

UFSC/ODONTOLOGIA  
BIBLIOTECA SETORIAL

WAGNER WILLIAMS ZOPELARO



LASERTERAPIA APLICADA NAS DISFUNÇÕES  
TEMPOROMANDIBULARES



04004615

Florianópolis  
2005

**WAGNER WILLIAMS ZOPELARO**

**LASERTERAPIA APLICADA NAS DISFUNÇÕES  
TEMPOROMANDIBULARES**

**Trabalho de conclusão apresentado ao Curso de Especialização em Dor Orofacial e Disfunção Temporomandibular da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do título de especialista em Dor Orofacial e Disfunção Temporomandibular.**

**Orientador: Prof. Dr. Bertholdo Werner Salles**

**Florianópolis  
2005**

**WAGNER WILLIAMS ZOPELARO**

**LASERTERAPIA APLICADA NAS DISFUNÇÕES  
TEMPOROMANDIBULARES**

Este trabalho de conclusão foi julgado adequado para obtenção do título de Especialista em Dor Orofacial e Disfunção Temporomandibular e aprovado em sua forma final pelo Curso de Especialização em Dor Orofacial e Disfunção Temporomandibular.

Florianópolis, 02 de julho de 2005.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Bertholdo Werner Salles**  
Orientador

---

**Prof. Dr. Roberto Ramos Garanhani**  
Membro

---

**Prof. Dra. Fernanda Perin**  
Membro

**ZOPELARO, Wagner Williams. Laserterapia aplicada nas disfunções temporomandibulares. 2005. 57f. Trabalho de Conclusão (Especialização em Dor Orofacial e Disfunção Temporomandibular), Curso de Especialização em Dor Orofacial e Disfunção Temporomandibular, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.**

## **RESUMO**

A proposta desse estudo foi fazer uma revisão bibliográfica com objetivo de comprovar a efetividade da terapia laser nas disfunções temporomandibulares. A respeito de toda importância e problemática que as DTM apresentam, até o presente momento, ainda não se chegou a um consenso sobre os modos de ação da laserterapia. Através desse estudo de revisão bibliográfica pode-se concluir que a laserterapia promove a diminuição da sintomatologia dolorosa sendo considerada uma terapia de suporte eficaz no tratamento das DTM, demonstrando resultados que estimulam a continuidade das pesquisas com o laser de baixa potência como instrumento para analgesia nos pacientes com DTM.

**Palavras-chave: Laser. Laser de Baixa Intensidade. Laserterapia. Laser aplicado nas Disfunções Temporomandibulares.**

**ZOPELARO, Wagner Williams. Laserterapia aplicada nas disfunções temporo-mandibulares. 2005. 57f. Trabalho de Conclusão (Especialização em Dor Orofacial e Disfunção Temporomandibular), Curso de Especialização em Dor Orofacial e Disfunção Temporomandibular, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.**

## **ABSTRACT**

The proposal of this study was to make a bibliographical revision with objective to prove the effectiveness of the laser therapy in the Temporomandibular Disorder. Regarding all problematic importance and that the DTM present, until the present moment, still it was not arrived at a consensus on the ways of action of the laserterapia. Through this study of bibliographical revision it can be concluded that the lasertherapy promotes the reduction of the painful sintomatology being considered a therapy of efficient support in the treatment of the DTMs, demonstrating resulted that they stimulate the continuity of the research with the laser of low harnesses as instrument for analgesia in the patients with DTM.

**Key words: Laser. Laser of low harnesses. Lasertherapy. Laser therapy in the Temporomandibular Disorder.**

## LISTA DE SIGLAS

DNA	-	Ácido Deoxiribonucleico
DTM	-	Disfunção Temporomandibular
ATM	-	Articulação Temporomandibular
He-Ne	-	Helio Neônio
Nd:YAG	-	Ítrio-Alumínio-Garnet
LILT	-	<i>Low-intesity laser therapy</i>
AsGa	-	Arseniato de gálio
AsGaAl	-	Arseniato de gálio e alumínio
mW	-	miliwatts
J/cm <sup>2</sup>	-	Joules por centímetro ao quadrado
CW	-	<i>Continous Wave</i>
PGG <sub>2</sub> /PGH <sub>2</sub>	-	prostaglandinas
PGL <sub>2</sub>	-	prostaciclina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>11</b>
2.1	HISTÓRICO.....	11
2.2	DEFINIÇÃO E NOMENCLATURA .....	14
2.3	TIPOS DE LASER DE BAIXA INTENSIDADE .....	17
2.4	CARACTERÍSTICAS.....	18
2.5	PRINCÍPIOS FÍSICOS .....	20
<b>2.5.1</b>	<b>Potência de saída</b> .....	<b>20</b>
<b>2.5.2</b>	<b>Irradiância (densidade de potência)</b> .....	<b>21</b>
<b>2.5.3</b>	<b>Energia</b> .....	<b>22</b>
<b>2.5.4</b>	<b>Exposição radiante (densidade de energia)</b> .....	<b>22</b>
<b>2.5.5</b>	<b>Frequência de repetição de pulso</b> .....	<b>23</b>
2.6	EFEITOS BIOLÓGICOS E FISIOLÓGICOS .....	23
<b>2.6.1</b>	<b>Efeitos primários</b> .....	<b>25</b>
2.6.1.1	Efeitos bioquímicos.....	25
2.6.1.2	Efeitos bioelétricos .....	26
2.6.1.3	Efeitos bioenergéticos .....	27
<b>2.6.2</b>	<b>Efeitos indiretos ou secundários</b> .....	<b>28</b>
<b>2.6.3</b>	<b>Efeitos terapêuticos gerais</b> .....	<b>29</b>
2.7	INTERAÇÃO LASER-TECIDO .....	30
2.8	INDICAÇÕES.....	31
<b>2.8.1</b>	<b>Tratamento de várias condições artríticas</b> .....	<b>31</b>
<b>2.8.2</b>	<b>Tratamento de lesões de tecidos moles</b> .....	<b>32</b>
<b>2.8.3</b>	<b>Distúrbios musculoesqueléticos</b> .....	<b>33</b>
2.8.3.1	Alívio da dor.....	34
2.8.3.2	Dor neuropática e neurogênica.....	34
2.8.3.3	Dor artrogênica.....	35
<b>2.8.4</b>	<b>Tratamento de outras condições</b> .....	<b>35</b>
<b>2.8.5</b>	<b>Tratamento direto da lesão</b> .....	<b>35</b>
2.8.5.1	Tratamento de acupuntura e <i>trigger points</i> .....	36
2.9	CONTRA-INDICAÇÕES .....	37
2.10	MÉTODO DE APLICAÇÃO.....	37

2.11	MEIOS DE SEGURANÇA.....	38
2.12	DISFUNÇÃO TEMPOROMANDIBULAR.....	42
2.13	LASER DE BAIXA INTENSIDADE.....	45
<b>3</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>52</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>54</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os distúrbios da articulação temporomandibular (DTM) têm sido descritos como uma condição clínica caracterizada por uma série de sinais e sintomas. Estes incluem dor na região pré-auricular, na articulação temporomandibular (ATM) e nos músculos mastigatórios além de limitação do movimento mandibular e presença de sons articulares (McNEILL, 1997).

