

Rita Silva Reis

Laserterapia em Implantologia

Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2013



Rita Silva Reis

Laserterapia em Implantologia

Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2013

Rita Silva Reis

Laserterapia em Implantologia

---

*Trabalho apresentado à  
Universidade Fernando Pessoa  
como parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Mestre em  
Medicina Dentária*

## Resumo

A palavra LASER é um acrónimo de “*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*”, que significa a amplificação da radiação luminosa por um processo de emissão estimulada. Este dispositivo produz radiação eletromagnética com algumas características especiais, que a diferem de outras fontes de radiação luminosa, sendo monocromática, coerente e colimada. A maioria da literatura relacionada com o LASER distingue-o em dois grandes grupos: os de alta intensidade e os de baixa intensidade. Em Implantologia o LASER de alta intensidade é utilizado principalmente para cirurgia, promovendo a hemostasia e a redução bacteriana na superfície dos implantes. Contudo, o LASER de baixa intensidade tem sido cada vez mais utilizado para estimulação de processos de reparação, tanto a nível tecidual como ósseo, e de aceleração da osteointegração de implantes, devido às suas propriedades analgésica e anti-inflamatória. Outra das funções deste grupo é a redução bacteriana nas superfícies dos implantes.

## **Abstract**

The word LASER is an acronym for "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation", which means the light radiation is amplified by a process of stimulated emission. This device produces electromagnetic radiation with some particular characteristics. These features distinguish the LASER from other sources of light radiation. The LASER is monochromatic, coherent and collimated. The majority of the literature concerning LASER divides it in two main groups: the high level laser and the low level laser. The applications of the high level LASER in Implantology are mainly for surgeries, promoting hemostasis and bacterial reduction of the surface of the implants. However, the low intensity LASER has been increasingly used to stimulate the repair processes of tissue and bone, and acceleration of the osseointegration of implants, due to its analgesic and anti-inflammatory properties. This type of LASER also plays an important role in the bacterial reduction of the implant surfaces.

## **Agradecimentos**

Ao meu Pai, por todo o empenho, dedicação, companheirismo, suporte e incentivo para conclusão desta monografia e do curso de Medicina Dentária.

À minha Mãe, não só por fazer um excelente “trabalho” como tal, mas também por ser das minhas melhores amigas, pelo incentivo, dedicação, suporte e companheirismo todos os dias.

À minha Irmã, por ser a minha companheira de sempre, a minha melhor amiga e por me ensinar todos os dias a ser uma melhor pessoa.

Ao meu namorado, Daniel, por nunca deixar de estar ao meu lado, pelo incentivo, dedicação, companheirismo e valores que me transmitiu, não só ao longo do curso, mas desde que o conheci.

À minha família, que sempre me apoiou e me ensinou o verdadeiro sentido desta palavra.

Aos meus avós e padrinhos, pelos valores que me transmitiram, pela confiança que sempre depositaram em mim e por todo o suporte e apoio durante todo o curso.

A todas as minhas amigas (em especial, Soraia Teixeira e Maria Santos), pela motivação, incentivo e amizade ao longo deste meu percurso.

Ao meu orientador, Dr. José Macedo, pela disponibilidade para conclusão desta monografia e pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Dr. António Lobo, pela disponibilidade e auxílio para a elaboração desta monografia.

A todos professores que contribuíram para a minha formação e pelos conhecimentos que me transmitiram.

A todos os meus colegas de curso pelo companheirismo ao longo destes 5 anos.



## Índice Geral

<b>Introdução</b> .....	1
<b>Materiais e Métodos</b> .....	3
<b>Desenvolvimento</b>	
I.    Evolução Histórica do LASER .....	4
II.   LASER .....	6
1. Definição de LASER .....	6
2. Funcionamento e Propriedades do LASER .....	6
3. Tipos de LASER .....	9
i.    LASER em Medicina Dentária .....	10
4. LASER de Baixa Intensidade .....	12
j.    Aplicações do LASER de Baixa Intensidade em Medicina Dentária ....	14
ii.   Efeitos Secundários do LASER de Baixa Intensidade .....	21
iii.  Contra-indicações do LASER de Baixa Intensidade .....	21
III.  Implantologia .....	22
1. Breve História da Implantologia .....	22
2. Osteointegração .....	24
IV.  LASER de Baixa Intensidade em Implantologia .....	25
1. Aplicações .....	26
i.    Redução Bacteriana em Peri-implantites .....	26
ii.   Reparação Óssea e Osteointegração .....	29
iii.  Cicatrização e Reparação Tecidual .....	33
iv.   Tratamento da Dor Pós-Operatória .....	35
<b>Conclusão</b> .....	39
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	40

## Índice de Figuras

Figura 1: Onda transversal eletromagnética.....	7
Figura 2: Constituição interna do LASER de rubi.....	9
Figura 3: Diagrama dos tipos de LASER de baixa intensidade.....	14

## Índice de Tabelas

Tabela 1:LASERs de Excímero.....	10
Tabela 2:LASERs de Gás.....	11
Tabela 3:LASERs semicondutores Diodo.....	11
Tabela 4:LASERs de meio ativo sólido.....	12
Tabela 5:Efeitos biológicos do LLL.....	20
Tabela 6:Tipos de tratamento para as espécies de <i>Candida</i> .....	28
Tabela 7:Resumo do estudo de Walsh, 1997.....	32
Tabela 8: Resumo do estudo de Dörtbudak et al., 2000.....	32
Tabela 9: Resumo do estudo de Dörtbudak et al., 2002.....	32
Tabela 10:Resumo do estudo de Kim ( <i>cit. In</i> Khadra et al., 2004).....	32
Tabela 11:Resumo do estudo de Khadra et al., 2005.....	32
Tabela 12:Resumo do estudo de Jakse et al., 2007.....	32
Tabela 13:Resumo do estudo de Stein et al., 2008.....	33
Tabela 14:Resumo do estudo de Khadra et al., 2004.....	34
Tabela 15:Resumo do estudo de Khadra, 2005.....	35
Tabela 16:Resumo do estudo de Almeida-Lopes et al., 2011.....	35
Tabela 17:Resumo do estudo de Kaskos, Al-Hasan, 2011.....	35
Tabela 18:Resumo do estudo de Basso et al., 2012.....	35

## Abreviaturas e Siglas

mm- Milímetro  
cm- Centímetro  
cm<sup>2</sup>- Centímetro quadrado  
m- Metro  
nm- Nanómetros  
mg- Miligrama  
ms- milissegundo  
%- Percentagem  
Mw- Megawatt  
J- Joule  
 $\lambda$ - Comprimento de onda  
bFGF- Fator de crescimento básico do fibroblasto  
TGF- Fator de crescimento  
NDI- Nervo Dentário Inferior  
ATM- Articulação Temporo-Mandibular  
SNC- Sistema Nervoso Central  
W- Watt  
K<sup>+</sup>- Potássio  
Na<sup>+</sup>- Sódio  
H<sup>+</sup>- Hidrogénio  
CO- Monóxido de Carbono  
CO<sub>2</sub>- Dióxido de Carbono  
HeCd- Hélio-Cádmio  
NeCu- Néon-Cobre  
ArF- Fluoreto de Argónio  
KrF- Fluoreto de Cripton  
XeCl- Cloreto de Xénon  
XeF- Fluoreto de Xénon  
KrCl- Cloreto de Cripton  
HeNe- Hélio-Néon  
Nd: YAG- Neodímio: Granada de Ítrio e Alumínio  
Er: YAG- Érbio: Granada de Ítrio e Alumínio

Nd: YLF- Neodímio: Fluoreto de Ítrio  
Nd: YVO- Neodímio: Vanadato de Ítrio  
Er, Cr: YSGG- Érbio, Cromo: Granada de Ítrio, Escândio e Gálio  
Ti: Safira- Titânio: Safira  
Tm: YAG- Túlio: Granada de Ítrio e Alumínio  
Ho: YAG- Hólmio: Granada de Ítrio e Alumínio  
InGaAsP- Índio, Gálio, Arsénio, Fósforo  
InGaAs- Índio, Gálio, Arsénio  
GaAlAs- Gálio, Alumínio, Arsénio  
GaAs- Gálio, Arsénio  
*C.- Candida*  
NaOCl- Hipoclorito de Sódio  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>- Peróxido de Hidrogénio  
*HLL- High Level Laser*  
*LLL- Low Level Laser*  
*LLLT- Low Level Laser Therapy*  
UV- Ultravioleta  
IV-Infravermelho

## **Introdução**

A Implantologia é a área da Medicina Dentária que tem como objetivo a reabilitação oral de pacientes edêntulos parciais e/ou totais, restabelecendo assim a função e a estética, visto que esta última tem sido alvo de elevada procura ao longo dos últimos anos.

A radiação luminosa começou a ser usada com sucesso em alguns tratamentos desde o final do século IX, apresentando no século passado resultados comprovatórios de tal sucesso. Em 1960, Theodore Maiman apresentou o primeiro dispositivo capaz de emitir a luz LASER. Desde então, o LASER têm sido utilizado em diversas áreas, nomeadamente na Medicina e na Medicina Dentária.

A palavra LASER é um acrónimo de “*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*”, que significa a amplificação da radiação luminosa por um processo de emissão estimulada. Este é um dispositivo que produz radiação eletromagnética com algumas características especiais, que a diferem de outras fontes de radiação luminosa: é monocromática, possui um comprimento de onda bem definido e, portanto representa uma cor bem delimitada, é coerente (ondas sincronizadas) e colimada (radiação paralela).

O LASER é dividido em dois grandes grupos: os de alta intensidade ou HLL (*High Level Laser*) e os de baixa intensidade ou LLL (*Low Level Laser*).

O HLL apresenta propriedades de corte, vaporização e hemostasia, sendo utilizados para incisões, ablações, cirurgias periodontais, manipulação de tecidos moles, precisão de cortes, osteotomias, plastias e remoção de placa bacteriana das superfícies radiculares, diminuindo o tempo de reparação tecidual, promovendo a hemostasia e proporcionando um maior conforto para o paciente.

O LLL, também conhecido por “*soft laser*” ou “bioestimulador”, emite luz com uma densidade de energia baixa, produzindo mecanismos bioquímicos, sem induzir efeitos

térmicos, apresentando propriedades analgésicas, anti-inflamatórias, de bioestimulação e cicatrização.

Na prática clínica, o LASER de baixa intensidade é utilizado em diversos procedimentos como na detecção de tártaro, na redução da dor (efeito analgésico), no tratamento da hipersensibilidade dentinária, na pulpotomia e desinfecção de canais radiculares, no tratamento de úlceras aftosas, na remoção de pigmentação melânica gengival e na curetagem subgengival em periodontites e peri-implantites.

O aumento da utilização dos implantes na Medicina Dentária originou um elevado número de complicações decorrentes desta atividade. Reações patológicas dos tecidos moles circundantes ao implante e defeitos ao nível do osso peri-implantar que originam uma perda contínua deste, são frequentemente complicações derivadas da Implantologia. A importância do LASER nesta área da Medicina Dentária tem vindo a tomar, cada vez mais, uma papel importante. O LASER de baixa intensidade pode ser utilizado na Implantologia para tratamento de peri-implantites, para aceleração do processo de regeneração óssea, para proporcionar uma maior eficácia do processo de osteointegração entre o implante e os tecidos e para redução de dor pós-operatória.

