceber a sua utilidade nos diferentes procedimentos.

## **3. *Materiais e métodos***

Usando termos de pesquisa combinados, foram encontrados 1256 artigos qualificados numa pesquisa inicial na pubmed. Usando como critério de inclusão estudos em humanos nos últimos 10 anos, obtivemos 810 artigos. A análise dos resumos e full text diminuiu a pesquisa para 240 artigos. Destes, somente 71 foram considerados relevantes, pela referência à utilização do laser na descontaminação endodôntica. As palavras-chave usadas para a pesquisa são: laser, smear layer, dental pulp, endodontic therapy, clinical application of laser in endodontics.

#### 4. *Desenvolvimento*

##### 4.1 *Controle da vitalidade pulpar em dentes permanentes*

O controlo da vitalidade pulpar é um auxiliar de diagnóstico útil e indispensável na endodontia. Este fornece dados que, juntamente com outras informações obtidas a partir da história do paciente e análise radiográfica, leva a um bom diagnóstico e planeamento do tratamento<sup>(10)</sup>.

Embora, entre 1970 e 1990, as aplicações dos testes de vitalidade pulpar tenham evoluído, até à data não existe um conceito de teste ideal, pois, do ponto de vista técnico, ainda existem lacunas em termos de precisão, confiabilidade e reprodutibilidade<sup>(11-12)</sup>.

A polpa está confinada a tecido dentário duro, por isso, a determinação da vitalidade pulpar não pode ser controlada diretamente, conseqüentemente devemos fazer recurso a métodos indiretos tais como diagnóstico de dor, avaliação pós-trauma, anestesia seletiva e avaliação de dentes com pulpotomia ou restauração profunda<sup>(13)</sup>.

Os métodos atuais de diagnóstico baseiam-se na estimulação de fibras nervosas (como a estimulação térmica, elétrica ou direta), no entanto, estes não são precisos (falsos positivos ou falsos negativos) porque cada teste é subjetivo e depende da resposta do paciente e da interpretação do médico dentista<sup>(14)</sup>.

Estudos mais recentes mostraram que o valor determinante para o controle da vitalidade da polpa é fornecido pela análise da circulação sanguínea e não pela inervação, uma vez que proporciona uma diferenciação objetiva entre tecido necrótico e tecido vital da polpa<sup>(14)</sup>.

Por esta razão, o uso do laser doppler flowmetry (LDF) revela-se ótimo pela sua técnica não-invasiva que permite o registo semi-quantitativo do fluxo sanguíneo<sup>(10)</sup>.

Gazelius descreve pela primeira vez a técnica de LDF que utiliza uma fonte laser apontada à polpa, que atravessa através dos túbulos dentinários. A luz retro difundida é refletida pelo sangue que circula nas células causando um efeito Doppler e uma frequência diferente dos tecidos estáticos circundantes<sup>(15)</sup>.

Vários estudos foram realizados para pesquisar os parâmetros ideais do laser LDF.

Gazelius descobriu que o laser de 750nm penetrava mais profundamente, mas que

havia uma contaminação do sinal de origem não pulpar dos tecidos circundantes<sup>(15)</sup>.

Odor et al. estudaram que fontes de calor com maior comprimento de onda, proporcionam maior sensibilidade ao movimento dos glóbulos vermelhos graças à maior penetração no sistema vascular da polpa<sup>(16)</sup>. No entanto, mais tarde, observaram que lasers com maior comprimento de onda contribuem para a variação do sinal<sup>(17)</sup>.

Para filtrar o sinal refletido, podem-se usar diferentes reflexos de banda com frequência mais ampla e, portanto, mais sensível ao movimento de glóbulos vermelhos<sup>(18)</sup>. Teoricamente, a banda ideal é de 15 kHz, mas mesmo 3kHz pode ser uma boa faixa de filtro<sup>(17)</sup>.

Além disso, a regulação das fibras da sonda tem um papel importante para a análise correta da vitalidade pulpar<sup>(19)</sup>. A parte final da sonda em contacto com o dente contém as fibras óticas tanto de envio como de receção com um arranjo triangular na extremidade<sup>(20)</sup>. Assim, quanto maior a distância de separação da fibra, maior o sinal de saída e maior a superfície de cobertura do sinal de saída, existindo também potencialmente uma maior probabilidade de variação do sinal de fluxo sanguíneo de fontes não pulpares<sup>(21)</sup>. Até à data, as distâncias preferidas são de 0,25 ou 0,5 mm.<sup>(22)</sup>

A dificuldade da análise da polpa pode ser causada por falsos negativos (quando não há fluxo sanguíneo se o canal radicular estiver obstruído) ou falso positivo (quando o sinal contaminado por superfícies não pulpares pode sugerir a presença de fluxo sanguíneo)<sup>(23)</sup>.

O teste pulpar usando laser LDF é menos invasivo, criando maior aceitação e cooperação do paciente, mas também é significativamente melhor quando comparado com os testes convencionais, térmicos e elétricos.

Todavia existem limitações na técnica, uma vez que, é um dispositivo com um preço elevado e os seus resultados podem ser influenciados pelos movimentos do paciente, do dente, ou da sonda<sup>(24)</sup>.

#### 4.2 *Desinfecção dos canais radiculares e remoção da smear layer*

Um dos principais objetivos em endodontia é chegar a uma limpeza ideal do sistema de canais radiculares por meio de um "uso" racional dos instrumentos endodônticos e substâncias irrigantes. Em particular, a irrigação do canal, se otimizada, facilita todas as fases do tratamento endodôntico através de redução de todos os microrganismos até à completa desinfecção do espaço do canal; eliminação de todos os restos de polpa macroscópica e microscópica, remoção do tecido pulpar contido nos canais laterais, remoção de *smear layer*, limpeza e abertura dos túbulos dentinários, melhoria no fecho hermético de todas as técnicas de obturação.

A terapia do sistema de canais radiculares é um ramo que lida com doenças relacionadas com a polpa do dente e seus tecidos circundantes<sup>(25)</sup>.

O tratamento radicular leva à preservação dos dentes naturais e inclui a limpeza, desinfecção e remodelação do sistema canalar que depois é preenchido com material de selamento<sup>(7)</sup>.

A taxa de sucesso depende da presença de bactérias, assim sendo, onde o número de bactérias é baixo, a probabilidade de sucesso é alta e vice-versa<sup>(26)</sup>. Microrganismos, fungos e bactérias podem infectar a polpa dentária e levar à periodontite apical<sup>(27)</sup>.

Moritz diz que existem três principais fatores que dificultam a realização de um ambiente estéril em endodontia. Esses fatores são, a configuração da anatomia radicular, a flora bacteriana particular do endodonto e a dificuldade em conseguir que o irrigante canalar penetre profundamente nos túbulos dentinários.

O uso de uma solução de hipoclorito de sódio elimina bactérias, mas não é capaz de esterilizar os canais e, conseqüentemente, existe a necessidade de utilizar equipamentos, tais como o laser.