Laser é uma luz não ionizante eletromagnética altamente concentrada, o qual em contato com diferentes tecidos, resulta em muitos efeitos dependendo do comprimento de onda e das propriedades ópticas do tecido irradiado. Por ser uma forma não ionizante de radiação, a luz laser pode ser usada repetidamente, dentro dos parâmetros usados corretamente por que não induz resposta mutagênica (PINHEIRO, 1998).

A laserterapia é um auxiliar no tratamento sintomático da dor, promovendo um grau de conforto considerável ao paciente. O controle da dor miogênica e a melhora no grau de abertura vertical, dos movimentos laterais e protusivos é observado clinicamente nos pacientes tratados com laser. O laser promove um relaxamento das fibras musculares facilitando a manipulação do paciente, conseqüentemente condições físicas melhores para realização de um diagnóstico (BRUGNERA JR., 2004).

Uma abordagem atual dos pacientes com necessidade de tratamento deve ser baseada nos sinais e nos sintomas clínicos. O principal objetivo do tratamento centrado nos sinais e sintomas é evitar a cronificação da disfunção (OKESON, 1998). Inicialmente, a diminuição da dor, a restauração da função e retomada das atividades diárias normais por parte do paciente devem ser os objetivos do tratamento (MACIEL, 2003).

Nesse contexto o laser de baixa potência vem sendo usado como um meio físico no tratamento das DTMs, pois seus efeitos fotoquímicos, em nível molecular no interior das células têm demonstrado resultados terapêuticos pertinentes na abordagem dos pacientes com DTM: analgesia, ativação da microcirculação local, efeito antiinflamatório e aceleração da remodelação tecidual (CONTI, 1997).

Na última década, o laser tem se consolidado como um importante instrumento terapêutico no campo da odontologia. No entanto, ainda existem indefinições com relação à sua aplicabilidade, ao seu modo de ação e às suas reais vantagens em comparação aos tratamentos convencionais.

Neste sentido o objetivo deste trabalho foi revisar a literatura sobre a laserterapia, sua técnica, especificidade de aplicação na odontologia para tratamento das disfunções temporomandibulares.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA<sup>1</sup>

### 2.1 HISTÓRICO

O uso da luz para cura é histórico. Gregos e romanos sabiam que a luz solar contribuía para cura, só não sabiam exatamente o mecanismo (BRUGNERA JR et al., 2004).

Na Grécia antiga o sol foi usado na helioterapia e a exposição do corpo ao sol para recuperar a saúde; os chineses usavam o sol para tratar condições como o raquitismo, o câncer de pele e também as psicoses. Os efeitos benéficos do sol no tratamento de muitas patologias são referidos como fototerapia (MISERENDINO; PICK, 1995).

Em 1903 o Dr. Niels Ryberg Finsen recebeu um prêmio Nobel em Medicina por tratar uma forma desfigurante de tuberculose da pele com luz solar (BRUGNERA JR et al., 2004).

O termo laser é um acrônimo para *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (amplificação da luz através da emissão estimulada de radiação). Embora Albert Einstein originalmente tenha esboçado os princípios básicos de geração desse tipo de luz na

---

<sup>1</sup> Baseado na NBR 10520: 2002 da ABNT.

parte inicial de seu século, esse apenas foi desenvolvido comercialmente na década de 60 (laser de rubi em 1960 por Theodore Maiman e lasers terapêuticos em 1965 com Sinclair e Knoll).

É notória a grande evolução tecnológica do “laser”, levando-se em consideração que somente em 1960 Maiman criou o 1º laser sólido, utilizando o rubi como metal. A partir daí, seguiu-se um período de muita pesquisa no terreno da biofísica e medicina. Em 1961, no Hospital Presbiteriano de Nova York, praticou-se com êxito a primeira intervenção cirúrgica com laser, num pequeno tumor de retina. Em 1965, Patel criava o laser cirúrgico de CO<sub>2</sub>. Contudo, os primeiros equipamentos ao alcance dos médicos não eram suficientemente confiáveis, acarretando acidentes cirúrgicos, de maneira que a euforia inicial acabou dando lugar a um descrédito e desinteresse. Ainda em 1965, Sinclair e Knoll desenvolveram um outro tipo de laser, agora não mais com efeito de corte e sim de bioestimulação dos tecidos, conhecido atualmente como *soft-laser*. Somente em 1968 o laser médico voltou a ser assunto de grande interesse nos E.U.A., com o surgimento do laser de Argônio, um laser cirúrgico com mais controle por parte do operador. Na mesma época, Taylor, Skear e Roeber observaram o efeito do laser de rubi nos dentes e mucosas bucal de hamster sírio, através de um estudo macroscópico e microscópico. Em 1971, Aduam Bernier e Sprangue utilizaram o mesmo laser para determinar a quantidade mínima de energia depositada em polpa dental de cães, para não serem observadas alterações histológicas. Já Weichman e Johnson tentaram vedar o orifício de canais radiculares e dentes extraídos com laser CO<sub>2</sub>, não obtendo sucesso. Por outro lado, Melcer e colaboradores demonstraram que após exposição correta e com dosagem energética apropriada de raio laser CO<sub>2</sub> na dentina, essa assume um aspecto transparente semelhante ao vidro. A dentina, que é composta por cerca de 70% de substância inorgânica, sob efeito de 200J/cm<sup>2</sup>, se desmancha e recristaliza assumindo um aspecto que os

autores chamam de branco pérola. Após um ano, Gamaleya observou a ação do laser de Argônio com lesões pigmentadas, com ótimos resultados (BRUGNERA JR. et al., 2004).

Benedicenti (1982), da Universidade de Gênova, publicou uma série de trabalhos sobre a ação da luz laser na bioestimulação de tecido. Este autor verificou que um aumento do ATP mitocondrial a laser não tem capacidade de produzir células neoplásticas, porém, produz um efeito analgésico comprovado através do método radioimunológico onde constatou um aumento de beta-endorfina líquido cefalorraquidiano.

Matsumoto et al. (1986), em seus estudos, evidenciaram os achados de D'Ovídio que relatou o uso do laser cirúrgico CO<sub>2</sub>, Argônio e Nd-YAG, bem como laser não cirúrgico de Hélio-Neon e diodo em várias patologias da cavidade bucal; enfatizaram os estudos de Duarte e colaboradores que avaliaram o efeito do CO<sub>2</sub> em gengiva de ratos; os estudos de Watanabe e colaboradores que pesquisaram o efeito do power laser CO<sub>2</sub> no cimento de molares permanentes humanos, através de microscopia eletrônica de varredura; e salientaram em seus estudos a regressão da sensibilidade dentinária após tratamento com *soft-laser*.