## **Materiais e Métodos**

A presente monografia tem como objetivo a realização de uma revisão bibliográfica acerca do LASER de baixa intensidade em Implantologia. São abordados, principalmente os efeitos terapêuticos do LASER de baixa intensidade na implantologia, nomeadamente na redução bacteriana em peri-implantites, na reparação óssea e osteointegração, na cicatrização e reparação tecidual e no tratamento da dor pós-operatória, como também as aplicações do LLL nas diversas áreas da Medicina Dentária.

A pesquisa bibliográfica foi baseada em artigos e livros, publicados entre os anos de 1981 e 2012, exceptuando um artigo do ano de 1969, utilizando as palavras-chave: “implantology”, “implants”, “osteointegration”, “osteointegrated implants”, “low-level laser”, “low intensity laser”, “laser”, “laser therapy”, “laser AND implantology”, com restrições bibliográficas em português, espanhol e inglês. As pesquisas foram realizadas nas bibliotecas da Universidade Fernando Pessoa e da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, com os motores de busca *PubMed*, *B-on* e *Science Direct*.



## **Desenvolvimento**

### **I. Evolução histórica do LASER**

A radiação luminosa começou a ser usada com sucesso em alguns tratamentos desde o final do século IX, tendo sido comprovado tal facto por Niels R. Finsen, que tratou com luz solar espectralmente filtrada, um paciente com tuberculose de pele, dando assim início à área da fototerapia, recebendo em 1903 o prémio Nobel da Medicina em Fisiologia (Aoki et al., 2004; Convissar, 2011; Goldberg, 2008).

Em 1953, a equipa de investigação do físico Charles H. Townes apresentou a primeira amplificação e geração de ondas eletromagnéticas por emissão estimulada através de um dispositivo capaz de amplificar radiação microondas, que designaram por MASER, acrónimo de “*Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation*”. As microondas são ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda compreendidos entre 1 mm a 1 m. Contudo, este dispositivo não transmitia as radiações microondas de forma contínua. Simultaneamente, os físicos Nikolay Basov e Alexandr Prokhorov, da União Soviética, realizavam estudos fundamentais no campo da eletrónica quântica, que levaram à construção de osciladores e amplificadores baseados no princípio dos MASER. Estes três físicos viriam a receber em 1964 o prémio Nobel da Física pelos seus trabalhos independentes em electrónica quântica (Aoki et al., 2004; Convissar, 2011).

Em 1954, James Gordon (aluno de doutoramento do Professor Charles Townes), construiu com sucesso o primeiro MASER de amónia, abrindo assim caminho para o desenvolvimento deste tipo de dispositivos que mais tarde evoluiu para o LASER (inicialmente designado por “MASER ótico”). A palavra LASER é um acrónimo da língua inglesa de “*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*”, que significa amplificação da luz por emissão estimulada de radiação, e que foi a designação atribuída pelo físico Gordon Gould em 1957 (Aoki et al., 2004; Convissar, 2011; Zarrabi, Gross, 2011).

O primeiro dispositivo LASER operacional foi produzido pelo físico Theodore Maiman em 1960. Este LASER emitia uma radiação eletromagnética pulsada, com um comprimento de onda de 694.3 nm utilizando um cristal de rubi como meio ativo, ficando assim denominado por LASER de Rubi (Aoki et al., 2004; Convissar, 2011; Goldberg, 2008; Pavone et al., 2010).

Em Dezembro de 1961, foi realizado pelos médicos oftalmologistas, Charles J. Campbell e Charles J. Koester, o primeiro tratamento clínico com um LASER de rubi, num paciente humano, com o objetivo de destruir um tumor da retina (Aoki et al., 2004; Convissar, 2011).

A primeira utilização do LASER de rubi em Medicina foi em 1965, pelo médico Leon Goldman, que publicou resultados sobre o uso deste na remoção de tatuagens com pouca formação de cicatrizes (estes artigos foram seguidos por trabalhos com o LASER Nd:YAG no tratamento das tatuagens e das malformações vasculares superficiais), e a partir desta data, a utilização destes aparelhos nos procedimentos dentários começou a ser investigada (Convissar, 2011; Glenn, 2004; Goldberg, 2008).

Nos anos seguintes surgiram LASERs com meios ativos de: gás (CO<sub>2</sub>, CO, He-Ne, Árgon, Azoto, Vapor de Cobre, HeCd, NeCu), em que se incluem os excímeros (ArF, KrF, XeCl, XeF, KrCl); líquido (corante Rodamina-6G, Rodamina B, Polifenil 1, Coumarina) ou sólido (Nd:YAG, Er:YAG, Nd:YLF, Nd:YVO<sub>4</sub> e Er,Cr:YSGG, Ti:Safira, Tm:YAG, Ho:YAG, entre outros) (Aoki et al., 2004; Convissar, 2011; Pavone et al., 2010; Zarrabi, Gross, 2011).

Atualmente, o LASER para aplicação médica, diferencia-se em dois grandes grupos: os de alta intensidade ou HLL (*High Level Laser*) e os de baixa intensidade ou LLL (*Low Level Laser*) (Aoki et al., 2004; Convissar, 2011; Pavone et al., 2010)

## II. LASER

### 1. Definição de LASER

LASER (acrônimo inglês de “*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*”) é a amplificação da radiação luminosa por um processo de emissão estimulada. É constituído por um meio (sólido, líquido ou gasoso) óticamente ativo; um sistema de realimentação ótica composto por espelhos e lentes; e por uma fonte de energia externa utilizada para promover uma emissão estimulada de um comprimento de onda específico (Cavalcanti et al., 2011; Convissar, 2011; Keller, Hibst, 1997, Lins et al., 2004; Zarrabi, Gross, 2011).

### 2. Funcionamento e Propriedades do LASER

O conceito de luz vai muito além do espectro visível (400 nm a 800 nm). A luz ultravioleta (UV) corresponde a comprimentos de onda menores do que os da luz visível e os raios-X equivalem a comprimentos de onda ainda menores do que estes (comprimentos de onda que começam, aproximadamente, nos 50 nm nos chamados “*soft X-Rays*”) (Moritz et al., 2006).

A luz visível é uma onda eletromagnética do tipo transversal, com comprimento de onda compreendido entre, aproximadamente, 400 nm (violeta) e 800 nm (vermelho), ou seja, a região do espectro eletromagnético designada por espectro visível. As três grandezas físicas básicas e identificativas da luz são a sua amplitude (intensidade), comprimento de onda (ou alternativamente, a frequência) e a polarização (ângulo de vibração da radiação). A luz não necessita de um meio físico por onde se propagar, sendo a sua velocidade de  $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$  (Moritz et al., 2006).

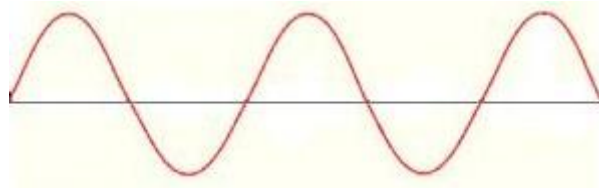


Figura 1 - Onda transversal eletromagnética (adaptado de: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/41/Wave-i18n.png/365px-Wave-i18n.png>)

O LASER, é um dispositivo que produz radiação eletromagnética com algumas características especiais, que a diferem de outras fontes de radiação luminosa: é monocromática, possui um comprimento de onda bem definido e, portanto representa uma cor bem delimitada, é coerente (ondas sincronizadas) e colimada (radiação paralela) (Aoki et al., 2004; Cavalcanti et al., 2011).

As três interações entre a luz e a matéria são indispensáveis ao funcionamento do LASER: absorção, emissão espontânea e emissão estimulada. Em muitos casos a energia é introduzida no meio através de uma lâmpada. Este processo de absorção, origina a transferência do elétron para um nível superior. A emissão espontânea é o resultado da redução radioativa de um elétron excitado para um nível inferior (Moritz et al., 2006).

A emissão estimulada, proposta por Albert Einstein em 1917, consiste no processo quântico, no qual fótons induzidos com um montante de energia correto, podem perturbar um átomo e originar uma redução do nível de energia, provocando a criação de um fóton, que voltando a ser reinjetado no átomo irá “estimular” a redução radioativa de mais fótons. Os fótons “estimuladores” da perturbação e os fótons originados têm comprimentos de onda e direções de propagação idênticos (Aoki et al., 2004; Cavalcanti et al., 2011; Zarrabi, Gross, 2011). O desenvolvimento e percepção do funcionamento do LASER foi realizado tendo como base esta teoria (Zarrabi, Gross, 2011).

O LASER é um dispositivo que funciona com base no fenômeno da inversão da população. Neste processo, dá-se absorção de energia de forma a que haja uma excitação dos átomos (havendo um “salto” dos elétrons para camadas mais distantes do

núcleo). Após a inversão da população, deve haver um regresso ao estado fundamental com libertação de fotões “gémeos” (luz coerente). Quando esta estimulação ocorre, gera-se um efeito em cascata, pois os fotões emitidos estimulam outros eletrões de igual comprimento e fase, o que vai amplificando a emissão de feixes de luz (Aoki et al., 2004; Cavalcanti et al., 2011).

Para que esta estimulação em cascata seja possível é necessária uma cavidade ótica que permita que estes sejam emitidos durante algum tempo de forma a estimular outros eletrões, ou seja, realimentação ótica ou feedback ótico (Moritz et al., 2006).

Os equipamentos de LASER possuem três elementos principais (Cavalcanti et al., 2011; Zarrabi, Gross, 2011):

- O meio ótico ativo, que pode ser em estado sólido, líquido ou gasoso.
- A fonte de excitação, que pode ser uma lâmpada de flash, um arco elétrico ou até outra radiação luminosa.
- Dois (ou mais) espelhos refletores. Estes dois espelhos, situados nas extremidades da cavidade, refletem os fotões de forma a que estes continuem o processo em cadeia de forma a excitar mais eletrões e consequentemente produzir mais fotões. A saída do feixe de luz dá-se num destes espelhos, que possui uma refletividade inferior a 100%, o que permite a saída do feixe colimado de luz.