A luz do laser pode penetrar em áreas onde as soluções desinfetantes não chegam, tem sido estudada a utilização de diferentes lasers, como o CO<sub>2</sub>, ND: YAG, Er: YAG, Er: YSGG, tendo sido demonstrado que o mais adequado de todos é o laser Er: YAG. Estudos sobre o efeito antibacteriano que comparam o uso de Nd: YAG com hipoclorito de sódio (NaClO) demonstraram melhor resultado quando combinados<sup>(7)</sup>.

Ao usar o laser para limpeza do canal radicular, algumas limitações devem ser levadas em consideração. A luz do laser é emitida em linha reta com um ângulo de divergência de apenas 18 a 20 graus, sendo assim difícil ter uma irradiação igual em toda a superfície dentinária do canal. Outra limitação prende-se com o facto de os procedimentos de tratamento em canais curvos serem perigosos por poderem criar degraus, falsos trajetos e perfurações<sup>(28)</sup>.

Namour estudando o laser Nd: YAP, mostrou que, durante a eliminação da *smear layer*, para evitar um aumento excessivo de temperatura entre as duas irradiações, é necessário usar um irrigante no canal evitando risco de lesões ósseas. A técnica de utilização recomendada é a de realizar movimentos circulares com uma velocidade de 1 mm / seg. Desde o ápice até ao margem cervical, durante 10 segundos (sob irrigação constante e sem perigo de sobreaquecimento)<sup>(29)</sup>.

O principal fabricante e distribuidora de lasers odontológicos do mundo é a Biolase.

É responsável por projetar o Waterlase: um Er: YAG que, usando energia laser e spray de água, emite um raio vermelho de luz e vaporiza a estrutura dentária em decomposição. O seu comprimento de onda é de 2.940 nm, o que representa a absorção do pico de energia luminosa da água. Isso permite que o laser decomponha de forma seletiva, preservando a estrutura saudável do dente, pois as substâncias com alto teor de água são as primeiras a serem destruídas. Mostrou-se que o Waterlase não aumenta a temperatura da polpa dentária e é indicado não só para o tratamento de tecidos duros, mas também para o manejo de tecidos moles e procedimentos endodônticos.

Os estudos realizados para a limpeza de canais radiculares podem ser divididos em dois grupos, um com foco na remoção da *smear layer* e o segundo na remoção de microrganismos<sup>(7)</sup>.

#### 4.2.1 Remoção da *smear layer*

Uma das fases mais importantes da terapia endodôntica é a limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares.

Hoje, a introdução de limas rotatórias com conicidade aumentada de níquel-titânio, com as suas características de flexibilidade, e à evolução das técnicas operacionais no sentido de se tornarem cada vez mais simples e rápidas, permite que operadores menos experientes obtenham uma boa conformação dos canais.

Durante essa fase de conformação mecânica, o tecido pulpar presente no sistema de canais é retirado por instrumentos sendo formada a *smear layer* pela ação cortante das limas<sup>(30)</sup>.

A remoção da *smear layer* ao nível das paredes do canal radicular tem sido um assunto muito debatido ao longo dos anos. A remoção desta estrutura amorfa, composta por componentes orgânicos e inorgânicos, como tecido pulpar, processo odontoblástico, detritos necróticos, microrganismos e seus produtos metabólicos, envolve benefícios importantes, pois, ao nível dos túbulos dentinários, há uma maior penetração de agentes antimicrobianos e de substâncias predispostas ao preenchimento dos canais radiculares<sup>(32)</sup>.

Onac demonstrou que o laser de diodo, com um comprimento de onda de 940 nm, usado com uma solução de EDTA (etilenodiamina tetra-acético a 15%) e lavagem com 2,5% de NaClO tem efeitos na eficaz remoção da *smear layer* e não causa efeitos prejudiciais aos tecidos periodontais<sup>(31)</sup>.

Shahriari, num estudo experimental em 60 dentes mandibulares, humanos, maduros, mostrou que o hipoclorito de sódio ativado por laser (NaClO) nas concentrações de 1%, 2,5% e 5% removeu significativamente a *smear layer* das paredes intracanales. No entanto, o método convencional com NaClO e 17% de EDTA foi mais eficaz na remoção da *smear layer* intracanal<sup>(32)</sup>.

O laser, por outro ele pode criar danos periapicais devido ao aumento da temperatura do canal radicular, pelo que o uso de irrigantes é mais seguro.

#### 4.2.2 Remoção de microrganismos

De acordo com o conhecimento atual, a patologia endodôntica é uma infecção causada por bactérias e, em particular, pelo biofilme. Assim sendo, do ponto de vista biológico, esta deve ser orientada no sentido da eliminação de microrganismos e na prevenção de possíveis contaminação<sup>(6)</sup>.

A principal propagação da luz do laser ocorre através da dispersão, isto é, a divisão da luz por desvios direcionais repetidos, criando um leve "nevoeiro" na dentina e perdendo as características de feixe concentrado.

Dada a arquitetura complexa do tecido feita de material dentário orgânico e inorgânico, a luz do laser é absorvida apenas em pequena escala, enquanto, para a eliminação de bactérias, ela deve penetrar profundamente nos túbulos. Enquanto os lasers Nd: YAG e diodo são eficazes nas camadas profundas da dentina, o laser Er: YAG tem a sua eficácia limitada a uma pequena área ao redor do canal radicular. O efeito bactericida do laser ocorre causando alterações na parede celular bacteriana. Enquanto as bactérias gram-negativas são facilmente eliminadas com baixa densidade de energia, as bactérias gram-positivas (*e-faecalis*) são mais resistentes à irradiação e requerem mais intervenções para eliminação completa<sup>(33)</sup>.

Vários estudos foram realizados sobre a desinfecção do canal radicular e, por vezes, foram relatados resultados discordantes. Segundo Shekhar o laser Nd: YAG, mais comumente usado, deu excelentes efeitos bactericidas, sem causar danos nos tecidos circundantes, mesmo quando usado por períodos prolongados<sup>(33)</sup>. O laser de diodo também tem um bom efeito bactericida. A sua profundidade de penetração, menor que a do laser Nd: YAG, reduz o risco de aumento da temperatura, mas em casos de infecções profundas, o tratamento efetivo não é alcançado.

Os lasers Er:YAG, ER e Cr:YSGG não são adequados para esterilização do canal radicular, o seu efeito é comparável às soluções tradicionais de irrigação com NaClO.

No entanto, Hardee, num estudo, concluiu que não há diferença antibacteriana significativa entre os dentes tratados com o laser Nd: YAG e aqueles tratados com esterilização convencional com 0,5% de NaClO<sup>(34)</sup>. Gerek mostrou que os lasers Nd: YAG e



diodo têm capacidade antibacteriana, mas não de esterilização, por isso, só podem ser considerados um complemento e não uma alternativa à terapia tradicional<sup>(35)</sup>.