Recentemente Brugnera; Villa; Genovese (1991), trabalhando com laser He-Ne, divulgaram seus achados histológicos e clínicos frente ao quadro de hipersensibilidade dentinária, com resultados promissores.

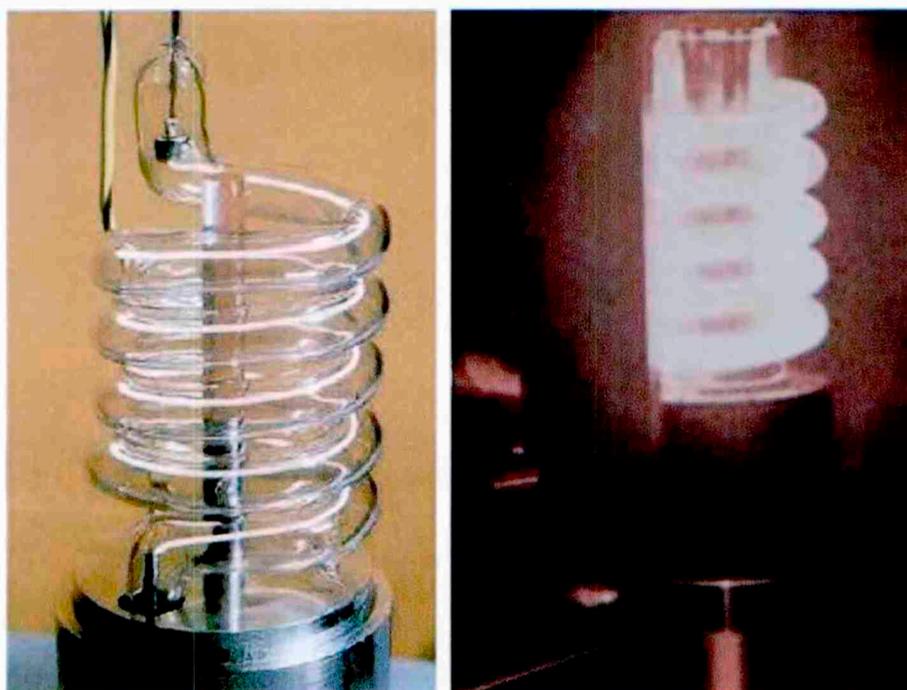
## 2.2 DEFINIÇÃO E NOMENCLATURA



Laser é uma luz não ionizante eletromagnética altamente concentrada, o qual em contato com diferentes tecidos, resulta em muitos efeitos dependendo do comprimento de onda e das propriedades ópticas do tecido irradiado. Por ser uma forma não ionizante de radiação, a luz laser pode usada repetidamente, dentro dos parâmetros usados corretamente porque não induz resposta mutagênica (PINHEIRO, 1998).

A laserterapia de baixa intensidade ou de baixa potência (reativo) é um termo genérico que define a aplicação terapêutica de lasers e diodos superluminosos monocromáticos com potência relativamente baixa ( $< 500\text{mW}$ ) para o tratamento de doenças e lesões utilizando dosagens (normalmente  $< 35\text{J}/\text{cm}^2$ ) consideradas baixas demais para efetuar qualquer aquecimento detectável nos tecidos irradiados. A laserterapia de baixa intensidade é, portanto, uma modalidade de tratamento atérmica. Por essa razão essa modalidade tem sido também denominada às vezes, (inapropriadamente) de laserterapia “suave” ou “fria” para distinguir os aparelhos (e aplicações resultantes) das fontes de alta potência usadas em cirurgia e outras aplicações médicas e dentárias; contudo, esses termos são enganosos e inadequados, e é melhor que sejam evitados. Essa modalidade é também chamada com frequência de laser (FIG. 1) bioestimulação, particularmente nos EUA, onde o termo é, às vezes, abreviado para biostin. O uso dessa terminologia baseia-se essencialmente nas primeiras observações do grupo de Mester e outros que sugeriram o potencial desses aparelhos para acelerar seletivamente vários processos de regeneração de feridas e funções celulares. Contudo, o termo é inadequado para definir a modalidade por duas razões: primeiro porque as aplicações da modalidade excedem meramente o tratamento de feridas; além disso, e o mais

importante, é que os lasers também têm o potencial, mesmo em intensidade terapêuticas, de inibir os processos celulares; portanto um termo genérico mais acurado para os efeitos biológicos da irradiação laser de baixa intensidade é laser fotobiomodulação (BRUGNERA JR et al., 2004).



(Fonte: NATURE, 1960)

Figura 1 – Primeiro laser.

Segundo Brugnera Jr. et al., (2004) não há pretensão de se afirmar que a laserterapia é algo que veio para substituir todas as terapêuticas já consagradas e indiscutíveis. Afirmaram sim que a laserterapia possui o objetivo de auxiliar o organismo a regular seus processos biológicos colaborando com a regeneração, restabelecendo o equilíbrio, chegando então, á cura de uma forma mais ordenada e, na maioria das vezes, mais rápida. É necessário um profundo conhecimento das especialidades odontológicas para que possamos interagir as terapêuticas convencionais com a terapêutica laser. Para tanto, se necessita uma detalhada anamnese com o intuito de identificar o agente etiológico e suas implicações para posteriormente definir o tipo de tratamento convencional, laserterapia, ou ambos. Os lasers, por possuírem comprimento de onda específico e encontrarem-se no espectro de luz que varia do infravermelho ao ultravioleta, com segurança afastam o risco de trabalhar com um tipo de radiação que contenha característica físicas que surgiram influência nas alterações metabólicas como, por exemplo, a radiação X. É uma segurança muito relevante não possuindo, inicialmente, contra-indicações ao seu uso. O comprimento de onda do laser é determinado pelo meio ativo que normalmente nomeia o laser em questão. O meio ativo também determina afinidade ou não do laser com o tecido alvo, o que é extremamente relevante, pois apenas a indicação correta do laser para determinado tecido resultará no objetivo esperado. Uma indicação de laser sem afinidade com o tecido é o mesmo que indicar um antiinflamatório para curar uma infecção. Os lasers terapêuticos são basicamente formados por diodos e alguns outros meios ativos, como o hélio-neon. Não há cura para determinadas patologias, mas a laserterapia poderá fornecer instrumentos para melhorar as condições de restabelecimento do paciente.

### 2.3 TIPOS DE LASER DE BAIXA INTENSIDADE

Vários elementos foram descobertos para fabricação de uma fonte de laser: certos sólidos, cristais, semicondutores, vapores, gases e líquidos. Cada elemento fornece uma variedade diferente de emissões no espectro, que atualmente cobrem faixa espectral do ultravioleta ao infravermelho longínquo.