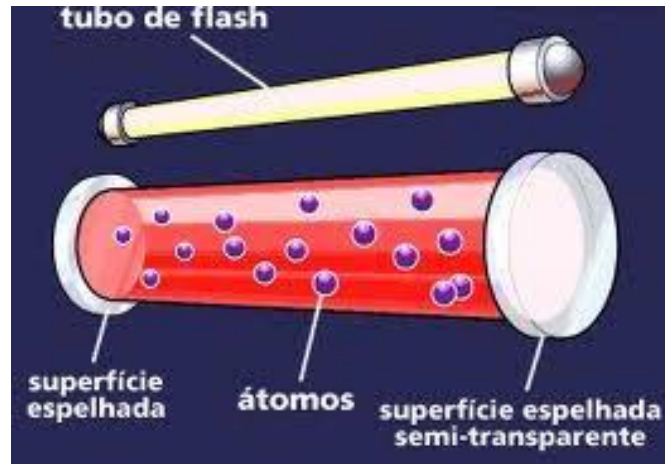


Figura 2 - Constituição interna do LASER de rubi (adaptado de: <http://ciencia.hsw.uol.com.br/laser5.htm>)

Desta forma, devido à conjugação apropriada e obedecendo a certas condições físicas destes três elementos essenciais do LASER, gera-se uma emissão de luz LASER. O entendimento das reações que podem ser induzidas pela luz LASER nos tecidos, é essencial para se compreender a interação LASER - tecido. O comprimento de onda da luz LASER, é um fator determinante na reação do LASER com o tecido. Fatores como a densidade de energia, o tempo de incidência da luz, a forma de emissão de luz (contínua ou pulsada), a taxa de repetição e a largura do pulso (no caso de radiação pulsada) são importantes na reação do tecido à luz LASER (Aoki et al., 2004; Cavalcanti et al., 2011).

Para além das características do LASER, as do tecido assumem um papel importante nesta interação. As características do tecido mais importantes são as relacionadas com interações bioquímicas e moleculares, como o coeficiente de absorção do tecido, o coeficiente de espalhamento, o índice de refração do tecido e os tipos de células (Cavalcanti et al., 2011).

### 3. Tipos de LASER

Existem diversas aplicações do LASER na Medicina Dentária. A sua denominação baseia-se nos constituintes do seu meio ótico ativo, podendo este ser um gás (árgon, CO<sub>2</sub>, excímeros, entre outros), um líquido (LASER de corante como Rodamina, entre

outros), um sólido (diodo semiconductor, alexandrite, Er:YAG, Nd:YAG, rubi, entre outros) (Gomes et al., 2007; Zarrabi, Gross, 2011).

Os LASERs de alta intensidade ou cirúrgicos, são subdivididos de acordo com a forma de emissão de radiação: contínua, pulsada ou “*Q-switched*”. Apresentam propriedades de corte, vaporização e hemostasia, devido aos seus efeitos térmicos. Neste tipo de LASER estão compreendidos os de CO<sub>2</sub>, Nd:YAG, Er-YAG, Er,Cr:YSGG, Árgon e Ho:YAG (Aoki et al., 2004; Gomes et al., 2007; Lins et al., 2004).

Estes podem ser utilizados para incisões, ablações, cirurgias periodontais, manipulação de tecidos moles, precisão de cortes, osteotomias, plastias e remoção de placa bacteriana das superfícies radiculares, diminuindo o tempo de reparação tecidual, promovendo a hemostasia e proporcionando um maior conforto para o paciente (Gomes et al., 2007; Pavone et al., 2010).

Os LASERs de baixa intensidade ou terapêuticos apresentam propriedades analgésicas, anti-inflamatórias, de bioestimulação e cicatrização. Nestes incluem-se os LASERs de He-Ne, o de InGaAsP, InGaAs, GaAlAs, GaAs e rubi (Gomes et al., 2007).

#### **i. Lasers em Medicina Dentária**

Os principais LASERs utilizados em Medicina Dentária podem-se dividir em quatro grandes grupos: os de excímero, os de gás, os diodo e os de estado sólido. Os LASERs correspondentes a cada grupo, bem como as suas características e aplicações encontram-se identificados nas tabelas abaixo referidas (Aoki et al., 2004).

<b>Tipo</b>	<b>Excímero</b>	
<b>Nome</b>	ArF	XeCl
<b>Comprimento de onda</b>	193 nm	308 nm
<b>Cor</b>	UV	

<b>Aplicações em medicina dentária</b>	Cortes no tecido duro Remoção de tártaro
--	---

Tabela 1 - LASERs de excímero (adaptado de: Adams, Pang, 2004; Aoki et al., 2004; Gomes et al., 2007; Moritz et al., 2006)

<b>Tipo</b>	<b>Gás</b>		
<b>Nome</b>	Ar	HeNe	CO <sub>2</sub>
<b>Comprimento de onda</b>	488nm/514 nm	633 nm	10600 nm
<b>Cor</b>	Azul/Azul-verde	Vermelho	IV
<b>Aplicações em medicina dentária</b>	Cirurgia de tecidos moles orais; Tratamento de compósitos; Branqueamento dentário; Efeito analgésico; Tratamento de úlceras aftosas; Cirurgia de tecidos moles orais; Desbridamento hipersensibilidade Remoção da pigmentação sulcular (curetagem dentinária; Tratamento melânica gengival; subgengival em de úlceras aftosas. Tratamento de periodontites e peri-implantites). hipersensibilidade dentinária; Efeito analgésico		

Tabela 2- LASERs de Gás (adaptado de: Adams, Pang, 2004; Aoki et al., 2004; Gomes et al., 2007; Moritz et al., 2006)

<b>Tipo</b>	<b>Sólido – Semicondutor de Diodo</b>			
<b>Nome</b>	InGaAsP	GaAlAs	GaAs	InGaAs
<b>Comprimento de onda</b>	655 nm	670-830 nm	840 nm	980 nm
<b>Cor</b>	Vermelho	Vermelho - IV	IV	IV
<b>Aplicações em medicina dentária</b>	Cirurgia de tecidos moles orais; Desbridamento sulcular (curetagem subgengival em periodontites e Tratamento de cáries e detecção de peri-implantites); Efeito analgésico; Tratamento de tártaro hipersensibilidade dentinária; Pulpotomia; Desinfecção de canais radiculares; Tratamento de úlceras aftosas; Remoção da pigmentação melânica gengival			

Tabela 3 - LASERs Semicondutores Diodo (adaptado de: Adams, Pang, 2004; Aoki et al., 2004; Gomes et al., 2007; Moritz et al., 2006)



<b>Tipo</b>	<b>Sólido</b>					
<b>Nome</b>	Alexandrite - Frequência dupla	Nd:YAG	Er,Cr:YSGG	Er:YSGG	Er:YAG	
<b>Comprimento de onda (nm)</b>	337 nm	1064 nm	2780 nm	2790 nm	2940 nm	
<b>Cor</b>	UV	IV	IV	IV	IV	
<b>Aplicações em medicina dentária</b>	Remoção de placa bacteriana	Cirurgia dos tecidos moles orais; Desbridamento sulcular (curetagem subgingival em periodontites); Efeito analgésico; Tratamento de hipersensibilidade dentinária; Pulpotomia; Desinfecção de canais radiculares; Remoção de cáries de esmalte; Tratamento de úlceras aftosas; Remoção da pigmentação melânica gengival.	dos moles orais; Desbridamento sulcular (curetagem subgingival em periodontites); Efeito analgésico; Tratamento de hipersensibilidade dentinária; Pulpotomia; Tratamento e desinfecção de canais radiculares; Tratamento de úlceras aftosas; Remoção da pigmentação melânica e/ou tatuagem de amálgama.	Remoção de cáries e preparação da cavidade; Alteração das superfícies de esmalte e dentina; Cirurgia de tecidos moles orais; Desbridamento sulcular (curetagem subgingival em periodontites e peri-implantites); Cirurgia óssea; Tratamento de hipersensibilidade dentinária; Efeito analgésico; Pulpotomia; Tratamento e desinfecção de canais radiculares; Tratamento de úlceras aftosas; Remoção da pigmentação melânica e/ou tatuagem de amálgama.		

Tabela 4 - LASERs de meio ativo sólido (adaptado de: Adams, Pang, 2004; Aoki et al., 2004; Gomes et al., 2007; Moritz et al., 2006)

#### 4. LASER de baixa intensidade (LLL)

O uso do LASER de baixa intensidade (*Low Level Laser*), também conhecido por “*soft laser*” ou “bioestimulador”, tem vindo a ser usado na área da saúde há mais de três décadas (Kreislér et al., 2004; Moritz et al., 2006).

O LLL emite luz com uma densidade de energia baixa, que presumivelmente produz determinados mecanismos bioquímicos, sem induzir efeitos térmicos (Jakse et al., 2007; Kreislér et al., 2003; Kreislér et al., 2004).

Existe um grande número de artigos e estudos publicados comprovando uma aplicação eficaz do LLL em diversas áreas da Medicina Dentária. Embora haja um largo número de artigos publicados relativamente a esta temática, estes foram feitos de acordo com diferentes metodologias e dosimetragens, o que, por vezes, torna difícil a dissecação de resultados (Moritz et al., 2006).

Embora os mecanismos bioquímicos exatos do que o LLL induz não sejam consensuais, há bastantes estudos que comprovam a eficácia do LLL na redução da dor pós-operatória, na aceleração da cicatrização, no efeito positivo nos processos anti-inflamatórios, no potenciamento da reparação óssea, no restabelecimento da função neuronal normal após cirurgia e na estimulação da libertação de endomorfina (Jakse et al., 2007; Kreislér et al., 2003; Kreislér et al., 2004; Walsh, 1997).

Existem dois tipos de LASERs usados no campo do LLL: os de Hélio-Néon (HeNe), que apresentam um comprimento de onda de 633 nm, e os diodo semicondutores, cujo comprimento de onda ronda os 780-950 nm (Kreislér et al., 2003).

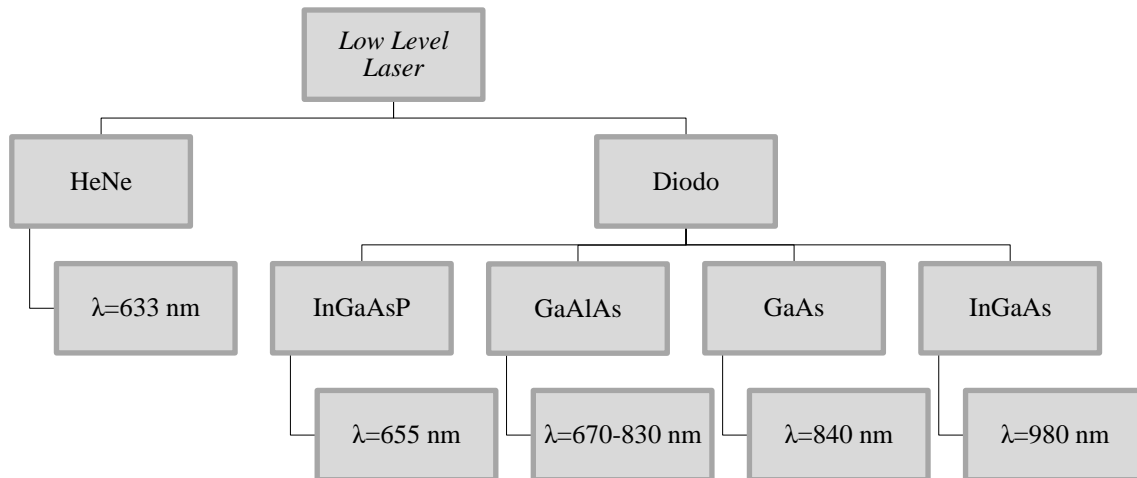


Figura 3- Diagrama dos tipos de LASER de baixa intensidade (Adams, Pang, 2004; Aoki et al., 2004; Gomes et al., 2007; Kreisler et al., 2003; Moritz et al., 2006)

A maioria dos procedimentos clínicos que usam o LLL, são executados com LASERs diodo semicondutores. Tendo em conta que o LLLT é um tipo de fototerapia, o comprimento de onda é o fator mais importante para produzir os efeitos desejados no tecido e, portanto o clínico deve possuir um bom conhecimento dos comprimentos de onda e das suas capacidades. A potência típica de um LASER de baixa intensidade ronda os 10 a 50 Mw (Moritz et al., 2006).