Pirnat alcançou as mesmas falhas no efeito bactericida dos lasers e concluiu que, para obter uma terapia a laser endodôntica eficaz, é necessário definir os parâmetros ótimos para o procedimento<sup>(36)</sup>.

#### ***4.2.3 Photon-Induced Photoacoustic Streaming technique***

Como examinamos até agora, no tratamento endodôntico, a eliminação de bactérias no canal radicular é crucial para o sucesso a longo prazo da terapia endodôntica<sup>(37)</sup>.

Estudos anteriores mostraram, que o uso do laser de érbio no canal radicular pode causar efeitos colaterais como o aumento de temperatura, carbonização e fissuras nas paredes do canal radicular<sup>(38-39)</sup>.

Por estas razões, tem havido tentativas de efetuar estudos para prevenir esses efeitos colaterais, onde se pode verificar que os lasers, além de terem a capacidade de efetivamente limpar e desinfetar os canais radiculares, podem usar a sua energia para ativar as soluções de irrigação.

Georg et al. relataram o primeiro estudo *in vitro* para investigar a capacidade dos lasers de ativar irrigantes dentro dos sistemas de canais radiculares para aumentar a sua ação na camada de *smear layer*<sup>(40)</sup>.

Blanken mostrou que o laser gera a expansão e subsequente implosão dos irrigantes, causando um movimento cavitacional dos fluidos<sup>(41)</sup>.

Um estudo realizado por DiVito relata a eficácia da limpeza do canal radicular, melhorando a técnica de laser érbio que utiliza um fluxo contínuo fotoacústico, induzida por fótons produzidos por uma ponta cônica recentemente concebida<sup>(42)</sup>. Esta nova técnica chamada "PIPS technique" (Photon-Induced Photoacoustic Streaming) baseia-se no mecanismo de bolha de cavitação, descrito como a formação de ondas de choque resultantes de colapso de bolhas no fluido. Esta técnica também devem ser capaz de limpar as regiões apicais de difícil acesso a partir de soluções aquosas, como hipoclorito

de sódio e agentes quelantes (EDTA)<sup>(43)</sup>.

Nesta técnica, o laser Er: YAG é usado com baixos níveis de energia (0,3 W) e pequenas frequências de microssegundo (50 microssegundos) para gerar picos de potência, a ponta é colocada apenas na câmara pulpar sem se mover para o ápice da raiz<sup>(44)</sup>.

Muitos estudos foram realizados sobre esta técnica para testar a capacidade de dissolver o tecido, remover a *smear layer*, bactérias e hidróxido de cálcio.

Guneser et al. avaliaram o efeito da técnica de PIPS na dissolução de tecidos, comparando-a com o sistema EndoActivator e o laser de Er: YAG com ponta de fibra endodôntica. Os resultados obtidos mostraram que a ativação do hipoclorito de sódio com o laser Er: YAG foi mais efetiva na dissolução do tecido pulpar, no entanto, a técnica PIPS, tem melhores resultados do que o hipoclorito de sódio inativado<sup>(45)</sup>.

Na utilização da técnica de PIPS para a remoção da *smear layer*, Arslan mostrou que, embora na região coronal existam vários resultados significativos, em comparação com agulha de irrigação tradicionais, a penetração da ponta de laser é um fator crítico para a *smear layer* apical. Do seu estudo descobriu-se que o uso do laser Er: YAG em associação com o irrigante QMIX, removeu a camada de *smear layer* mais efetivamente no terço apical do canal radicular, enquanto a técnica PIPS teve um maior sucesso no terço coronal<sup>(44)</sup>.

Nasher na sua pesquisa obteve os mesmos resultados e concluiu que a remoção da *smear layer* não pode ser realizada com a técnica PIPS, uma vez que o efeito de cavitação desejado não pode ser alcançado aplicando as mesmas configurações de laser em dentes com estruturas anatomicamente diferentes e viscosidade diferente da solução<sup>(43)</sup>.

Analisando também a eficácia da eliminação bacteriana pela técnica do PIPS, Pedulla no seu estudo mostrou que não há diferenças significativas na redução da carga bacteriana com ou sem ativação do laser<sup>(46)</sup>. Diferentes resultados são obtidos quando esta técnica é usada para remover o hidróxido de cálcio comumente usado para reduzir a carga bacteriana do sistema de canais radiculares, mas que pode diminuir a adesão do

selante e causar perda a longo prazo da obturação do canal radicular. Daqui nasceu a necessidade de propor novas técnicas de remoção de hidróxido de cálcio, incluindo o PIPS.

Lloyd, comparando a eficácia da irrigação ativada por laser Er: YAG (PIPS), a irrigação ultra-sônica passiva e a irrigação por agulha padrão, mostraram que a técnica PIPS foi a mais efetiva<sup>(47)</sup>.

Dentro dos limites de seu estudo, Laky obteve os mesmos resultados positivos<sup>(37)</sup>.

### **4.3 Selamento e aderência de cimentos endodônticos**

Para obter sucesso no tratamento endodôntico, é necessário não só uma desinfecção completa da camada de *smear layer* mas também um excelente selamento do material de preenchimento<sup>(48)</sup>.

O material obturador deve adaptar-se e penetrar perfeitamente nos túbulos dentinários, de modo a favorecer a sua capacidade de retenção, de selamento e, subsequentemente tem de ser submetido a um processo de polimerização<sup>(49)</sup>.

O uso do laser para a cavidade dentária tem vantagens como, a remoção de tecidos duros dentários com mínima lesão da polpa, a formação de uma superfície áspera e irregular é mínimo, se não nulo, sem efeitos invasivos para o paciente<sup>(50-51-52)</sup>.

No entanto, o laser corre o risco de alterar a rede de colagénio, o que pode impedir a penetração do adesivo nos túbulos dentinários, reduzindo a força de ligação e aumentando a micro-sucção<sup>(53)</sup>.

Moura-Netto mostrou que o tratamento com diversos tipos de laser (Nd:YAG, diodo laser, Er:YAG) não interferiu no selamento da resina, sendo que o uso do primer nas paredes dos canais radiculares deve ser considerado para que os resultados possam ser melhores<sup>(54)</sup>.

A avaliação da força de ligação em dentes decíduos utilizando o laser Er: YAG não pode ser generalizada para dentes permanentes devido à considerável diferença de estrutura e composição.

Bahrololoomi analisa a resistência da adesão da resina composta à dentina em 48 molares decíduos tratados com broca e laser de Er: YAG e conclui que mesmo com

diferentes concentrações de NaOCl, não há diferença significativa entre os dois tratamentos<sup>(53)</sup>.

#### **4.4 Terapia pulpar**

Nos dentes decíduos, a espessura do esmalte e da dentina é menor e a cárie infecta a polpa com maior frequência. Como a preservação da dentição decídua é essencial para a manutenção do comprimento da arcada dentária, estética, mastigação, fala e prevenção de hábitos anormais, a terapia de conservação da vitalidade da polpa torna-se muito importante<sup>(55)</sup>.