De acordo com Brugnera Jr. et al. (2004), as diversas tecnologias aplicadas aos elementos ativos fazem com que existam fontes de laser que pulsem (lasers pulsáteis), outros emitam continuamente (lasers contínuos). As potências podem variar bastante, desde miliwatts até dezenas de kilowatts em modo contínuo, e podem chegar a megawatts em modo pulsado. Na laserterapia, o uso clínico, com diferentes meios ativos são usados com seus respectivos comprimentos de onda medidos em nanômetros (nm): He-Ne com 632,8nm, GaAs com 904nm, GaAlAs com 635-780-820-830-870nm (FIG. 2).

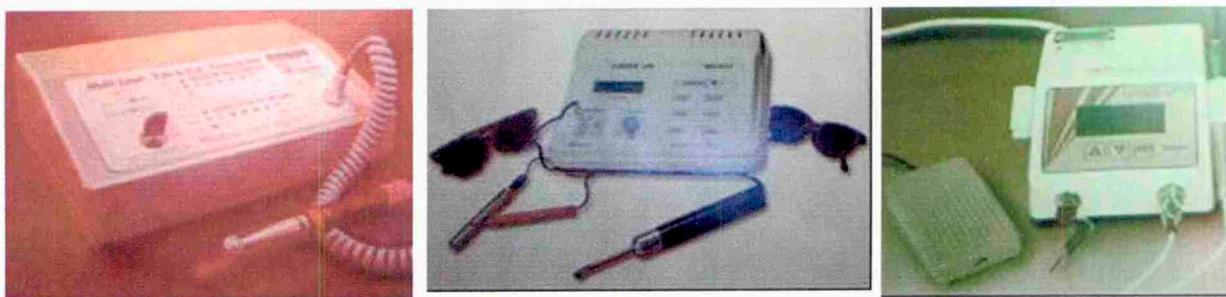


Figura 2 – Tipos de lasers de baixa intensidade.

## 2.4 CARACTERÍSTICAS

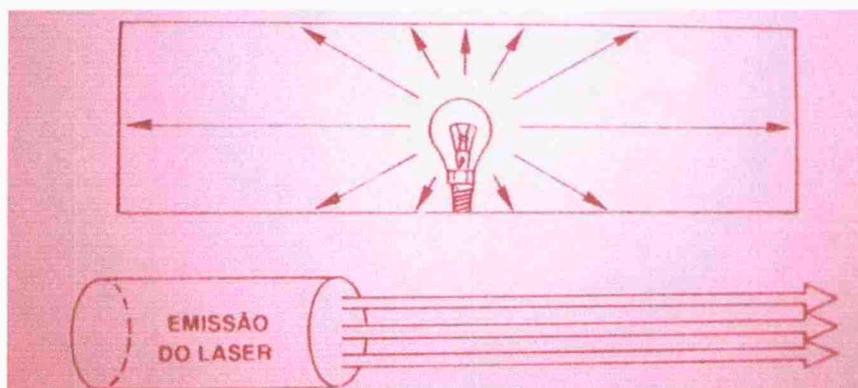
Segundo Kitchen (2003) a radiação gerada pelos aparelhos a laser terapêutico difere daquela produzida por outras fontes similares (por exemplo, lâmpadas de infravermelho) nos três aspectos a seguir:

### a) *Monocromaticidade*

A luz produzida por um laser é de “cor única”, sendo a maior parte da radiação emitida pelo dispositivo de tratamento agrupado em torno de um único comprimento de onda com uma largura de banda muito estreita. Em contraste, a luz gerada por outras fontes compreende uma grande variedade de comprimentos de onda, às vezes variando de ultravioleta até infravermelho, o que resulta na sensação da cor branca quando a luz bate na retina de um observador humano. O comprimento de onda é um fator crítico na determinação dos efeitos terapêuticos produzidos por tratamentos por lasers, visto que esse parâmetro determina quais biomoléculas específicas serão absorvidas na radiação incidente e assim qual a interação fotobiológica básica por trás de um determinado efeito de tratamento.

### b) *Colimação*

Distinta da luz normal, os lasers exibem como característica, a colimação, ou seja, a luz é unidirecional, o feixe não é divergente (FERNANDO; HILL; WALKER, 1993) (FIG. 3).



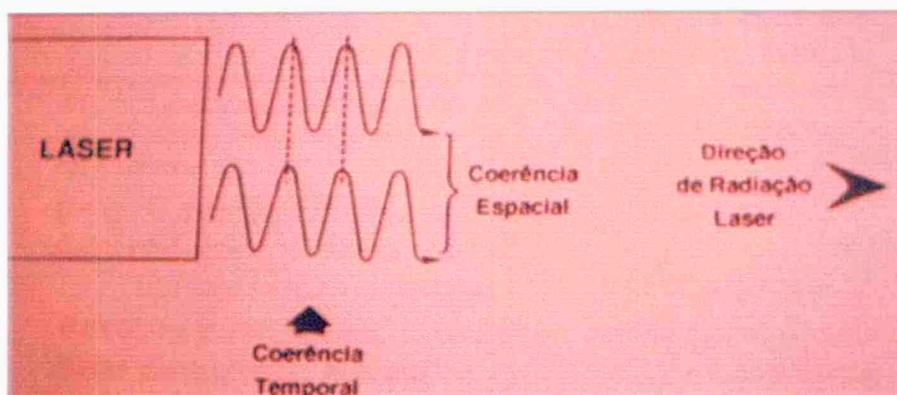
(Fonte: KITCHEN, 2003)

Figura 3 – Colimação.

Essa propriedade mantém a potência óptica do aparelho “agrupada” em uma área relativamente pequena durante distâncias consideráveis e, em certo grau, mesmo quando passando através dos tecidos (KITCHEN, 2003).

### c) *Coerência*

A coerência tem sua idéia ligada ao “caminhamento” ordenado das ondas em relação ao tempo. Num mesmo instante uma determinada emissão possui várias ondas justapostas, onde suas amplitudes têm valores iguais (BRUGNERA JR; VILLA; GENOVESE, 1991) (FIG. 4).



(Fonte: BRUGNERA JR; VILLA; GENOVESE, 1991)

Figura 4 – Coerência.

Segundo Kitchen (2003) a luz emitida pelos aparelhos laser também apresenta a mesma fase, de modo que junto com as duas propriedades únicas descritas, as depressões e picos das ondas de luz emitidas se combinam perfeitamente no tempo (coerência temporal) e no espaço (coerência espacial).

## 2.5 PRINCÍPIOS FÍSICOS

### 2.5.1 Potência de saída

A potência de uma unidade é geralmente expressa em miliwatts (mW) ou milésimos de um Watt. Essa é geralmente fixa e invariável. Contudo, alguns aparelhos permitem que o operador escolha a porcentagem da potência total de saída (por exemplo, de 10%, 25% entre outros); além disso, quando o fabricante oferece a opção de uma saída pulsada, ela pode ter efeitos profundos na potência de saída da unidade em alguns casos. Na última década, a tendência dos aparelhos encontrados comercialmente tem sido para aparelhos de alta potência, de 30 a 200mW, ao invés dos aparelhos populares anteriores com 1 a 10mW, principalmente porque as unidades com potência mais alta podem emitir uma aplicação especificada em um período de tempo muito mais curto (KITCHEN, 2003).