#### i. Aplicações do laser de baixa intensidade em Medicina Dentária

- Periodontia
  - Periodontite

A maioria dos estudos publicados no âmbito da periodontia, focam-se nas vantagens do HLL na cirurgia periodontal, contudo existem alguns estudos *in vivo* e *in vitro* que comprovam a utilidade dos LLL nesta área da Medicina Dentária (Oltra-Arimon et al., 2004).

Existem poucos estudos acerca do efeito dos LASERs nos fibroblastos do ligamento periodontal humano, o qual apresenta uma função vital na regeneração periodontal. O estudo realizado por Kreisler et al. (2003), teve como objetivo analisar o efeito do LASER de baixa intensidade diodo ( $\lambda = 809$  nm) no grau de proliferação dos fibroblastos do ligamento periodontal.

Os resultados obtidos no estudo mencionado comprovaram que o LASER diodo apresenta um efeito estimulador na proliferação dos fibroblastos do ligamento periodontal, representando assim, uma descoberta importante no âmbito do tratamento da periodontite (Almeida-Lopes et al., 2001).

A utilização deste LASER ( $\lambda = 809$  nm) no tratamento da periodontite, segundo Kreisler et al. (2005), é um procedimento clínico seguro e deve ser usado como complemento à raspagem e alisamento radicular convencional.

- Gengiva

Segundo o estudo realizado por Almeida-Lopes et al. (2001), no qual foi analisado o efeito do LLL na proliferação *in vitro* dos fibroblastos gengivais, o efeito do LLL nestes comprovou ser eficaz relativamente à aceleração da sua proliferação, e um tempo menor de exposição ao LASER resultou em graus de proliferação ainda maiores. Neste estudo foram utilizados LASERs diodo GaAlAs com comprimento de onda entre os 670 nm e os 786 nm.

- Dor pós-operatória

Mier (*cit. in* Oltra-Arimon 2004) defende que a aplicação do LLL após curetagem periodontal, resulta numa diminuição da dor pós-operatória no paciente. No entanto, Masse (*cit. in* Oltra-Arimon 2004), afirma que o LLL não é eficaz no tratamento da dor pós-operatória provocada por cirurgias periodontais.

- Cicatrização

Ziemmermann (*cit. in* Walsh 1997), realizou um estudo sobre a eficácia terapêutica do LASER de HeNe, concluindo que não existe qualquer tipo de resultados significantes quanto ao efeito acelerador de cicatrização, quando aplicado em doenças periodontais.

- Medicina Oral
  - Mucosite Oral

A mucosite oral, é uma doença geralmente manifestada em pacientes submetidos a tratamentos de quimioterapia e/ou radioterapia, devido ao transplante de células da medula óssea. A gravidade da mucosite oral encontra-se regularmente associada a maiores níveis de febre, maior risco de infecção, ao uso de analgésicos intravenosos, e mortalidade nos primeiros 100 dias. Outro fator importante relacionado com esta doença, é que a gravidade desta representa uma limitação na administração de medicamentos agressivos utilizados para tratamento de doenças malignas (Schubert et al., 2007).

Num estudo efetuado em pacientes submetidos ao transplante de medula óssea e condicionados com tratamento de quimioterapia e/ou radioterapia, foram analisados os efeitos de dois comprimentos de onda do LASER diodo (GaAlAs, 650nm e 780nm) na prevenção da mucosite oral. Verificou-se que o LASER de GaAlAs, com comprimento de onda de 650nm, reduziu a gravidade da mucosite oral bem como a dor. Não foram verificados efeitos secundários à aplicação do LASER (Schubert et al., 2007).

A utilização do LLL reduz a intensidade e gravidade da mucosite oral. Esta conclusão derivou de um estudo realizado com o objetivo de avaliar a frequência e evolução da mucosite oral entre pacientes submetidos ao tratamento LASER e ao tratamento convencional. Neste estudo foram comparadas estes dois tratamentos. Foram analisados 22 pacientes divididos em dois grupos: um grupo submetido ao tratamento dos LASERs InGaAlP (660nm) e GaAlAs (780nm), com uma dose de  $6,3 \text{ J/cm}^2$  e posteriormente ao tratamento convencional, e outro grupo que foi submetido apenas ao tratamento convencional (Khouri et al., 2009).

A aplicação do LLL apresenta um papel importante no controlo da dor devido à mucosite oral. No estudo elaborado por Migliorati et al. (2011), o tratamento com LASER de baixa intensidade (GaAlAs,  $2\text{J}/\text{cm}^2$ ) foi aplicado em 11 pacientes. Os pacientes receberam este tratamento diariamente até ao 5º dia pós-operatório. Como resultados deste estudo, os autores concluíram que os pacientes em que foi submetido o LASER, apresentaram graus menores de dor.

A dor derivada da mucosite oral seguida de quimioterapia pode ser reduzida com a aplicação do LLL com comprimento de onda de 650 nm (Maiya, Fernande, 2006).

Na mesma linha de concordância de outros autores afirmam que a aplicação do LLL apresenta um efeito preventivo da mucosite oral.

Em pacientes submetidos a radioterapia na zona do pescoço ou cabeça, e que padecem de mucosite oral, a aplicação do LASER de 633 nm produz efeitos na redução da dor, quando comparado este tratamento com a administração de analgésicos ou de anestesia tópica (Maiya, Fernande, 2006, Khalighi 2010).

- Lesões na mucosa oral

A aplicação terapêutica do LLL de forma a controlar lesões da mucosa oral, tais como queilite, queimaduras, prevenção de quelóides, aftas e herpes, tem vindo a ser comprovada como eficaz (Velez *cit. in* Oltra-Arimon 2004).

- Endodontia

- Tratamento Endodôntico

O principal objetivo do tratamento endodôntico é a eliminação de bactérias, assim como, restos de polpa necrosada do canal radicular. Kreisler et al. (2003), analisaram o efeito bactericida do LASER diodo GaAlAs ( $\lambda = 809\text{ nm}$ ), quando aplicado isoladamente e em combinação com a aplicação de hipoclorito de sódio e peróxido de

hidrogénio nos canais radiculares *in vitro*. Como resultado deste estudo, os autores concluíram que a aplicação do LASER Diodo pode ser um complemento ao tratamento endodôntico convencional, quando associado à solução de NaOCl/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

- Dor Pós-Cirúrgica

Kreisler et al. (2003), analisaram a eficácia do LLL na redução da dor após cirurgia endodôntica. Como resultados deste estudo, os autores concluíram que a aplicação do LASER (GaAlAs,  $\lambda = 809$  nm) após sutura, é benéfica para redução da dor pós-operatória. Contudo, só se verificaram diferenças relevantes no primeiro dia após a cirurgia, o que poderá dever-se ao facto do efeito do LASER ser atenuado depois de 24 horas.

- Pulpotomia

Kurumada (*cit. in* Walsh 1997), realizou um estudo sobre a aplicação do LASER semicondutor GaAs em situações endodônticas, concluindo que a aplicação deste promove a cicatrização e dentinogénese após pulpotomia.

- Cicatrização

De acordo com o estudo efetuado por Kaskos e Al-Hasan (2011) em ratos, acerca da resposta dos tecidos moles orais à aplicação do LLL, quando aplicado com uma dose de 0.75 J/cm, potencia a cicatrização de feridas. O LASER aplicado neste estudo foi o de HeNe, apresentando um  $\lambda = 632.8$  nm.

No estudo de Smith (*cit. in* Walsh 1997), realizado em 125 pacientes, o LLL aumentou a resistência da cicatriz pós-operatória. Kuliev e Babaev (*cit. in* Walsh 1997), estudaram a aplicação do LLL em pacientes diabéticos, com lesões purulentas na pele e tecidos moles subjacentes, concluindo que a sua aplicação reduziu substancialmente o período

de cicatrização. Em ambos os estudos, a aplicação do LLL foi feita diariamente durante o período destes.

Relativamente à cicatrização de abscessos dentoalveolares, granulomas periapicais e gengivite, Borgogna (*cit. in* Walsh 1997), defende que a aplicação adequada de LLL nas feridas acelera a sua cicatrização, embora esta conclusão seja baseada em estudos que carecem de controlo apropriado.

De acordo com o estudo de Basso et al. (2012), no qual foi estudada a aplicação do LLL em células gengivais *in vitro*, utilizando o LASER diodo, a bioestimulação, proliferação e migração das células gengivais humanas é potenciada quando aplicada de acordo com os critérios utilizados no estudo.

Na cicatrização de feridas, a ativação dos linfócitos através da utilização do LLL, deverá torná-los mais sensíveis aos mediadores estimulantes presentes nos tecidos lesados (Walsh, 1997).

A aplicação do LLL influencia a atividade dos macrófagos, através da promoção da secreção de agentes que potenciam a proliferação de fibroblastos. O LLL potencia a atividade fagocítica dos macrófagos, durante a fase inicial do processo de reparação (6 horas após trauma). Uma remoção mais rápida da ferida estabelece condições para que a fase proliferativa se inicie (Moritz et al., 2006).

O LLL aumenta a mobilidade dos queratinócitos epidérmicos humanos, tornando assim possível a sua migração para locais de cicatrização e originando uma aceleração no processo (Haas *cit in*. Walsh 1997).

A aceleração da epitelização, o aumento das atividades fibroblásticas, a infiltração dos leucócitos e a neovascularização, são processos observados nos locais de cicatrização onde o LLL é aplicado. Devido à ação destes, o processo de cicatrização torna-se acelerado. Além disso, a resistência da cicatriz formada é aumentada (Moritz et al., 2006).



A aplicação do LLL reduz a produção dos mediadores inflamatórios da família do ácido araquidónico dos nervos danificados, e promove a maturação e regeneração neuronal após lesão (Mester e Solomar *cit. in* Walsh 1997).

Fibroblastos	Macrófagos	Linfócitos	Células Epiteliais	Tecido Neuronal
Proliferação Maturação Locomoção Transformação em miofibroblastos Aumento da secreção da bFGF	Fagocitose Secreção de agentes que potenciam a proliferação dos fibroblastos	Ativação Aumento da produção	Aumento da mobilidade	Redução da síntese de mediadores inflamatórios Maturação e regeneração neuronal

Tabela 5 - Efeitos biológicos do LLLT (Walsh, 1997)

- Regeneração Neuronal

A aplicação do LLL é considerada como a aproximação ideal para a promoção da regeneração do tecido neuronal afetado (Walsh, 1997). Os protocolos do LLL para aplicação nesta área, geralmente envolvem a irradiação diária durante períodos prolongados (por exemplo: 10 dias, 4.5 J/dia) (Mester *cit. in* Walsh 1997).