A pulpotomia é a amputação do tecido da polpa coronária infectada para manter a vitalidade da polpa da raiz e sua função<sup>(56)</sup>.

Este procedimento clínico é amplamente utilizado para o tratamento de dentes decíduos com inflamação do canal radicular causada por cárie sem infecção pulpar radicular<sup>(57)</sup>.

Existem várias técnicas de pulpotomia com diferentes protocolos: não farmacológico, como o laser, ou ablação farmacológica, como o uso de hipoclorito de sódio<sup>(56)</sup>.

Durmus realizou um estudo in vivo sobre dentes decíduos para avaliar se a pulpotomia realizada com laser de diodo poderia ser uma alternativa a uma pulpotomia realizada com sulfato férrico<sup>(58)</sup>.

O resultado, sucesso ou falha, foi avaliado de acordo com determinados critérios clínicos e radiográficos. A presença, durante o exame clínico, de dor espontânea, percussão/palpação, abscesso, inchaço, fístula ou mobilidade patológica indicavam com certeza o insucesso do tratamento. Radiograficamente, por outro lado, as evidências da falha eram a presença de radiotransparência periapical, o aumento do espaço do ligamento periodontal, a reabsorção patológica interna/externa da raiz ou as alterações patológicas do osso alveolar na área de furca.

Apesar do sucesso clínico no uso do laser, este não pode substituir a pulpotomia tradicional com sulfato férrico devido à falha radiográfica<sup>(58)</sup>.

Estudos in vivo sobre o uso do laser na pulpotomia ainda não são suficientes para fornecer uma teoria completa da taxa de sucesso<sup>(56)</sup>.

A pulpotomia com laser de diodo tem alta taxa de sucesso em relação ao sulfato férrico, pois apresenta ausência de qualquer patologia química ou radiográfica nas consultas de *follow up*<sup>(59)</sup>.

O laser oferece uma alternativa conservadora em comparação com outros métodos de pulpotomia, graças ao efeito regenerativo ou reparador da energia do laser e à capacidade de esterilizar o local de exposição. Os diferentes tipos de laser são escolhidos de acordo com o relaxamento térmico do tecido (o tempo requerido pelo tecido irradiado para resfriar 50% da temperatura original imediatamente após o pulso do laser ser aplicado)<sup>(60)</sup>.

Tem sido demonstrado que os efeitos térmicos podem ser prejudiciais durante o tratamento da polpa. O uso do laser Er:YAG não envolve nenhum aumento digno de nota comparado ao tratamento tradicional com a broca, mas pelo contrario, a preparação é superior, pois evita que a polpa sofra o stress térmico<sup>(59)</sup>.

Existem vantagens, tais como o controle de sangramento, a esterilização da lesão, a estimulação das células da polpa dentária para uma melhor cura, dentinogênese e preservação da vitalidade da polpa dentária<sup>(61)</sup>.

O sucesso ou insucesso da pulpotomia depende de vários fatores, tais como um diagnóstico preciso, extensão da inflamação, técnica utilizada e reação da polpa à cura<sup>(59)</sup>.

Kuo et al. compararam as taxas de sucesso num estudo de 145 molares decíduos tratados com laser de diodo, com hipoclorito de sódio, ou com nenhuma medicação, e obtiveram uma taxa de sucesso clínico e radiográfico muito semelhantes entre si, tendo também afirmado que os dados não são suficientes para dar uma avaliação certa. Os sintomas clínicos incluíam dor espontânea, dor à percussão, formação de abscesso, mobilidade e perda prematura do dente tratado. Os resultados radiográficos incluíam reabsorção radicular interna e radiotransparência periapical<sup>(56)</sup>.

Outros estudos compararam o uso do laser com o MTA (mineral trioxid aggregate), confirmando que ambos apresentavam taxas de sucesso clínico semelhantes entre si ou

comparáveis com o formocresol<sup>(57)</sup>.

Uloopi et al. verificaram que o tratamento com laser era mais efetivo na estimulação da dentinogênese e na conservação da vitalidade da polpa, e os resultados confirmam que a terapia laser de baixa intensidade pode ser utilizada com sucesso como um passo complementar a uma pulpotomia, a fim de promover a cicatrização da polpa amputada em molares decíduos<sup>(55)</sup>.

Gupta, num trabalho clínico aleatorizado, analisou 30 molares decíduos em crianças de 4 a 10 anos usando sulfato férrico, eletro-cirurgia e laser de diodo e demonstrou 100% de sucesso do laser, tanto clínico como radiográfico, num intervalo de 12 meses<sup>(61)</sup>.

Furze et al. avaliaram o benefício clínico de usar dois comprimentos de onda diferentes de energia do laser Er:YAG e Nd:YAG durante o tratamento pulpar em 65 molares decíduos e 53 molares permanentes. O laser Er:YAG com um comprimento de onda de 2940nm, adequado para tecidos duros, foi usado para abrir a cavidade de maneira estéril, para remover a cárie e o teto da câmara pulpar. O laser Nd:YAG, adequado para tecidos moles, foi aplicado a uma potência de 2W, 20Hz por 10 s a uma distância de 2 ou 3 mm dos sobre a câmara pulpares para coagular e esterilizar a polpa remanescente. A taxa de sucesso neste estudo foi de 95,38% em dentes decíduos e 100% em dentes permanentes, definindo como tratamento bem sucedido aquele livre de dor espontânea, induzida por estimulação com frio, calor ou percussão, mobilidade patológica, ausência de sinal radiográfico patológico e sem aparência inflamatória dos tecidos moles circundantes. É importante também sublinhar a aceitação psicológica completa deste tratamento pelos pacientes<sup>(62)</sup>.

Como o laser de diodo, com comprimento de onda entre 810 e 980 nm previne o superaquecimento, ele foi utilizado no tratamento pulpar de um incisivo lateral superior direito de uma criança de 8 anos de idade. Após um traumatismo ocorrido nas 24 horas antes, a polpa foi exposta e houve uma extensa perda de estrutura dentária, com apenas cerca de 3 mm da coroa restante. Para evitar a extração, decidiu-se intervir com um diodo laser Biolase a 940 nm, 20 W para amputação de polpa. Na visita seguinte, o tratamento

foi considerado um sucesso, pois a polpa residual continuava a estar vital, não havia sintomas clínicos adversos, tais como dor, sensibilidade ou inchaço, nem sinais radiográficos de reabsorção ou calcificação anormal, e além disso o dente com raiz imatura continuava seu desenvolvimento normal. O sucesso da pulpotomia também dependeu do tempo entre a ocorrência da lesão e o tratamento, que foi inferior a 24 horas, e a idade do paciente, pois as polpas dentárias mais velhas têm uma capacidade de cura relativamente menor<sup>(63)</sup>.