Em alguns aparelhos a saída média de potência é sempre a mesma independentemente da frequência de pulso. Isso se consegue ajustando a duração do pulso de modo que

freqüências de pulso baixas têm comprimento de pulsos longos e altas freqüências têm comprimentos de pulso mais curtos. Recomenda-se geralmente que sejam usadas baixas freqüências e longas durações de pulso para condições agudas e para condições crônicas sejam utilizadas taxas de repetição de pulso mais elevadas e durações mais curtas. Observa-se, porém, que nos aparelhos em que a saída média de potência é tida como constante a energia introduzida nos tecidos não será alterada por essa diferença pulsante (LOW; REED, 2001).

### **2.5.2 Irradiância (densidade de potência)**

A potência por unidade de área ( $\text{mW}/\text{cm}^2$ ) é um parâmetro de irradiação importante, que é geralmente mantido o mais alto possível para uma determinada unidade através da chamada técnica de tratamento “com contato”, fazendo uma firme pressão através da caneta de aplicação durante o tratamento. Deve-se observar que, mesmo com os pequenos graus de divergência associados com os dispositivos de tratamento com laser, a aplicação sem contato com o tecido alvo reduzirá significativamente a efetividade do tratamento já que a irradiância cai devido à lei do quadrado inverso e devido ao aumento da reflexão na interface com a pele ou tecido. Para os tratamentos com contato, a irradiância é calculada simplesmente dividindo a potência de saída (potência média de saída para uma unidade pulsada) e o tamanho da área da caneta de aplicação; valores típicos dessa segunda variável são de 0,1 a 0,125 $\text{cm}^2$  (KITCHEN, 2003).

### **2.5.3 Energia**

Essa é dada em Joules (J) e é geralmente especificada por ponto irradiado ou, às vezes, para o tratamento “total” em que vários pontos são tratados. A energia é calculada multiplicando-se a potência de saída em Watts pelo tempo de irradiação ou aplicação em segundos. Assim, um aparelho de 30mW, ou seja, 60s, emitirá 1,8J de energia. A dosagem é registrada em joules por ponto, assim como o joule total da aplicação (KITCHEN, 2003).

### **2.5.4 Exposição radiante (densidade de energia)**

Essa é geralmente considerada a melhor forma de especificar a dosagem, pelo menos em publicações de pesquisa, e é dada em joules por unidade de área, ou seja, J/cm<sup>2</sup>; os valores típicos para os tratamentos de rotinas podem variar de menos de 1 para mais de 30J/cm<sup>2</sup>; contudo de 1 a 12J/cm<sup>2</sup> deve ser o valor mais comumente usado. A densidade de energia é geralmente calculada dividindo-se a energia emitida (em joules) pelo tamanho de área da unidade de tratamento (em cm) (KITCHEN, 2003).

Segundo Low e Reed (2001) há uma ampla variação nas recomendações sobre a energia ideal para condições diferentes. As faixas usuais vão de 1 a 10J/cm<sup>2</sup> mas doses tão baixas quanto 0,5J/cm<sup>2</sup> e altas como 32J/cm<sup>2</sup> tem sido sugeridas. Doses mais altas que 4J/cm<sup>2</sup> são geralmente recomendadas para tecidos subcutâneos. Tem sido sugerida a existência de uma ‘janela’ terapêutica para dosagem de laser localizada entre 0,5J/cm<sup>2</sup> e 4J/cm<sup>2</sup>. Deve-se entender que as dosagens indicadas acima, e em outros lugares, são aquelas aplicadas na

superfície do tecido. A dose nas profundezas dos tecidos é desconhecida. Com as incertezas relativas à profundidade de penetração, já comentadas, a estimativa é extremamente duvidosa.

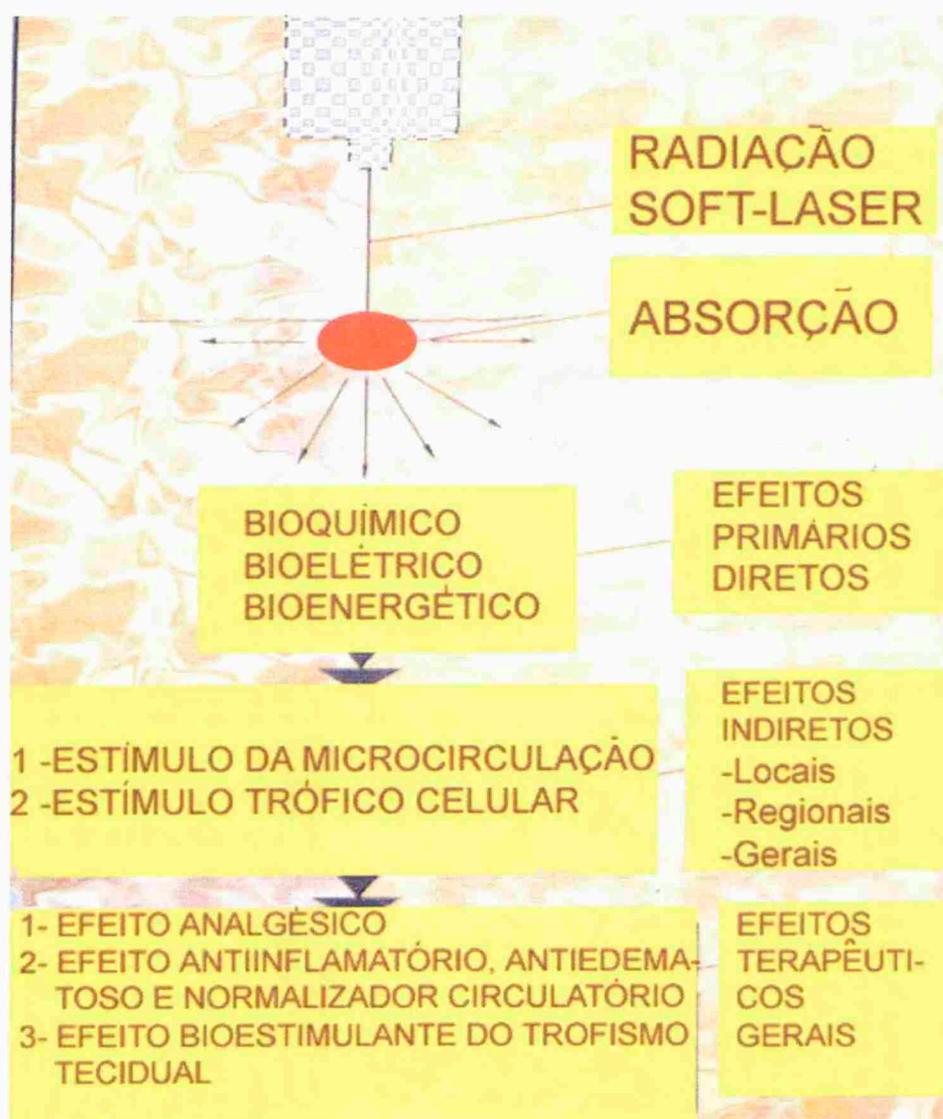
### **2.5.5 Freqüência de repetição de pulso**