A aplicação do LLL na regeneração do Nervo Dentário Inferior (NDI), afetado durante o procedimento cirúrgico, é uma técnica que geralmente apresenta resultados positivos. Segundo o estudo efetuado por Khullar (*cit. in* Walsh 1997), a incidência de lesões no NDI, durante a extração do terceiro molar inferior, é de 5,5% sendo este valor de 100% quando se trata de casos de osteotomia sagital.

Dadas as implicações na qualidade de vida derivadas da lesão deste nervo, o interesse na aplicação do LLL no seu tratamento tem vindo a aumentar (Walsh, 1997). Num estudo de Smith (*cit. in* Walsh 1997), a aplicação do LLL em pacientes com lesões de longa duração no NDI, comprovou melhorar a perceção dos mecanorreceptores.

Para além destas aplicações, o LLL é utilizado para tratamento de lesões da articulação temporomandibular (ATM) (Moritz et al., 2006).

**ii. Efeitos secundários do Laser de Baixa Intensidade (Oltra-Arimon et al., 2004)**

Os efeitos secundários do LASER são pouco frequentes, porém entre estes apresentam-se:

- ⇒ Aumento temporário da dor, em casos de dor crónica;
- ⇒ Fadiga após o tratamento. Este é provavelmente um resultado do alívio da dor, onde esta já impediu um padrão normal de relaxamento;
- ⇒ Rubor e uma sensação de calor na área que é irradiada, em resultado de um aumento da micro-circulação

Contudo, existem poucos estudos que referenciam os efeitos adversos que podem ocorrer durante a aplicação do laser.

**iii. Contra-indicações do Laser de Baixa Intensidade (Oltra-Arimon et al., 2004)**

Absolutas:

- Irradiação direta e indireta sobre o globo ocular
- Irradiação da glândula tiroideia
- Pacientes com neoplasias
- Pacientes epiléticos

- Alteração fibrocística benígna da mama
- Irradiação prolongada em pacientes em idade de crescimento
- Pacientes portadores de *bypass*
- Pacientes com enfarte do miocárdio recente

Relativas:

- Disfunções glandulares
- Gravidez (3º trimestre)
- Infecções bacterianas sem antibioterapia prévia
- Combinações com fármacos que provocam fotossensibilidade
- Peles fotossensíveis
- Dor de origem orgânica ou visceral

### **III. Implantologia**

#### **1. Breve história da implantologia**

Atualmente, a substituição de dentes perdidos ou ausentes por implantes de titânio tem sido um tratamento de sucesso, nos casos de reabilitação de edêntulos totais e/ou parciais (Schwarz et al., 2007).

Até ao aparecimento dos implantes dentários, tal como atualmente são conhecidos, em pacientes em que se verificava a perda de um ou mais dentes, a função mastigatória e a estética facial tornavam-se fatores impossíveis de recuperar totalmente. Isto devia-se ao facto da maior parte das próteses dentárias, especialmente as removíveis, serem inestéticas, o que tornava o(s) dente(s) novo um substituto com grande discrepância relativamente ao ausente. Tais limitações das próteses removíveis aumentaram por muito tempo o desejo de conceber uma prótese que, de uma forma fiável, tivesse uma forte adesão à mucosa oral e ao osso (Albrektsson et al., 1981).

Os primeiros relatos do uso de implantes dentários ocorreram há milénios, havendo evidências de que as civilizações antigas pensaram nesta tecnologia (Faverani et al., 2011). Os Maias foram provavelmente os primeiros a conhecer os implantes aloplásticos. Contudo, foram os povos pré-colombianos que descobriram uma mandíbula com um implante de um incisivo central em pedra preta, encontrada em 1931 nas Honduras (Bezerra, 1985).

Em 1786, Pierre Fouchard já indicava a colocação implantes com cortes histológicos, pelo que é considerado o pai da Implantologia antiga. Contudo, a criação dos implantes endo-ósseos surgiu em 1942, pelo italiano Manilio Salvatore Formiggini, sendo considerado o pai da Implantologia moderna (Bezerra, 1985)

Esta descoberta deu-se após a exodontia de um canino, em que o alvéolo foi tamponado com uma gaze embebida numa solução de iodo. O paciente, que deveria retornar à consulta uma semana após esta situação, só o fez meses depois. Formiggini observou que a gaze havia ficado retida no alvéolo, tendo sido removida com alguma dificuldade e a análise do exame histopatológico, concluiu que a esta aderiu tecido conjuntivo fibroso. Assim, Formiggini criou um implante metálico em forma de parafuso, pois acreditava que devido à forma em espiral do implante, o tecido fibroso formado ficaria aderido mais facilmente (Bezerra, 1985).

Em 1969, Bränemark et al. relataram que a ligação osso-implante se verificava sem a presença de tecido fibroso entre estes. Este relato foi possível através de um estudo

realizado em cães que, após a introdução de um implante de titânio, verificando-se uma forte união entre o osso e o implante (Brånemark et al., 1969).

Após anos de investigações clínicas e científicas, comprovou-se o processo de osteointegração e que os implantes de titânio apresentavam melhores propriedades físicas e biológicas. Assim, foi desenvolvido o sistema Brånemark de implantes, constituído por 6 implantes osteointegrados e funcionais por um longo período de tempo (Brånemark *cit. in* Faverani et al., 2011).

## **2. Osteointegração**

A osteointegração representa o processo de conexão direta estrutural e funcional entre o osso vital e a superfície do implante, sem interposição de tecido fibroso, submetido a carga oclusal (Brånemark et al., 1969, Faverani et al., 2011, Hobo et al., 1989, Lindhe et al., 1999).

Este processo ocorre após a inserção do implante no osso e a migração das células ósseas para a superfície do metal (Hobo et al., 1989, Lindhe et al., 1999).

Somente na década de 1960, é que o conceito de osteointegração foi desenvolvido, por Per-Ingvar Brånemark, em que na interface osso-implante não existe tecido mole interposto e há formação de tecido ósseo em torno do implante (Hobo et al., 1989, Lindhe et al., 1999).

Brånemark, descobriu uma forte e direta união do osso ao titânio, através de estudos sobre a micro-circulação em mecanismos de reparação óssea, em tíbias de coelhos, indicando que era possível estabelecer um contacto direto com o osso (Hobo et al., 1989, Lindhe et al., 1999). Ainda neste estudo, Brånemark concluiu que o titânio era o melhor material para substituição de raízes artificialmente (Hobo et al., 1989).

Segundo Albrektsson et al. (1981), a osteointegração depende dos seguintes factores:

(1) material do implante;

- (2) design do implante;
- (3) acabamento do implante;
- (4) estado do osso;
- (5) técnica cirúrgica e
- (6) condições de carga do implante.

Albrektsson (*cit. in* Lindhe et al., 1999), sugere que a osteointegração se relaciona com forças físicas e químicas, que atuam na interface osso-implante. Contudo, mesmo que estas atuem nesta interface, não há evidências científicas que sejam significantes na resistência da união osteointegrada, pois esta é possivelmente de característica biomecânica (Lindhe et al., 1999).

#### **IV. Laser de Baixa Intensidade em Implantologia**

A crescente utilização dos implantes em Medicina Dentária está associada a um elevado número de complicações, tais como reações patológicas dos tecidos moles circundantes ao implante e defeitos do osso peri-implantar com perda contínua deste. A contaminação bacteriana das superfícies dos implantes é outra das razões do insucesso na colocação de implantes. Os tratamentos clínicos para o tratamento de peri-implantites atualmente usados, não estão bem estudados e, por vezes, não conduzem a resultados positivos (Romanos et al., 2009).

Recentemente, a importância do LASER na implantologia tomou um papel preponderante e um grande espectro de indicações desta área tem sido proposto aos sistemas de LASER. De uma forma geral, os LASER de baixa intensidade podem ser utilizados na implantologia para tratamento de peri-implantites, para aceleração no processo de regeneração óssea, para proporcionar uma boa osteointegração entre o implante e os tecidos e para redução da dor pós-operatória (Basso et al., 2012;

Dörtbudak et al., 2002; Jakse et al., 2007; Khadra et al., 2005; Kreisler et al., 2003; Romanos et al., 2009).

## **1. Aplicações**

### **i. Redução Bacteriana em Peri-implantites**

Várias formas de desinfecção de superfícies de implantes têm sido descritas, com o objetivo de reduzir o insucesso dos implantes (Dörtbudak et al., 2002).

A infecção bacteriana peri-implantar, resulta na inflamação dos tecidos moles em torno do implante, ou mesmo na perda de suporte ósseo deste, podendo comprometer o seu sucesso clínico (Kreisler et al., 2003).

A peri-implantite apresenta um carácter multifatorial e existem alguns tratamentos sugeridos para o seu tratamento, tais como, os procedimentos mecânicos de raspagem e remoção do biofilme peri-implantar, associados ou não aos tratamentos antimicrobianos locais ou sistémicos. Huzler e Martelli (*cit. in* Gonçalves 2009) referem que estes tratamentos não são eficazes, devido à dificuldade que apresentam na remoção do biofilme, o que contribui para a manutenção da patologia, impedindo assim a reparação tecidular.

A utilização de implantes de superfície rugosa, embora facilite o processo inicial da osteointegração, origina uma maior acumulação de bactérias na área peri-implantar (Gonçalves et al., 2009).

Dörtbudak et al. (2002), realizaram um estudo *in vivo* em 15 pacientes com peri-implantite em torno do implante, no qual demonstraram a redução bacteriana de três espécies (*Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Prevotella intermedia* e *Porphyromonas gingivalis*) nas superfícies dos implantes. Sobre a superfície do implante, foi aplicado o fotossensibilizador azul de toluidina O e o LASER Diodo ( $\lambda=$

690 nm), durante 1 minuto. Concluiu-se que a redução das 3 espécies bacterianas estudadas, utilizando o tratamento combinado foi, em média, superior a 92%.

Kreisler et al. (2003), realizaram um estudo, cujo objetivo era avaliar o efeito antimicrobiano do LASER Diodo GaAlAs ( $\lambda= 809$  nm) nas superfícies dos implantes. Neste estudo, foi utilizado um térmografo de infravermelhos para visualizar a geração de calor na superfície do implante e o osso peri-implantar, durante a estimulação do laser.

Foram utilizados discos de titânio, sendo contaminados com uma suspensão de *Streptococcus sanguinis* e posteriormente irradiados com o LASER GaAlAs. Como resultado deste estudo, observou-se que o LASER semiconductor ( $\lambda= 890$  nm) é eficaz na descontaminação da superfície rugosa do implante. Apesar da significativa redução bacteriana ter resultado da irradiação LASER, o elevado efeito bactericida foi alcançado, devido ao tratamento com clorohexidina durante 1 minuto (Kreisler et al., 2003).

Shibli et al. (2003), desenvolveram um estudo piloto, com o objetivo de avaliar a eficácia da fotossensibilização letal no tratamento de peri-implantites em cães. Foram induzidas peri-implantites nos animais através da colocação de ligaduras durante 2 meses. Após a remoção destas, o controlo de placa foi realizado com clorohexidina a 0,12% diariamente, durante 12 meses.