O limite entre o tratamento conservador e endodôntico é representado pelo capeamento pulpar: mantendo a vitalidade da polpa, melhora o prognóstico dos dentes, tanto em termos biomecânicos como estéticos, o que justifica a busca de novas técnicas para aumentar a taxa de sucesso deste procedimento<sup>(64)</sup>.

Cengiz realizou um estudo clínico aleatório em 60 dentes permanentes de 60 pacientes com idade entre 18 e 41 anos, para avaliar a eficiência de irradiação do laser de érbio, de gálio-crômio: *Yttrium, Scandium, Gallium e garnet* (Er,Cr:YSGG), combinada com um material de silicato tricálcico à base de resina e hidróxido de cálcio para o capeamento direto da polpa, por um período de *follow up* de 6 meses.

A taxa de sucesso global foi de 85%, com 73,3% para grupos tratado com hidróxido de cálcio e 66,6% para Theracal, enquanto para ambos os grupos tratados com laser Er Cr: YSGG, a taxa de sucesso foi de 100%. Neste estudo, o *follow up* foi de 6 meses, mas são necessários controles a longo prazo para demonstrar a confiabilidade do capeamento pulpar direto com o Theracal e o laser Er, Cr: YSGG<sup>(65)</sup>.

A irradiação laser de 0,5 W sem água, combinada com agentes de cobertura pulpar, pode ser recomendada para a terapia polpa exposta. A alta taxa de sucesso dos grupos tratados com laser pode estar relacionada aos benefícios proporcionados pela bioestimulação<sup>(63)</sup>.

Um estudo semelhante foi realizado por Olivi, que avaliou a eficiência da tecnologia laser combinada com o uso de uma base de hidróxido de cálcio, auto-endurecível em procedimentos de capeamento da polpa, realizados em dentes permanentes tratados por cárie. O estudo foi realizado sobre 34 pacientes, com idade

entre 11 e 18 anos, que precisavam de capeamento da polpa devido a cáries profundas dos dentes permanentes (8 anteriores e 26 posteriores). No final do *follow up*, o grupo tratado com técnica tradicional apresentou um sucesso de 63%; a técnica assistida por laser Er, Cr: YSGG mostrou uma taxa de sucesso de 80%; a técnica assistida por laser Er: YAG apresentou uma taxa de sucesso de 75%. Graças a estes resultados, a tecnologia laser mostrou-se eficaz em melhorar o prognóstico do tratamento com capeamento pulpar em dentes com cárie profunda<sup>(66)</sup>.

#### **4.5 Retratamento endodôntico**

A remoção completa do material de preenchimento anterior é necessária para o sucesso de um retratamento endodôntico.

A irrigação com seringas utilizando agentes como NaOCl (hipoclorito de sódio) e EDTA (ethylenediamine tetraacetic acid) é a técnica convencional mais comumente utilizada, porém a ação do fluxo de líquidos é relativamente fraca devido à complexa anatomia do canal principal. A eficácia da irrigação depende da ação do fluxo e não do volume de líquido de irrigação, portanto, uma limpeza completa dos canais não é alcançada. Por este motivo, muitas técnicas foram tentadas na perspectiva de melhorar o tratamento endodôntico<sup>(67)</sup>.

O possível uso do laser na terapia do canal radicular depende das propriedades físicas da irradiação do laser, que permite a remoção de restos de tecido, microrganismos e outros componentes do canal radicular. As características do laser incluem, seu comprimento de onda, sua energia dissipada e o uso de uma tecnologia de fibra ótica que dá acesso ao sistema de canais<sup>(68)</sup>.

Gorduysus et al. declarou que o laser Er:YAG é considerado vantajoso na remoção de detritos quando comparado às técnicas convencionais, sem causar danos térmicos, pois atinge as partes mais profundas dos canais radiculares e gera menor risco de fraturas e fissuras nas paredes dentinárias. Eles analisaram a eficácia da irradiação com laser de Er:YAG (com diferentes irradiações de energia) em comparação com o ultrassom e concluíram que o feixe de laser não é tão eficiente quanto o ultrassom para alcançar as



partes mais profundas dos canais. Além disso, o tratamento a laser Er:YAG não fornece uma sensação tátil suficiente durante o tratamento dos canais, não permitindo qualquer possibilidade de modificação e manipulação durante o uso pelo operador<sup>(69)</sup>.

Tachinami et al. examinaram o grau de remoção de materiais de obturação usando o laser de Er:YAG em 21 dentes a 30-40 e 50 mJ e concluíram que, para uma remoção ótima de guta-percha, a energia útil é 40 mJ porque a 50 mJ o laser provoca lesões nas paredes do canal. Quando a quantidade de energia muda, a quantidade de remoção de material é a mesma, apenas o tempo varia<sup>(68)</sup>.

Farge et al. para estudar a eficácia do retratamento endodôntico com o laser ND:YAP, num estudo in vitro, observaram que as paredes do canal radicular são conservadas sem danificar os tecidos periodontais quando usadas a 200 mJ com um tempo de exposição de 1 seg e frequência de exposição de 10 Hz. Potências mais altas causam a fusão da dentina e a produção de microesferas dentinárias<sup>(70)</sup>.

O uso de terapia a laser no retratamento endodôntico também tem sido estudado como forma de lidar com a dor pós-operatória. A dor após o retratamento endodôntico é um efeito colateral comum, com efeitos significativos na qualidade de vida do paciente. A dor é geralmente induzida por lesões mecânicas, químicas e microbianas na polpa ou nos tecidos perirradiculares.

Asnaashari et al. num ensaio clínico de 61 pacientes que necessitaram de retratamentos endodônticos em dentes posteriores demonstraram que o laser de baixa intensidade apresenta resultados positivos na diminuição da dor, no entanto, mais estudos são necessários para avaliar os efeitos de diferentes parâmetros de laser de baixo nível<sup>(71)</sup>.

## 5. *Conclusão*

Nestes últimos anos foram feitos notáveis progressos na endodontia, onde o papel do laser foi importante, uma vez que abriu os horizontes e ampliou a perspectiva de sucesso a longo prazo da terapia implementada. O impulso inovador motivou muitos pesquisadores a estudarem aplicações do laser e a sua tecnologia encontra hoje um amplo campo de uso em muitos ramos médico-cirúrgicos.

Na verdade, no campo da endodontia, o laser encontra hoje inúmeras aplicações, desde o tamponamento da polpa ou preparação da cavidade de acesso, até à limpeza, desinfecção e irrigação do sistema de canais. Este pode ser usado para aplicação em canais radiculares curvos e estreitos, pois produz um efeito bactericida não apenas nas superfícies do canal radicular, mas também nas camadas mais profundas da dentina, demonstrando uma remoção significativa da contaminação dentinária das paredes do canal radicular. Este impulso inovador cria estímulos e novas respostas, no entanto a implementação destas competências requerem o uso de *guidelines* tradicionais.