Embora uma grande porcentagem dos aparelhos a laser usados rotineiramente na prática clínica tenha uma saída de onda contínua CW (*Continous Wave*), ou seja, a potência da saída é essencialmente invariável ao longo do tempo, a maioria das unidades atualmente à venda no Reino Unido permite alguma forma de pulsação de sua saída. Para as unidades pulsadas, a freqüência de repetição de pulso é expressa em hertz (Hz, pulsos por segundo). Os valores típicos de freqüência de repetição de pulso podem variar de dois a dezenas de milhares de Hz. Embora a possível relevância biológica e clínica da freqüência de repetição de pulso esteja ainda longe de ser universalmente aceita, as pesquisas celulares sugerem que esse parâmetro é crítico, pelo menos para alguns dos efeitos biológicos dessa modalidade (KITCHEN, 2003).

## **2.6 EFEITOS BIOLÓGICOS E FISIOLÓGICOS**

Segundo Brugnera Jr. et al., (2004) os efeitos biológicos observados e hoje comprovados pela estimulação com laser incluem ativação na produção de ATPs, auxílio na

multiplicação de fibras de colágeno, formação de enzimas específicas, auxílio ao sistema linfático, benefícios no desenvolvimento de novos vasos sanguíneos (micro-circulação), aumento significativo na síntese de proteínas e DNA. Consiste, fundamentalmente, em energia luminosa depositada no tecido, que se transforma em energia vital produzindo efeitos primários (diretos), efeitos secundários (indiretos) e efeitos terapêuticos gerais (FIG. 5).



(Fonte: BRUGNERA JR et al., 2004)

Figura 5 - Energia luminosa produzindo efeitos primários (diretos), efeitos secundários (indiretos) e terapêuticos gerais.

## **2.6.1 Efeitos primários**

Os efeitos primários podem ser subdivididos em efeitos bioquímicos, efeitos bioelétricos e bionergéticos.

### **2.6.1.1 Efeitos bioquímicos**

Nos efeitos bioquímicos a energia absorvida pode atuar de 2 formas:

- estimulando a liberação de substâncias pré-formadas como histaminas, serotonina e bradicinina;
- modificando reações enzimáticas normais, tanto no sentido de excitação ou inibição.

Benedicenti (1982) observou em seus trabalhos que após a aplicação do laser terapêutico a diodo, havia estimulação seletiva das mitocôndrias celulares provocando um aumento na produção da ATP intracelular, dando origem à aceleração das mitoses. Conseqüentemente é facilitado o aumento do consumo de oxigênio, a ativação da respiração celular, suprimindo-se os processos anaeróbicos que se desenvolvem no tecido com inflamação, criando condições a fim de evitar um desenvolvimento da acidose e da alteração secundária distrófica da microcirculação no tecido, condicionado ao aumento da concentração de íon H e de outros componentes tissulares.

Após a irradiação de laser He-Ne sobre mitocôndrias de fígado de rato, pesquisadores Universidade de Bari concluíram que a irradiação determina:

- a) efeito sobre a integridade e permeabilidade da membrana mitocondrial;
- b) efeito sobre os processos metabólicos de transporte de substrato;
- c) efeito sobre a atividade das enzimas mitocondriais;
- d) efeito sobre o estado energético das mitocôndrias.

O laser ativa, ainda a produção de ácido araquidônico e a transformação das prostaglandinas PGG<sub>2</sub> e PGH<sub>2</sub> em prostaciclina PGL<sub>2</sub> através da qual se obtém o equilíbrio da pressão plasmática, ação antiflogística com redução da sintomatologia dolorosa.

Ainda como efeito bioquímico observamos uma ação fibrinolítica o que auxilia na resolução do edema já instalado (BRUGNERA JR.; VILLA; GENOVESE, 1991).

### 2.6.1.2 Efeitos bioelétricos

Nas células nervosas periféricas, observamos no seu meio extracelular uma concentração alta de íons sódio e uma concentração baixa de íons potássio. Em contrapartida, em nível de citoplasma, temos alta concentração de potássio e baixa de íons sódio. Em repouso temos uma relativa impermeabilidade da membrana, sendo que para a transmissão de impulsos nervosos, as fibras dependem essencialmente da troca de estado eletrofisiológico de sua membrana. Resumidamente sabemos que se há um aumento na permeabilidade, temos uma transmissão de impulso, com conseqüente entrada de sódio. Para evitar a transmissão

desses impulsos aos centros nervosos superiores devemos manter esse potencial da membrana, sendo que a célula se utiliza para tal “bomba de sódio”, que necessita de energia de para o seu funcionamento (BRUGNERA JR.; VILLA; GENOVESE, 1991).

É notório que esse mecanismo não é tão simples com o descrito anteriormente, mas nos interessa salientar que a luz laser atua terapeuticamente de 2 modos: a) de modo direto sobre a mobilidade iônica; b) de modo indireto quando aumenta a quantidade de ATP produzida pela célula, que será utilizada no mecanismo de re-equilíbrio do potencial da membrana.

Para Friedmann; Lubart; Laulicht (1991) os incrementos de ATP mitocondrial que se produzem após a irradiação com laser, favorecem um grande número de reações que interferem no metabolismo celular. Entre elas temos: aumento na síntese de DNA e RNA em células eucarióticas e procarióticas; incremento da formação de colágeno e precursores; aumento do nível de b-endorfinas no líquido cefalorraquidiano nos tratamentos de algias do trigêmio; variações quantitativas de prostaglandinas; estimulação vascular e linfática; ação na reparação e cicatrização tissular na pele, no sistema nervoso, no tecido ósseo e no bulbo piloso.

De acordo com Brugnera Jr; Villa; Genovese (1991), em condições patológicas a célula não consegue manter o seu equilíbrio, por isso com dosagens adequadas de laser podemos atuar no sentido de normalizar suas funções.

### 2.6.1.3 Efeitos bioenergéticos

Nos efeitos bioenergéticos, por meio do experimento de Gurvich, e posteriormente de Popp foi concluído que o laser hélio-neon atua no plasma biológico por efeito de ressonância,

restaurando e reforçando seu estado energético (BRUGNERA JR; VILLA; GENOVESE, 1991).

### **2.6.2 Efeitos indiretos ou secundários**

São os efeitos observados após os primários, onde ação de profundidade e extensão maior do laser basicamente atuando no estímulo da microcirculação.