Posteriormente, um retalho mucoperiosteal foi elevado para raspagem da superfície do implante. Foram recolhidas amostras bacterianas antes e depois do tratamento da superfície do implante, sendo estas: *Prevotella intermedia/nigrescens*, *Fusobacterium* spp. e *Streptococcus*. De seguida, as amostras foram submetidas ao LASER Diodo GaAlAs, com  $\lambda= 685$  nm, durante 80 segundos. Concluiu-se que a fotossensibilização letal, resultou numa redução das bactérias, sendo que em algumas espécies deu-se uma eliminação total destas (Shilbi et al., 2003).

Souza et al. (2006) realizaram um estudo *in vivo*, cujo objetivo foi avaliar os efeitos da radiação do LASER Diodo InGaAlP, com  $\lambda= 685$  nm, associada a fotossensibilizadores,



nas espécies de *Candida genus*. Foram obtidas suspensões, com  $10^6$  células viáveis por mililitro de *Candida albicans*, *Candida dubliniensis*, *Candida krusei* e *Candida tropicalis*.

Grupo	Amostras	Tratamento
1	<i>C. albicans</i>	LASER Diodo InGaAlP (685 nm), 28 J/cm <sup>2</sup> , 5 minutos + azul de metileno
	<i>C. dubliniensis</i>	
	<i>C. krusei</i>	
	<i>C. tropicalis</i>	
2	<i>C. albicans</i>	LASER Diodo InGaAlP (685 nm), 28 J/cm <sup>2</sup> , 5 minutos
	<i>C. dubliniensis</i>	
	<i>C. krusei</i>	
	<i>C. tropicalis</i>	
3	<i>C. albicans</i>	Azul de metileno
	<i>C. dubliniensis</i>	
	<i>C. krusei</i>	
	<i>C. tropicalis</i>	
4	<i>C. albicans</i>	Sem tratamento
	<i>C. dubliniensis</i>	
	<i>C. krusei</i>	
	<i>C. tropicalis</i>	

Tabela 6 - Tipos de tratamento para as espécies de *Candida* (Souza et al., 2006)

Como resultados deste estudo, nas amostras do grupo 1, foi reduzida a viabilidade destas espécies de *Candida* (C.). A maior redução da espécie *Candida tropicalis* foi obtida no grupo 2 (apenas LASER). A percentagem de redução das espécies *Candida* expostas ao LASER na presença de azul de metileno em relação ao grupo 4, foi superior para *C. krusei*, sendo seguida respetivamente pela *C. albicans*, *C. dubliniensis* e *C. tropicalis*.

Gonçalves et al. (2009) elaboraram um estudo, com o objetivo de estudar o potencial de redução bacteriana do LASER Diodo InGaAs,  $\lambda = 980$  nm, em 3 tipos de superfícies de

implantes dentários contaminados com bactérias do tipo *Enterococcus faecalis* e *Porphyromonas gingivalis*, bem como de estudar possíveis alterações na superfície dos implantes. Neste estudo, foram utilizados 72 implantes com diferentes tipos de tratamento de superfície (jateado com óxido de titânio, ataque ácido e polimento).

A ação do LASER Diodo InGaAs de  $\lambda = 980$  nm, utilizando uma potência de 3,0W, independentemente do tipo de superfície do implante irradiada e da bactéria, reduziu completamente os microorganismos. O mesmo aconteceu com o LASER de potência 2,5W aplicado à bactéria *Porphyromonas gingivalis*. No entanto, a utilização do LASER com a potência de 2,5W nos implantes contaminados com *Enterococcus faecalis*, produziu uma descontaminação total nos implantes de superfície lisa, não ocorrendo isto para os implantes jateados ou de superfície tratada com ataque ácido (Gonçalves et al., 2009).

Quanto à alteração da superfície dos implantes, não se verificou qualquer dano ou alteração da superfície dos implantes irradiados, quer com 3,0W ou 2,5W (Gonçalves et al., 2009).

## **ii. Reparação Óssea e Osteointegração**

A utilização do LLL na regeneração óssea tem vindo a ser cada vez mais um pilar fundamental da investigação dentária atual (Jakse et al., 2007).

Bastantes autores elaboraram estudos nos quais defendem a ação potenciadora do LLL na regeneração óssea (Dörtbudak et al., 2000; Dörtbudak et al., 2002; Guzzardella et al., 2003; Jakse et al., 2007; Khadra et al., 2004; Khadra et al., 2005; Meyer et al., 2011; Walsh, 1997).

A utilização do LLL (HeNe) produz efeitos na proliferação, diferenciação e calcificação das células osteoblásticas *in vitro*. A proliferação de células e a síntese do DNA, são potenciados pela aplicação do LLL, apenas quando as células se encontram na fase de crescimento (Khadra et al., 2004).

Num estudo de cicatrização de feridas, após extração dentária num rato, o animal foi irradiado diariamente com o LASER GaAlAs. Após uma semana, verificou-se um aumento da proliferação dos fibroblastos e aceleração da formação da matriz óssea (Takeda *cit. in* Walsh 1997).

Khadra et al., (2005) efetuaram um estudo acerca do efeito do LLL na ligação, proliferação, diferenciação e produção do fator de crescimento de transformação (TGF), das células osteoblásticas humanas. Neste estudo, células do osso mandibular humano foram expostas ao LASER Diodo GaAlAs (doses de 1.5 ou 3.0 J/cm<sup>2</sup>) e posteriormente introduzidas em discos de titânio. Concluiu-se que, como resposta ao efeito do LLL, as células osteoblásticas humanas cultivadas em material de implante de titânio, apresentam uma maior tendência de adesão, proliferação, diferenciação e produção do TGF, indicando que o LLL quando aplicado *in vitro*, pode modular a atividade das células e tecidos circundantes do implante.

Outro estudo, elaborado por Stein et al. (2008), concluiu que, o LLL produz um efeito bioestimulador nas células osteoblásticas humanas durante as 72 horas após a irradiação.

Dörtbudak et al. (2002), analisaram o efeito do LLL nos osteócitos e na reabsorção do osso peri-implantar. Neste estudo, foi revelada a elevada viabilidade dos osteócitos no osso peri-implantar quando, durante a cirurgia, a zona onde o implante foi introduzido foi submetida a uma irradiação com o LASER de baixa de intensidade, com comprimento de onda de 690 nm. Foi então concluído que este aumento de viabilidade origina efeitos positivos na integração dos implantes dentários.

A interação do osso-implante é potenciada pela aplicação do LLL como tratamento pós-operatório após a introdução de implantes cerâmicos (Guzzardella et al., 2003).

O estudo efetuado por Dörtbudak et al. (2000), concluiu que o LLL produz efeitos bioestimuladores nos osteoblastos *in vitro*, o que explica que a sua utilização nos implantes dentários potencia a sua osteointegração (Dörtbudak et al., 2000).

Num estudo realizado em coelhos, no qual foi investigado o efeito do LASER GaAlAs na cicatrização dos tecidos circundantes ao implante de titânio (implante introduzido na tíbia de coelhos) e na fixação deste ao osso, foi concluído que a irradiação do osso promove a cicatrização e fixação dos implantes de titânio ao osso. Kim (*cit. in* Khadra 2004), constatou que o LLL pode promover a formação de osso estimulando a função osteoblástica e a mineralização óssea. A histomorfometria, sugeriu um maior contacto osso-implante e um aumento significativo de cálcio e fósforo no grupo irradiado com LASER de baixa intensidade, sugerindo uma maturação óssea mais rápida, devido à aceleração da diferenciação dos osteoblastos após irradiação (Khadra et al., 2004).

O potencial do LLL na aceleração da osteointegração de implantes dentários após levantamento de seio foi comprovada recentemente. No estudo efetuado por Jakse et al. (2007) em 12 ovelhas, foi efetuado um levantamento de seio bilateral, removendo da zona dadora (crista ilíaca) o enxerto de osso esponjoso, com posterior colocação do implante. Durante a inserção do implante e na semana posterior, os locais onde os implantes foram introduzidos foram irradiados com o LASER Diodo (75mW, 680 nm). A osteointegração dos implantes dentários submetidos à irradiação do LASER demonstrou ser acelerada comparativamente com o grupo de controlo (sem ação do LASER).

<b>Autor</b>	<b>Estudo</b>	<b>LASER</b>
Walsh, 1997	<i>in vitro</i>	HeNe (632 nm)
<b>Resultado</b>		
Proliferação, diferenciação e calcificação das células osteoblásticas		

Tabela 7 – Resumo do estudo de Walsh, 1997

<b>Autor</b>	<b>Estudo</b>	<b>LASER</b>
Dörtbudak et al., 2000	<i>in vitro</i>	GaAlAs (690 nm)
<b>Resultado</b>		
Efeito bioestimulador dos osteoblastos		

Tabela 8 - Resumo do estudo de Dörtbudak et al., 2000.

<b>Autor</b>	<b>Estudo</b>	<b>LASER</b>
Dörtbudak et al., 2002	Babuínos	GaAlAs (690 nm)
<b>Resultado</b>		
Aumento da viabilidade dos osteócitos do osso peri-implantar, originando efeitos positivos na integração		

Tabela 9 - Resumo do estudo de Dörtbudak et al., 2002.

<b>Autor</b>	<b>Estudo</b>	<b>LASER</b>
Kim ( <i>cit. in</i> Khadra et al., 2004)	Ovelhas	GaAlAs (680 nm)
<b>Resultado</b>		
Osteointegração acelerada dos implantes dentários		

Tabela 10 - Resumo do estudo de Kim (*cit. in* Khadra et al., 2004).

<b>Autor</b>	<b>Estudo</b>	<b>LASER</b>
Khadra et al., 2005	<i>in vitro</i>	GaAlAs (830nm)
<b>Resultado</b>		
As células osteoblásticas humanas cultivadas em implante de titânio apresentaram uma maior adesão, proliferação, diferenciação e produção do TGF		

Tabela 11 - Resumo do estudo de Khadra et al., 2005.

<b>Autor</b>	<b>Estudo</b>	<b>LASER</b>
Jakse et al., 2007	Coelhos	GaAlAs (680 nm)
<b>Resultado</b>		
Maturação óssea acelerada		

Tabela 12 - Resumo do estudo de Jakse et al., 2007.

<b>Autor</b>	<b>Estudo</b>	<b>LASER</b>
Stein et al., 2008	<i>in vitro</i>	GaAlAs (670 nm)
<b>Resultado</b>		
Efeito bioestimulatório durante as 72 horas após irradiação		

Tabela 13 - Resumo do estudo de Stein et al., 2008.

### iii. Cicatrização e Reparação tecidual

Um dos objetivos críticos na implantologia é proporcionar uma boa integração dos tecidos moles. A capacidade do LLL promover uma boa cicatrização dos tecidos em torno do implante é o resultado de uma complexa interação entre diversas células, reguladas por hormonas sistémicas e fatores locais (Khadra et al., 2005).