O laser tem alguns limites que devem ser lembrados, mas quando combinado com a terapia tradicional, consegue obter excelentes resultados, desde a remoção da *smear layer* até a desinfecção dos canais radiculares ou o retratamento endodôntico.

O uso do laser em endodontia está em pleno desenvolvimento sendo necessários novos estudos.

## 6. *Bibliografia*

1. Matsui S, Tsujimoto Y, Matsushima K, Stimulatory effects of hydroxyl radical generation by Ga-Al-As laser irradiation on mineralization ability of human dental pulp cells. *Biol Pharm Bull* 2007;30(1):27-31.
2. Herpich et al., Effects of phototherapy on muscle activity and pain in individuals with temporomandibular disorder: a study protocol for a randomized controlled trial, *Trials* 2014, 15:491
3. Goldman L, Hornby P, Meyer R, Goldman B., Impact of the laser on dental caries. *Nature (London)* 1964;203:417
4. Kimura Y, Wilder-Smith P, Matsumoto K, Laser in endodontics: a review, *International Endodontic Journal*,33, 173-185, 2000
5. Arun A, Mythri H, Chachapan D, Pulp vitality tests - an overview on comparison of sensitivity and vitality. *Indian J Oral Sci* 2015;6:41-6.8.
6. Plotino G, Cortese T, Grande NM, Leonardi DP, Di Giorgio G, Testarelli L, Gambarini G, New Technologies to Improve Root Canal Disinfection. *Braz Dent J.* 2016 Jan-Feb;27(1):3-8
7. Asnaashari M, Safavi N, Disinfection of Contaminated Canals by Different Laser Wavelengths, while Performing Root Canal Therapy. *J Lasers Med Sci* 2013; 4(1):8-16
8. Kumar Rai V, Sameena T, Salwa Z, Sabharwal S, Srinivasan A, Parashar A, Laser in endodontics. *IJOCR* Apr 2015; Vol. 3 Issue 2
9. Asnaashari M, Safavi N, Application of Low level Lasers in Dentistry (Endodontic). *J Lasers Med Sci* 2013; 4(2):57-66
10. Chen E, Abbott PV, Dental Pulp Testing: A Review, *International Journal of Dentistry* Volume 2009, Article ID 365785, 12 pages
11. Rowe AH, Pitt TR, The assessment of pulpal vitality, *International Endodontic Journal*, vol. 23, no. 2, pp.77–83, 1990.
12. Ehrmann EH, Pulp testers and pulp testing with particular reference to the use of dry ice, *Australian Dental Journal*, vol.22, no. 4, pp. 272–279, 1977.
13. Weisleder R, Yamauchi S, Caplan DJ, Trope M, Teixeira FB. The validity of pulp testing:

A clinical study. *J Am Dent Assoc* 2009;140:1013-7

14. Arun A, Mythri H, Chachapan D. Pulp vitality tests - an overview on comparison of sensitivity and vitality. *Indian J Oral Sci* 2015;6:41-6.

15. Gazelius B, Lindh-Strömberg U, Pettersson H, Öberg PA. Laser Doppler technique—a future diagnostic tool for tooth pulp vitality. *International Endodontic Journal*. 1993;26(1):8–9.

16. Odor TM, Pitt Ford TR, McDonald F. Effect of wavelength and bandwidth on the clinical reliability of laser Doppler recordings. *Endodontics & Dental Traumatology*. 1996;12(1):9–15

17. Roebuck EM, Evans DJP, Stirrups D, Strang R. The effect of wavelength, bandwidth, and probe design and position on assessing the vitality of anterior teeth with laser Doppler flowmetry. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2000;10(3):213–220.

18. Barnett NJ, Dougherty G, Pettinger SJ, “Comparative study of two laser Doppler blood flowmeters,” *Journal of Medical Engineering and Technology*, vol. 14, no. 6, pp. 243–249, 1990.

19. Roeykens H, Van Maele G, De Moor G, Martens L., “Reliability of laser Doppler flowmetry in a 2-probe assessment of pulpal blood flow,” *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, vol. 87, no. 6, pp.742–748, 1999.

20. Ingolfsson A R, Tronstad L, Hersh EL, Riva CE, Efficacy of laser Doppler flowmetry in determining pulp vitality of human teeth, *Endodontics & Dental Traumatology*, vol. 10, no. 2, pp. 83–87, 1994.

21. Ingolfsson AR, Tronstad L, Hersh EV, Riva CE, Effect of probe design on the suitability of laser Doppler flowmetry in vitality testing of human teeth, *Endodontics & Dental Traumatology*, vol. 9, no. 2, pp. 65–70, 1993

22. Bender IB, Landau MA, Fonseca S, Trowbridge HO, The optimum placement-site of the electrode in electric pulp testing of the 12 anterior teeth, of the American Dental Association, vol. 118, no. 3, pp. 305–310, 1989.

23. Eugene C, Paul V A, Dental pulp testing: a review, *Int J Dent*. 2009; 2009: 365785. Published online 2009 Nov 12. doi: 10.1155/2009/365785

24. Samraj RV, Indra R, Srinivasan MR, Kumar A, Recent advances in pulp vitality testing. *Endodontology*. 2003;15(1):14–19
25. Ghoddusi J, Forghano M, Parisay I, New Approaches in Vital Pulp Therapy in Permanent Teeth, *IEJ Iranian Endodontic Journal* 2014;9(1):15-22
26. Friedman S, Mor C, The success of endodontic therapy - healing and functionality. *Dentistry south africa* vol 7, no 5
27. Moritz A, Schoop U, Kluger W, Jakolitsch S, Sperr W Laser in endodontology. *Journal of Oral Laser Applications* 2001;2:87-97
28. Ivona B J, Ivica A, The Use of Lasers in Disinfection and Cleaning of Root Canals: a Review. *Acta stomatol Croat*. 2014;48(1):6-15.
29. Namour A, Geerts S, Zeinoun T, De Moor R, Nammour S., Safety Irradiation Parameters of Nd:YAP Laser Beam for Endodontic Treatments: An In Vitro Study, *Biomed Res Int*. 2016; 2016: 4741516
30. Iandolo A, Ametrano G, Amato M, Rengo S, Simeone M, IG-File: un nuovo strumento per l'ottimizzazione della detersione canalare e per la misurazione del diametro apicale, *Giornale Italiano di Endodonzia* (2011) 25, 72—81
31. Onac A, Bîcle C, Tudose A, Pangic A. M, Manea Ş, Florescu A. M, studiu privind efectul tratamentului endodontic realizat cu laser dioda 940 nm, revista română de stomatologie – vol. lxii, n.1, 2016
32. Shahriari S, Kasraei S, Roshanaei G, Karkeabadi H, Davanloo H. Efficacy of sodium hypochlorite activated with laser in intracanal smear layer removal: an SEM study. *J Lasers Med Sci*. 2017;8(1):36-41. doi: 10.15171/jlms.2017.07.
33. Bhatia S, Kohli S, Lasers in root canal sterilization -A Review, *International Journal of Scientific Study*, Oct- Dec 2013 | Vol. 1 | Iss. 3
34. Berkiten M, Berkiten R, Okar I, Comparative evaluation of antibacterial effects of Nd:YAG laser irradiation in root canals and dentinal tubules: *Journal of Endodontics*. 2000;26:268-270
35. Gerek M, Asci S, Yaylali D.I, (2010) Ex Vivo Evaluation of Antibacterial Effects of Nd:YAG and Diode Lasers in Root Canals, *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 24:3, 2031-