O laser atua indiretamente no esfíncter pré-capilar, através de mediadores químicos, paralisando-o, produzindo, portanto, abertura constante estimulando a microcirculação. Ao contrário do calor, que produz vasodilatação tipo arteriolar, com conseqüente edema da região, o laser atua normalizando a irrigação vascular da área, absorvendo edema com grande velocidade.

Observamos uma melhora no trofismo na região, com aumento de nutrientes e oxigênio, elementos sanguíneos de defesa, e eliminação de catabólitos indesejáveis, tendo assim por essa via uma capacidade antiinflamatória.

Foi observado que esse aumento do trofismo local é extensivo a tecidos e órgão, onde era notado um aumento no processo de reparação tecidual, uma melhor cicatrização, neoformação de vasos a partir de preexistentes, aumento na velocidade de regeneração de fibras nervosas danificadas (por exemplo, neurotomia do nervo alveolar inferior), estímulo de reparação óssea, estímulo de hematopoiese e equilíbrio na produção de fibroblastos, com normalização no depósito de fibras colágenas e elásticas no tecido em reparação (BRUGNERA JR; VILLA; GENOVESE, 1991).

### 2.6.3 Efeitos terapêuticos gerais

Segundo Brugnera Jr.; Villa; Genovese (1991), os efeitos terapêuticos gerais são:

- a) *efeitos analgésicos* - esses efeitos têm sido pesquisados até hoje, pois é notória a melhora dos pacientes em caso de algia, mesmo levando-se em conta a variação de pacientes para pacientes quanto em nível de sensibilidade dolorosa e tipo de afecção que provoca a dor. Em alguns casos, há remissão imediata, em outros o efeito surge após a quarta ou quinta sessão, podendo-se representar essa diminuição em um gráfico com uma curva de forma exponencial.

Foi demonstrado por Benedicenti (1982), no Congresso Mundial de Cirurgia Maxilofacial que após aplicação de um *soft laser* havia um aumento de beta-endorfina em nível de líquido cefalorraquidiano, indicando que esse peptídeo endógeno é o responsável pelo analgésico do laser.

Não devemos deixar de considerar outros mecanismos de ação, que sem dúvida alguma contribuem para a ação analgésica e antiinflamatória, já citadas, como, por exemplo: mecanismo de equilíbrio do potencial da membrana e equilíbrio energético na região lesionada (teoria de Ynyushim).

- b) *efeitos antiinflamatórios* - o laser de baixa potência influencia mudanças de caráter metabólico, energético e funcional, que favorecem o aumento da resistência e vitalidade celular, levando-as à sua normalidade funcional com rapidez.

## 2.7 INTERAÇÃO LASER-TECIDO

De acordo com Kitchen (2003), interação laser-tecido está tipicamente associada com os efeitos potencialmente destrutivos da irradiação em níveis de potência e energia relativamente altos; nessas circunstâncias as altas densidades da luz laser provenientes de fontes altamente colimadas ou focadas, com potência na faixa de watts, podem, facilmente, produzir reações fototérmicas nos tecidos, incluindo efeitos de ablação ou explosão. Contudo, na laserterapia de baixa intensidade a ênfase é por definição nas reações não-térmicas (ou atérmicas) da luz com o tecido. A luz proveniente de um aparelho de laserterapia ou de luz monocromática pode interagir com o tecido irradiado de duas maneiras:

- 1) *dispersão da luz incidente* - é essencialmente uma mudança na direção de propagação da luz à medida que ela passa através dos tecidos, e é devida à variabilidade no índice de refração dos componentes do tecido com respeito à água. Tal dispersão causará um “alargamento” do feixe à medida que esse passar através do tecido irradiado e resulta na perda rápida de coerência;
- 2) *absorção da luz incidente por um cromóforo* - um cromóforo é uma biomolécula que é capaz, através de sua configuração eletrônica ou atômica, de ser excitada pelo(s) fóton(s) incidente(s). A luz nos comprimentos de onda tipicamente empregados em LILT é prontamente absorvida por uma variedade de biomoléculas incluindo melanina e hemoglobina; em consequência, a profundidade de penetração associada com os aparelhos terapêuticos se limita a não mais do que alguns milímetros. Deve-se observar que, como a absorção

depende do comprimento de onda da luz incidente, a profundidade de penetração é similarmente dependente do comprimento de onda. Desses dois modos de interação, a absorção pode ser considerada como a mais importante no que diz respeito à base fotobiológica da laserterapia, já que sem a absorção não seriam possíveis efeitos fotobiológicos nem clínicos.

## **2.8 INDICAÇÕES**

Kitchen (2003) salientou que a laserterapia encontra uma variedade de aplicações na prática clínica que podem ser resumidas em termos práticos nos seguintes itens: a) estimulação da regeneração da ferida em vários tipos de feridas abertas; b) tratamento de várias condições artríticas; c) tratamento de lesões de tecidos moles; d) alívio da dor; e, e) tratamentos de outras condições.

### **2.8.1 Tratamento de várias condições artríticas**

O benefício potencial de laserterapia no tratamento de condições como a artrite reumatóide, osteoartrite e dor artrogênica têm sido avaliado por diversos grupos que relataram graus variáveis de sucesso. Embora vários artigos tenham relatado diminuição da dor articular e da inflamação junto com um aumento no estado funcional nas articulações após o

tratamento com laser Nd-YAG de baixa potência é importante salientar que tais unidades, que são tipicamente usadas com níveis de potência mais altos para aplicações cirúrgicas, não são adequadas para uso rotineiro na laserterapia fisioterapêutica. Usando as unidades comumente disponíveis de He-Ne e diodos, vários grupos têm relatado diminuição significativa na dor com melhoras concomitantes na função como resultado do tratamento desses pacientes com laser. Igualmente, contudo, vários grupos têm falhado em encontrar qualquer benefício significativo do tratamento com laser em ensaios bem controlados e bem documentados. Apesar de as razões precisas para tais discrepâncias não serem inteiramente claras, essas podem ser devido, em parte, às diferenças nos parâmetros de laser empregados nesses estudos e, em particular, às unidades com saídas de potência relativamente baixas usadas em alguns dos últimos estudos (< 1mW). Portanto, apesar de alguns achados promissores, essa é outra área na qual parece haver uma indicação da necessidade de mais pesquisas antes que seja possível fazer pronunciamentos definitivos sobre sua eficácia (KITCHEN, 2003).