A cicatrização dos tecidos moles depende de diversos tipos de células, tais como as epiteliais, endoteliais e fibroblastos que desempenham um papel fundamental no processo. Os fibroblastos segregam diversos fatores de crescimento durante a reepitelização da ferida e participam ativamente na formação do tecido de granulação e na síntese de uma matriz extracelular bastante complexa, após a reepitelização. O uso do LLL tem vindo a ser proposto como um potenciador da bioestimulação dos fibroblastos e como acelerador do processo de cicatrização (Basso et al., 2012).

A aplicação do LLL *in vitro* potencia a adesão e proliferação dos fibroblastos gengivais humanos quando cultivados em titânio. Esta conclusão é o resultado do estudo pioneiro, elaborado por Khadra et al. (2005). Neste estudo, os fibroblastos gengivais humanos foram expostos ao LASER GaAlAs em doses de 1.5 e 3 J/cm<sup>2</sup> e posteriormente cultivados em discos de titânio. Após a sua colocação nos discos de titânio, foram irradiados com o LASER durante 3 dias consecutivos. Os fibroblastos irradiados apresentaram maiores percentagens de adesão celular do que os não irradiados, após 1, 3 e 24 horas da exposição ao LASER. Foi observada uma maior percentagem de proliferação nos fibroblastos irradiados. No entanto, foi observado que o aumento da dose 3 J/cm<sup>2</sup> não altera a resposta inicial dos fibroblastos.

Como resultado de 5 estudos, *in vitro* e *in vivo*, efetuados por Khadra (2005), concluiu-se que a aplicação de várias doses de LLL aumenta a sua eficácia, acelera a sua adesão inicial e altera o comportamento dos fibroblastos gengivais cultivados em discos de titânio. A aplicação do LLL em doses entre 1.5 e 3 J/cm<sup>2</sup> influencia a interação das células com o implante, promovendo assim a cicatrização dos tecidos moles e o sucesso do implante.

Basso et al. (2012), realizaram um estudo sobre a influência do LLL nos fibroblastos gengivais humanos. Os autores concluíram que o LLL promove a bioestimulação dos fibroblastos *in vitro*.

Num estudo realizado por Almeida-Lopes et al. (2011), concluiu-se que o LLL promove a proliferação *in vitro* dos fibroblastos e quanto menor for o tempo de exposição ao LASER, maior será a sua proliferação. Kaskos e Al-Hasan (2011), concluíram no estudo realizado em ratos, que o LLL quando aplicado em doses de  $0,75 \text{ J/cm}^2$  promove a cicatrização de tecidos moles (o LASER utilizado no estudo foi o de He-Ne,  $\lambda = 633 \text{ nm}$ ).

O LASER de baixa intensidade com o comprimento de onda de 809 nm promove a proliferação dos fibroblastos do ligamento periodontal (Kreisler et al., 2003).

<b>Autor</b>	<b>Estudo</b>	<b>LASER</b>
Khadra et al., 2004	<i>in vitro</i>	GaAlAs (830 nm)
<b>Resultado</b>		
Fibroblastos apresentaram grandes percentagens de adesão e proliferação celular, com a aplicação do LASER com potência de $1.5 \text{ J/cm}^2$ .		

Tabela 14 - Resumo do estudo de Khadra et al., 2004.

<b>Autor</b>	<b>Estudo</b>	<b>LASER</b>
Khadra, 2005	<i>in vivo e in vitro</i>	GaAlAs
<b>Resultado</b>		
Aplicação do LLL influencia a interação das células com o implante, promovendo a cicatrização dos tecidos moles.		

Tabela 15 - Resumo do estudo de Khadra, 2005.

<b>Autor</b>	<b>Estudo</b>	<b>LASER</b>
Almeida - Lopes et al., 2011	<i>in vitro</i>	Diodo GaAlAs (670 nm, 780 nm, 692 nm, 786 nm)
<b>Resultado</b>		
O LLL promove a proliferação dos fibroblastos e um tempo menor de exposição corresponde a maiores níveis de proliferação.		

Tabela 16 - Resumo do estudo de Almeida - Lopes et al., 2011.

<b>Autor</b>	<b>Estudo</b>	<b>LASER</b>
Kaskos e Al-Hasan, 2011	Ratos	HeNe (633 nm)
<b>Resultado</b>		
Promoção da cicatrização de tecidos moles		

Tabela 17 - Resumo do estudo de Kaskos e Al-Hasan, 2011.

<b>Autor</b>	<b>Estudo</b>	<b>LASER</b>
Basso et al., 2012	<i>in vitro</i>	InGaAsP (777 - 783 nm)
<b>Resultado</b>		
O LLL promove a bioestimulação dos fibroblastos		

Tabela 18 – Resumo do estudo de Basso et al., 2012.

#### iv. Tratamento da dor pós-operatória

Uma das finalidades principais do tratamento dentário é proporcionar ao paciente um tratamento sem dor (Fekrazad et al., 2012).

A estimulação de um ponto do corpo humano provoca impulsos neuronais que são transmitidos para centros nervosos superiores através de neurónios, atingindo o Sistema Nervoso Central. Os LASER de baixa intensidade possuem alguns efeitos analgésicos reconhecidos (Khalighi et al., 2012):

- Inibição da libertação de mediadores dos tecidos lesados, ou seja, diminuição da concentração de agentes químicos entre os quais a histamina, a serotonina,  $H^+$  e  $K^+$ , sendo estes mediadores da dor;



- Inibição da concentração de acetilcolina, um mediador da dor, através do aumento da atividade da acetilcolinesterase;
- Provocam a vasodilatação e aumento de fluxo sanguíneo para os tecidos, acelerando a excreção de fatores secretados. Este aperfeiçoamento da circulação provoca uma menor tumefação dos tecidos;
- Diminui o edema através de drenagem linfática;
- Redução da pressão ao nível dos nervos, resultando numa diminuição da estimulação;
- Diminuição da sensibilidade dos recetores da dor, bem como da transmissão dos impulsos;
- Redução da permeabilidade da membrana celular para o  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , e causam uma hiperpolarização neuronal, resultando num aumento do limiar da dor;
- Equilíbrio da atividade da adrenalina e noradrenalina como resposta à dor;
- Aumento da excreção urinária de serotonina e glicocorticóides, aumentando a produção de endorfina.

A aplicação do LLL atua localmente e de forma rápida na modulação dos processos inflamatórios nos tecidos lesados. Este efeito anti-inflamatório inclui mudanças a nível bioquímico, altera a distribuição das células inflamatórias e reduz a formação de edema, hemorragias e necrose. Alguns comprimentos de onda do LLL são mais eficazes do que outros, quando se pretendem os tratamentos referidos. Os mecanismos de redução de dor analisados são os responsáveis pela redução da dor nas primeiras horas e dias após lesão aguda, não havendo evidência da existência de outros mecanismos. A aplicação do LLL diminui o processo inflamatório e alivia a dor aguda a curto prazo, após lesão. Nos LASER de  $\lambda = 904 \text{ nm}$ , verificaram-se efeitos positivos quando a energia total aplicada

nos tecidos lesados foi superior a 5J. Nos LASER de 810-830 nm, o estudo concluiu que, em lesões agudas pequenas, deverá ser aplicada uma dose de energia de 6J, enquanto que em lesões maiores deverá ser aplicado uma dose de energia de 10J (Bjordal et al., 2006).

Markovic e Todorovic (*cit. in* Khalighi et al., 2012) demonstraram que em pacientes aos quais foi administrada uma dose de 100 mg de Diclofenac de sódio antes da cirurgia e que posteriormente foram expostos à irradiação LASER, apresentaram menores níveis de dor quando comparados com aqueles em que apenas foi administrado o Diclofenac de sódio.

A aplicação de uma dose entre 0.37-0.96 J/cm<sup>2</sup>, não reduz a dor após extração do terceiro molar. Quando aplicada uma dose de 6 a 7J, a redução de dor atinge níveis significativos (Khalighi et al., 2012).

Atualmente a acupuntura é aceita como um tratamento auxiliar, com efeitos analgésicos em diferentes tipos de dor. No método de acupuntura LASER, são estimulados pontos específicos do corpo através da irradiação do LASER. O acesso a diferentes profundidades é possível através da aplicação da variação do comprimento de onda do LASER e da sua potência. A acupuntura LASER não provoca dor, inflamação ou infecção cruzada quando comparado com a acupuntura. A aplicação desta terapia apresenta resultados semelhantes à acupuntura (Wong *cit. in* Khalighi et al., 2012).

A redução ou eliminação da dor miofascial é conseguida quando aplicado o LLL de 830 nm (Dundar et al., 2006). O estudo de Altofini (*cit. in* Khalighi et al., 2010) verificou a ausência de dor até 3 meses nos pacientes, aos quais foi aplicado o LASER.

Tendo em conta o efeito dos neurotransmissores nos nervos, os LASERs de baixa intensidade são eficazes na eliminação de todos os tipos de dor que resultem da irritação dos nervos e da excitação do nonicetor (Khalighi et al., 2010).

## **Conclusão**

As aplicações do LASER de baixa intensidade em Medicina Dentária estão comprovadas em vários estudos como sendo variadas e com elevados níveis de eficácia terapêutica. Embora os mecanismos bioquímicos deste tipo de LASER não sejam consensuais, há uma grande maioria de estudos que comprovam a eficácia da sua aplicação na dor pós-operatória, na aceleração do processo de cicatrização, no potenciamento da reparação óssea e na aceleração do restabelecimento da função neuronal e vascular após cirurgia. Todos estes mecanismos inerentes ao LLL tornam a sua utilização versátil em várias áreas da Medicina Dentária

Devido à crescente utilização de implantes dentários, existe um diverso número de complicações inerentes a estes. Assim, o LLL toma, atualmente um papel importante na Implantologia, dado o seu grande espectro de aplicações.

O LLL apresenta uma alternativa, aos métodos já existentes, na redução bacteriana das superfícies dos implantes, de forma a reduzir a probabilidade de peri-implantites.

A aplicação do LLL produz um efeito bioestimulador nas células osteoblásticas humanas, o que origina efeitos positivos na interação implante-osso, reforçando e acelerando o processo de osteointegração.

Um dos objetivos da Implantologia é proporcionar uma boa integração entre o implante e os tecidos moles circundantes. A aplicação do LLL promove a bioestimulação dos fibroblastos, originando assim, um processo de cicatrização e reparo tecidual mais eficiente.

A aplicação do LLL atua localmente e de forma rápida na modulação dos processos inflamatórios dos tecidos lesados. Este efeito produz diminuição de edema, hemorragias e necrose. Embora alguns comprimentos de onda sejam mais eficazes, há um consenso geral dos autores que o LLL reduz a dor aguda a curto prazo, após lesão.

## Referências bibliográficas

Adams, T., Pang, P. (2004) Lasers in aesthetic dentistry. *The Dental Clinics of North America*, 48, pp. 833-860.

Albrektsson, T., Brånemark, P.-I., Hansson, H.-A., Lindström, J. (1981) Osseointegrated titanium implants. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 52, pp. 155-170.

Almeida-Lopes, L., Rigau, J., Zângaro, R., Guidugli-Neto, J., Jaeger, M. (2001) Comparison of the Low Level Laser Therapy Effects on Cultured Human Gingival Fibroblasts Proliferation Using Different Irradiance and Same Fluence. *Lasers in Surgery and Medicine*, 29, pp. 179-184.