2034, DOI: 10.2478/V10133-010-0033-3

36. Pirnat S, Lukac M, Ihan A, Study of the direct bactericidal effect of Nd:YAG and diode laser parameters used in endodontics on pigmented and nonpigmented bacteria. *Lasers Med Sci*. 2011 Nov;26(6):755-61. doi: 10.1007/s10103-010-0808-7. Epub 2010 Jun 27
37. Laky M. et al, Efficacy and Safety of Photon Induced Photoacoustic Streaming for Removal of Calcium Hydroxide in Endodontic Treatment. *BioMed Research International*, vol. 2018, Article ID 2845705, 6 pag., 2018.
38. Kimura Y, Yonaga K, Yokoyama K, et al. Root surface temperature increase during Er:YAG laser irradiation of root canals. *J Endod* 2002;28:76–8
39. Matsuoka E, Jayawardena JA, Matsumoto K. Morphological study of the Er,Cr:YSGG laser for root canal preparation in mandibular incisors with curved root canals. *Photomed Laser Surg* 2005; 23: 480-4
40. George R, Meyers IA, Walsh LJ. (2008) Laser activation of endodontic irrigants with improved conical laser fiber tips for removing smear layer in the apical third of the root canal. *Journal of Endodontics* 34, 1524–7.
41. Blanken J, De Moor RJ, Meire M, Verdaasdonk R. (2009) Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 1: a visualization study. *Lasers in Surgery and Medicine* 41, 514–19.
42. DiVito E, Peters OA, Olivi G. (2012) Effectiveness of the erbium:YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Lasers in Medical Science* 27, 273–80.
43. Nasher R, Franzen R, Gutknecht N (2016) The effectiveness of the Erbium:Yttrium aluminum garnet PIPS technique in comparison to different chemical solutions in removing the endodontic smear layer - an in vitro profilometric study. *Lasers Med Sci* 31:1871-1882.
44. Arslan D, Guneser MB, Dincer AN, Kustarci A, Er K, Siso Herguner S (2016) Comparison of smear layer removal ability of QMix with different activation techniques. *Journal of Endodontics* 42, 1279–85.
45. Guneser MB, Arslan D, Usumez AJ. Tissue-dissolution ability of sodium hypochlorite

activated by photon-initiated photoacoustic streaming technique. *J Endod* 2015; 41 : 729–32.

46. Pedullà E, Genovese C, Campagna E, Tempera G, Rapisarda E. Decontamination efficacy of photon-initiated photoacoustic streaming (PIPS) of irrigants using low-energy laser settings: an ex vivo study. *Int Endod J*. 2012;45(9):865–870.

47. Lloyd A, Navarrete G, Marchesan MA, Clement D. Removal of calcium hydroxide from Weine Type II systems using photon-induced photoacoustic streaming, passive ultrasonic, and needle irrigation: a microcomputed tomography study. *J Appl Oral Sci* 2016;24:543–548.

48. Kumar NS, Palanivelu A, Narayanan LL. Evaluation of the apical sealing ability and adaptation to the dentin of two resin-based sealers: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2013;16:449–53

49. Kruly PdC, Giannini M, Pascotto RC, Tokubo LM, Suga USG, Marques AdCR, et al. (2018) Meta-analysis of the clinical behavior of posterior direct resin restorations: Low polymerization shrinkage resin in comparison to methacrylate composite resin. *PLoS ONE* 13(2): e0191942. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.019194>

50. Shahabi S, Chiniforush N, Juybanpoor N, Morphological Changes of Human Dentin after Erbium-Doped Yttrium Aluminum Garnet (Er:YAG) and Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) Laser Irradiation and Acid-etch Technique: An Scanning Electron Microscopic (SEM) Evaluation. *Journal of Lasers in Medical Sciences* 4 (2013)

51. Navarro RS, Gouw-Soares S, Cassoni A, Haypek P, Zezell DM, de Paula Eduardo C (2010) The influence of erbium:yttrium–aluminum–garnet laser ablation with variable pulse width on morphology and microleakage of composite restorations. *Lasers Med Sci* 25(6):881–889

52. Eren F, Altinok B, Ertugral F, Tanboga I, The Effect of Erbium, Chromium:Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet (Er,Cr:YSGG) Laser Therapy on Pain During Cavity Preparation in Paediatric Dental Patients: A Pilot Study. *OHDM - Vol. 12 - No. 2 - June, 2013*

53. Bahrololoomi Z, Dadkhah A, Alemrajabi M, The effect of Er:YAG laser irradiation and

different concentrations of sodium hypochlorite on shear bond strength of composite to primary teeth's dentin. *J Lasers Med Sci.* 2017;8(1):29-35. doi:10.15171/jlms.2017.06.

54. Moura-Netto C, Mello-Moura AC, Palo R.M, Prokopowitsch I, Pameijer CH, Marques MM, Adaptation and penetration of resin-based root canal sealers in root canals irradiated with high-intensity lasers. *J Biomed Opt.* 2015 Mar;20(3):038002. doi: 10.1117/1.JBO.20.3.038002.

55. Uloopi KS et al., Clinical evaluation of low level diode laser application for primary teeth pulpotomy. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(1): ZC67–70

56. Kuo HY, Lin JR, Wen-Hsi Huang WH, Chiang ML, Clinical outcomes for primary molars treated by different types of pulpotomy: A retrospective cohort study. *Journal of the Formosan Medical Association* (2018) 117, 24 - 33

57. Niranjani K, Prasad MG, Vasa AA, Divya G, Thakur MS, Saujanya K, Clinical Evaluation of Success of Primary Teeth Pulpotomy Using Mineral Trioxide Aggregate((R)), Laser and Biodentine(TM)- an In Vivo Study. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(4):Zc35–7

58. Durmus B, Tanboga I (2014) In vivo evaluation of the treatment outcome of pulpotomy in primary molars using diode laser, formocresol, and ferric sulphate. *Photomed Laser Surg* 32:289–295

59. Yadav P, Indushekar K, Saraf B, Sheoran N, Sardana D. Comparative evaluation of Ferric Sulfate, Electrosurgical and Diode Laser on human primary molars pulpotomy: an 'in-vivo' study. *Laser Ther* 2014;23(1):41-47.

60. Sivadas S, Rao A, Natarajan S, Shenoy R, Srikrishna SB. Pulpal Response to Ferric Sulfate and Diode Laser When Used as Pulpotomy Agent: An In vivo Study. *J Clin Diagn Res.* 2017 Jun; 11(6): ZC87–ZC91.

61. Gupta G, Rana V, Srivastava N, Chandna P. Laser pulpotomy - an effective alternative to conventional techniques: a 12 months clinicoradiographic study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2015; 8(1): 18-21

62. Furze HA, Furze ME, Pulpotomy with Laser in Primary and Young Permanent Teeth, *J Oral Laser Applications* 2006; 6: 53-58.

63. Jayawardena JA, Kato J, Moriya K, Takagi Y. Pulpal response to exposure with Er:YAG



- laser. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;91:222–9.
64. Marques MS, Wesselink PR, Shemesh H. Outcome of direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: a prospective study. *J Endod* 2015;41:1026–31
65. Cengiz, E., & Yilmaz, H. G. (2016). Efficacy of Erbium, Chromium-doped:Yttrium, Scandium, Gallium, and Garnet Laser Irradiation Combined with Resin-based Tricalcium Silicate and Calcium Hydroxide on Direct Pulp Capping: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Endodontics*, 42(3), 351–355. doi:10.1016/j.joen.2015.11.015
66. Olivi G, Genovese MD, Maturo P, Docimo R. Pulp capping: advantages of using laser technology. *Eur J Paediatr Dent* 2007;8:89–95.
67. Kourtı E, Pantelidou O, Comparison of different agitation methods for the removal of calcium hydroxide from the root canal: Scanning electron microscopy study. *J Conserv Dent*. 2017 Nov-Dec; 20(6): 439–444.
68. Hideyuki Tachinami H, Katsuumi I, Removal of root canal filling materials using Er:YAG laser irradiation. *Dental Materials Journal* 2010; 29(3): 246–252
69. Gorduysus MO, Al-Rubai H, Salman B, Saady DA, Dagistani HA, Muftuoglu S. Using erbium-doped yttrium aluminum garnet laser irradiation in different energy output levels versus ultrasonic in removal of root canal filling materials in endodontic retreatment. *Eur J Dent*. 2017 Jul-Sep; 11(3): 281–286.
70. Farge P, Nahas P, Bonin P.. In vitro study of a Nd:YAP laser in endodontic retreatment. *J Endod*. 1998 May;24(5):359-63.
71. Asnaashari M, Ashraf H, Daghayeghi AH, Mojahedi SM, Azari-Marhabi S. Management of post endodontic retreatment pain with low level laser therapy. *J Lasers Med Sci*. 2017;8(3):128-131. doi:10.15171/jlms.2017.23.

## *Capítulo II - Relatório das Atividades Práticas das Disciplinas de Estágio Supervisionado*

### *1. Relatório das Atividades Práticas das Disciplinas de Estágio Supervisionado*

O estágio de medicina dentária desenvolveu-se em três áreas distintas: Clínica Geral Dentária, Clínica Hospitalar e Saúde Oral Comunitária.

#### *1.1 Estágio em Clínica Geral Dentária*

O Estágio em Clínica Geral Dentária foi realizado na Clínica Nova Saúde, no Instituto Universitário Ciências da Saúde, em Gandra, no período compreendido entre o dia 25 de Setembro 2017 e o 3 de Agosto 2018. A supervisão foi a cargo da Professora Doutora Filomena Salazar, Mestre Paula Malheiro e Mestre João Baptista.

Este estágio revelou-se uma mais valia, pois permitiu a aplicação prática de conhecimentos teóricos adquiridos ao longo de 5 anos de curso, proporcionando competências médico-dentárias necessárias para o exercício da sua profissão. Os atos clínicos realizados neste estágio encontram-se na - **Tabela 1**.

#### *1.2 Estágio em Clínica Hospitalar*

O Estágio em Clínica Hospitalar foi realizado no Hospital São João de Valongo no período compreendido entre o dia 26 de Setembro 2017 e 29 de Maio 2018, com uma carga semanal de 5 horas compreendidas entre as 09:00h-14:00h, sob a supervisão do Professor Doutor Luís Monteiro e da Doutora Rita Cerqueira. No período entre o 18 de Junho e o 3 de Agosto 2018 o estágio foi realizado com uma carga semanal de 25 horas compreendidas entre as 08:30h-13:30h. Os atos clínicos realizados neste estágio encontram-se na - **Tabela 2**.

### 1.3 *Estágio em Saúde Oral e Comunitária*

O estágio em Saúde Oral e Comunitária decorreu no período de 28 Setembro de 2017 a 14 de Junho de 2018, à quinta feira das 9h às 12h30 com um total de 120 horas e 76 horas complementarias, sendo regido pelo Professor Doutor Paulo Rompante. Este estágio decorreu em ambiente escolar, nomeadamente na Escola Nova de Valongo. Numa fase inicial no primeiro semestre, procedeu-se ao planeamento e desenvolvimento das atividades a aplicar em contexto escolar no IUCS, tendo por guia o Programa Nacional para a Promoção de Saúde oral da Direção Geral de Saúde, e numa fase posterior, estas foram apresentadas às crianças na escola previamente mencionada. Para observar e recolher os respetivos dados necessários, seguiu-se a metodologia WHO 2013, sendo que posteriormente os dados foram introduzidos e avaliados. **Tabela 3.**

## 2. *Anexos*

**Tabela 1: Número de atos clínicos realizados como operador e como assistente, durante o Estágio em Clínica Geral Dentária.**

Ato Clínico	Operador	Assistente	Total
Dentisteria	6	4	10
Exodontias	0	2	2
Periodontologia	2	3	5
Endodontia	5	4	9
Outros	3	3	6

Tabela 2: Número de atos clínicos realizados como operador e como assistente, durante o Estágio Hospitalar.

Ato Clínico	Operador	Assistente	Total
Dentisteria	23	35	58
Exodontias	20	22	42
Periodontologia	21	13	34
Endodontia	9	5	14
Outros	3	3	6

Tabela 3: Planejamento e desenvolvimento das atividades, durante o Estágio em Saúde Oral e Comunitária.

0-5 anos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Atividade musical com incentivo à escovagem;</i></li> <li>• <i>Atividades para colorir;</i></li> <li>• <i>Fantoches</i></li> </ul>
6-7 anos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Atividades didáticas e educação para a saúde oral;</i></li> <li>• <i>Entrega de um caderno de atividades elusivas a saúde oral;</i></li> <li>• <i>Atividade lúdica "Jogo da Memória" "Dente Triste/Dente Feliz"</i></li> </ul>
8-9 anos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Atividades didáticas e educação para a saúde oral;</i></li> <li>• <i>Atividade lúdica "Peddy Paper", "Jogo dos Tapetes";</i></li> <li>• <i>Educação sobre a alimentação e a sua importância na saúde oral</i></li> </ul>