Aoki, A., Sasaki, K., Watanabe, H., Ishikawa, I. (2004) Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontology 2000*, 36, pp. 59-97.

Basso, F., Pansani, T., Turrioni, A., Bagnato, V., Hebling, J., Costa, C. (2012) In Vitro Wound Healing Improvement by Low-Level Laser Therapy Application in Cultured Gingival Fibroblasts. *International Journal of Dentistry*, 10, pp. 1-6.

Bezerra, J. (1985) História de Evolução da Implantodontia. *Odontólogo Moderno*, 12(5), pp. 6-14.

Bjordal, J., Johnson, M., Iversen, V., Aimbire, F., Lopes-Martins, R. (2006) Low level laser therapy in acute pain: a systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. *Photomedicine and Laser Surgery*, 24(2), pp. 158-168.

Brånemark, P.-I., Breine, U., Adell, R., Hansson, B., Lindström, J., Ohlsson, Å. (1969) Intraosseous anchorage of dental prostheses: I. Experimental Studies. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery*, 3(2), pp. 81-100.

Cavalcanti, T., Catão, M., Lins, R. (2011) Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 86(5), pp. 955-960.

Convissar, R. (2011) *Princípios e Práticas do Laser na Odontologia*. Elsevier.

Dörtbudak, O., Haas, R., Mailath-Pokorny, G. (2000) Biostimulation of bone marrow cells with a diode soft laser. *Clinical Oral Implants Research*, 11, pp. 540-545.

Dörtbudak, O., Haas, R., Bernhart, T., Mailath-Pokorny, G. (2001) Lethal photosensitization for decontamination of implant surfaces in the treatment of peri-implantitis. *Clinical Oral Implants Research*, 12, pp. 104-108.

Dörtbudak, O., Haas, R., Mailath-Pokorny, G. (2002) Effect of low-power laser irradiation on bony implant sites. *Clinical Oral Implants Research*, 13, pp. 288-292.

Dundar, U., Evcik, D., Samli, F., Pusak, H., Kavuncu, V. (2006) The effect of Gallium laser therapy in the management of pain syndrome. *Journal of Clinical Rheumatology*, 212, pp. 90-94.

Faverani, L., Ramalho-Ferreira, G., Gaetti-Jardim, E., Okamoto, R., Shinohara, E., Assunção, W., Júnior, I. (2011) Implantes osseointegrados: Evolução e sucesso. *Revista Salusvita*, 30(1), pp. 47-58.

Fekrazad, R., Chiniforush, N., Bouraima, S., Valipour, M., Aslani, M., Zare, M., Safari, O. (2012) Low level laser therapy in management of complications after intra oral surgeries. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 3(4), pp. 135-140.

Glenn, A. (2004). Erbium lasers in dentistry, *The Dental Clinics of North America*, 48, pp. 1017-1059.

Goldberg, D. (2008) *Laser e Luz*. Volume 1. Elsevier.

Gomes, A., Lopes, M., Ribeiro, C. (2007) Radiação laser: aplicações em cirurgia oral. *International Journal of Dentistry*, 6(1/Janeiro-Março), pp. 17-20.

Gonçalves, F., Zanetti, A., Zanetti, R., Ramalho, S. (2009) Estudo *in vitro* do laser de diodo 980nm na desinfecção de implantes. *RGO*, 57(4), pp. 395-399.

Guzzardella, G., Torricelli, P., Nicoli-Aldini, N., Giardino, R. (2003) Osseointegration of endosseous ceramic implants after postoperative low-power laser stimulation: an *in vivo* comparative study. *Clinical Oral Implants Research*, 14, pp. 226-232.

Hobo, S., Ichida, E., Garcia, L. (1989) *Osseointegration and Occlusal Rehabilitation*. Quintessence.

Jakse, N., Payer, M., Tangl, S., Berghold, A., Kirmeier, R., Lorenzoni, M. (2007) Influence of low-level laser treatment on bone regeneration and osseointegration of dental implants following sinus augmentation. *Clinical Oral Implants Research*, 18, pp. 517-524.

Kaskos, H., Al-Hasan, A. (2011) Effect of low level laser therapy on intra oral wound healing. *Al-Rafidain Dental Journal*, 11(1), pp. 105-112.

Keller, U., Hibst, R. (1997) Effects of Er:YAG Laser in Caries Treatment: A Clinical Pilot Study. *Lasers in Surgery and Medicine*, 20, pp. 32-38.

Khadra, M., Ronold, H., Lyngstadaas, S., Ellingsen, J., Haanaes, H. (2004) Low-level laser therapy stimulates bone-implant interaction: an experimental study in rabbits. *Clinical Oral Implants Research*, 15, pp. 325-332.

Khadra, M., Lyngstadaas, S., Haanaes, H., Mustafa, K. (2005) Effect of laser therapy on attachment, proliferation and differentiation of human osteoblast-like cells cultured on titanium implant material. *Biomaterials*, 26, pp. 3503-3509.

Khadra, M., Kasem, N., Lyngstadaas, S., Hannaes., H., Mustafa, K. (2005) Laser therapy accelerates initial attachment and subsequent behaviour of human oral fibroblasts cultured on titanium implant material. *Clinical Oral Implants Research*, 16, pp. 168-175.

Khadra, M. (2005) The effect of low level laser irradiation on implant-tissue interaction. *In vivo and in vitro studies. Swedish Dental Journal Supplement*, 172, pp. 1-63.

Khalighi, H., Anbari, F., Taheri, J., Bakhtiari, S., Namazi, Z., Pournalibaba, F. (2010) Effect of low-power laser on treatment of oral pain. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 4(3), pp. 75-78.

Khoury, V., Stracieri, A., Rodrigues, M., Moraes, D., Pieroni, F., Simões, B., Voltarelli, J. (2009) Use of Therapeutic Laser for Prevention and Treatment of Oral Mucositis. *Brazilian Dental Journal*, 20(3), pp. 215-220.

Kreisler, M., Kohnen, W., Marinello, C., Schoof, J., Langnau, E., Jansen, B., d' Hoedt, B. (2003) Antimicrobial Efficacy of Semiconductor Laser Irradiation on Implant Surfaces. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 18(5), pp. 706-711.

Kreisler, M., Christoffers, A., Willershausen, B., d' Hoedt, B. (2003) Effect of low-level GaAlAs laser irradiation on the proliferation rate of human periodontal ligament fibroblasts: an in vitro study. *Journal of Clinical Periodontology*, 30, pp. 353-358.

Kreisler, M., Kohnen, W., Beck, M., Al Haj, H., Christoffers, A., Götz, H., Duschner, H., Jansen, B., d' Hoedt, B. (2003) Efficacy of NaOCl/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Irrigation and GaAlAs Laser in Decontamination of Root Canals In Vitro. *Lasers in Surgery and Medicine*, 32, pp. 189-196.

Kreisler, M., Al Haj, H., Noroozi, N., Willershausen, B., d' Hoedt, B. (2004) Efficacy of low level laser therapy in reducing postoperative pain after endodontic surgery- A randomized double blind clinical study. *International Journal Oral and Maxillofacial Surgery*, 33, pp. 38-41.

Kreisler, M., Al Haj, H., d' Hoedt, B. (2005) Clinical Efficacy of Semiconductor Laser Application as an Adjunct to Conventional Scaling and Root Planning. *Lasers in Surgery and Medicine*, 37, pp. 350-355.

Lindhe, J., Karring, T., Lang, N. (1999) *Tratado de Periodontia Clínica e Implantologia Oral*. Guanabara.

Lins, R., Lucena, K., Granville-Garcia, A., Dantas, E., Catão, M., Neto, L. (2010) Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 85(6), pp. 849- 855.

Maiya, G., Fernande, D. (2006) The effect of low level lithium-neon laser therapy in the prevention and treatment of radiation induced mucositis in head and neck cancer patients. *The Indian Journal of Medical Research*, 124, pp. 399-402.

Meyer, K., Osório, M., Zani, S., Teixeira, E. (2011) The effect of laser on the stimulation of bone-implant interaction: an experimental study in rabbits. *Journal of Dental Science*, 26(3), pp. 242-246.

Migliorati, C., Massumoto, C., Eduardo, F., Muller, K., Carrieri, T., Haypek, P., Eduardo, C. (2001) Low-energy Laser Therapy in Oral Mucositis. *Journal of Oral Laser Applications*, 1, pp. 97-101.

Moritz, A., Beer, F., Goharkhay, K., Schoop, U., Strassl, M. (2006) *Oral Laser Applications*. Quintessence.

Oltra-Arimon, D., España-Tost, A., Berini-Aytés, L., Gay-Escoda, C. (2004) Applications of low level laser therapy in dentistry. *RCOE*, 9(5), pp. 517-524.

Pavone, C., Oliveira, G., Perussi, L., Júnior, E., Marcantonio, A. (2010) Aplicação do laser Er,Cr:YSGG em Periodontia e Implantologia: Revisão de Literatura. *R. Periodontia*, 20(3), pp. 13-19.



Romanos, G., Gutknecht, N., Dieter, S., Schwarz, F., Crespi, R., Sculean, A. (2009) Laser wavelengths and oral implantology. *Lasers in Medical Science*, 24, pp. 961-970.

Schubert, M., Eduardo, F., Guthrie, K., Franquin, J., Bensadoun, R., Migliorati, C., Lloid, C., Eduardo, C., Walter, N., Marques, M., Hamdi, M. (2007) A phase III randomized double-blind placebo-controlled clinical trial to determine the efficacy of low level laser therapy for the prevention of oral mucositis in patients undergoing hematopoietic cell transplantation. *Supportive Care in Cancer*, 15(10), pp. 1145-1154.

Shibli, J., Martins, M., Theodoro, L., Lotufo, R., Garcia, V., Jr, E. (2003) Lethal photosensitization in microbiological treatment of ligature-induced peri-implantitis: a preliminary study in dogs. *Journal of Oral Science*, 45(1), pp. 17-23.

Schwarz, F., Olivier, W., Herten, M., Sager, M., Chaker, A., Becker, J. (2007) Influence of implant bed preparation using an Er:YAG laser on the osseointegration of titanium implants: a histomorphometrical study in dogs. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34, pp. 273-281.

Souza, S., Junqueira, J., Balducci, I., Koga-Ito, C., Munin, E., Jorge, A. (2006) Photosensitization of different *Candida* species by low power laser light. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 83, pp. 34-38.

Stein, E., Koehn, J., Sutter, W., Wendtlandt., G., Wanschitz, F., Thurnher, D., Baghestanian, M., Turhani, D. (2008) Initial effects of low-level laser therapy on growth and differentiation of human osteoblast-like cells. *The Middle European Journal of Medicine*, 120(3), pp. 112-117.

Walsh, L. J. (1997) The current status of low level laser therapy in dentistry. Part 1. Soft tissue applications. *Australian Dental Journal*, 42(4), pp. 247-254.

Zarrabi, A., Gross, A. (2011) The evolution of lasers in urology. *Therapeutic Advances in Urology*, 3(2), pp. 81-89.