### **2.8.2 Tratamento de lesões de tecidos moles**

Nessas condições, o tratamento deve ser iniciado o mais cedo possível em termos práticos, dentro do estágio agudo, usando dosagens relativamente baixas, na região de 4 a 8J/cm<sup>2</sup> aplicadas diretamente no local de lesão e nas áreas onde haja dor á palpação. Dentro de 72 a 96h após a lesão, esse tratamento pode ser aplicado até 3X ao dia sem risco de ser excessivo desde que as dosagens sejam mantidas baixas. É importante reiterar que o tratamento com laser de baixa intensidade é por definição atérmico e, portanto, eminentemente adequado para o tratamento nessas situações. À medida que a condição melhora, a frequência do tratamento com laser pode ser reduzida e a dosagem aumentada de

forma correspondente até um máximo de  $30\text{J}/\text{cm}^2$ . Onde sistemas pulsados estão disponíveis, os tratamentos iniciais devem ser feitos com frequência de repetição de pulso relativamente baixa ( $< 100\text{Hz}$ ) e aumentada para a faixa de quilohertz à medida que o tratamento progride. As dosagens iniciais recomendadas devem ficar na região de 4 a  $8\text{J}/\text{cm}^2$  em volta das margens da lesão, e usando uma técnica de grade ou conjunto de múltiplas fontes aplicado sobre o centro da escoriação. No tratamento de lacerações e lesões musculares, a laserterapia pode ser altamente efetiva para acelerar o processo de reparo e assim o retorno à função. Isso, combinado com sua possibilidade de ser aplicada cedo no estágio agudo - em alguns casos imediatamente após a lesão - a torna modalidade popular no tratamento de lesões esportivas (KITCHEN, 2003).

### **2.8.3 Distúrbios musculoesqueléticos**

Dadas as evidências Kitchen (2003) afirmou que, sobre os efeitos potenciais da bioestimulação com irradiação laser no nível celular e clínico, não é de se surpreender que vários estudos tenham avaliado a eficácia desses dispositivos no tratamento de uma variedade de distúrbios musculoesqueléticos.

A laserterapia é usada para alívio da dor em muitas condições, tanto agudas quanto a longo prazo. Tem-se observado que artrite reumatóide, osteoartrite, bursite e vários aspectos da dor lombar (inflamação nervosa, espasmo muscular) se beneficiam com o tratamento laser. O tratamento laser da artrite reumatóide também foi estudado e encontrou-se um efeito relevante no alvo da dor e redução do edema articular (LOW; REED, 2001).

### 2.8.3.1 Alívio da dor

As primeiras observações de redução concomitante da dor relatada em pacientes feridos, tratados com laser, levaram a tentativas de explorar e investigar os efeitos analgésicos dessa modalidade. Fora à diminuição da dor associada com os efeitos terapêuticos mediados por laser documentados em vários estudos tem também relatado efeitos analgésicos da irradiação laser em diferentes tipos de dor crônica, assim como em síndromes de dor neuropática e neurogênica (KITCHEN, 2003).

Esses efeitos têm sido muito pesquisados até hoje, pois é notória a melhora dos pacientes em caso de algia, mesmo levando-se em conta a variações de paciente para paciente quanto ao nível de sensibilidade dolorosa e tipo de afecção que provoca a dor. Em alguns casos, há remissão imediata, em outros o efeito surge após a quarta ou quinta sessão. (BRUGNERA JR; VILLA; GENOVE, 1991).

### 2.8.3.2 Dor neuropática e neurogênica

Quando o paciente se apresenta com dor crônica neurogênica, a irradiação laser é tipicamente aplicada de forma sistemática em todas as raízes nervosas, plexos e tronco relacionados, usando uma dosagem na faixa média de 10 a 12J/cm<sup>2</sup> para iniciar o tratamento. Quando são identificados *trigger points* ou pontos sensíveis, esses são também tratados usando uma dosagem inicial de pelo menos de 10 a 20J/cm<sup>2</sup>, que é aumentada até conseguir dessensibilizar o ponto ao ser palpado novamente. A irradiação é também aplicada diretamente nas áreas de dor referida e no dermatomo afetado (KITCHEN, 2003).

Encontra-se alívio da dor neurogênica (neuralgia do trigêmio, pós-herpética e outras) em alguns pacientes com aplicações de laser. Pensa-se que isso seria devido ao laser afetando o metabolismo da serotonina (LOW; REED, 2001).

### **2.8.3.3 Dor artrogênica**

A artralgia de várias etiologias pode ser efetivamente tratada com aplicação de laser quando feita de modo abrangente na(s) articulação(ões) afetada(s); para isso, deve-se ter o cuidado (especialmente com respeito ao posicionamento do paciente) de assegurar que todas as faces da articulação sejam sistematicamente tratadas (KITCHEN, 2003).

### **2.8.4 Tratamento de outras condições**

Como já foi indicado, quando o tratamento é aplicado à pele intacta a técnica de contato é a aplicação de escolha. Para o tratamento de condições musculoesqueléticas gerais, a laserterapia pode ser aplicada de forma prática através de diversas maneiras (KITCHEN, 2003).

### **2.8.5 Tratamento direto da lesão**

Nesses casos, a sonda laser é aplicada diretamente na lesão (área machucada, local de dor, entre outros) usando uma pressão firme dentro da tolerância do paciente. Nos casos em

que há escoriação/hematoma extensivo, uma versão “em contato” do tratamento de feridas (já resumida) é empregada, com as dosagens aplicadas sendo correspondentemente mais altas do que as usadas para o tratamento de feridas abertas, dada a presença de pele como barreira à irradiação laser (KITCHEN, 2003).

### 2.8.5.1 Tratamento de acupuntura e *trigger points*

Na china e Japão, o principal método de aplicação do laser é como alternativa às agulhas de acupuntura. Embora a eficácia comparativa dessa aplicação com respeito às agulhas ou outras alternativas não invasivas ainda precise ser determinada definitivamente e haja intenso debate nessa questão, existem muitos relatos na literatura sobre a aplicação bem-sucedida de laser nessa área. Músculos tensionados com áreas de dor à palpação bem localizada podem também ser tratados com irradiação laser; embora não possa ser feita nenhuma recomendação definitiva sobre a dosagem para essa terapia de *trigger points*, os melhores resultados são obtidos quando é empregada uma unidade de potência relativamente alta, ou seja, de 50 a 200mW para emitir dosagens iniciais em torno de 2 a 5J por ponto (KITCHEN, 2003).

Um estudo aleatório, duplo-cego da resistência da pele em cima dos pontos-gatilhos, antes e depois de 3 aplicações sucessivas de laser hélio-neônio, mostrou um aumento estatisticamente significativo na resistência da pele após o tratamento. Isso sugere que o tratamento laser tem algum efeito terapêutico no ponto-gatilho musculoesquelético subjacente e pode ajudar a resolver a condição patológica (LOW; REED, 2001).

## 2.9 CONTRA-INDICAÇÕES

De acordo com Kitchen, 2003 o Laser está contra-indicado na aplicação direta aos olhos (por qualquer razão que seja) assim como nos seguintes casos: pacientes com carcinoma ativo ou sob suspeita, irradiação direta sobre o útero em gestação, área de hemorragia, dificuldades cognitivas ou pacientes não confiável.

O tratamento direto do tecido neoplásico deve ser evitado já que pode ocorrer estimulação celular, levando ao aumento das taxas de crescimento ou metástase. Por uma questão de prudência deve-se evitar o uso de laser sobre a fontanela ainda aberta de bebês e sobre o útero em gestação, mas há poucas evidências de que possa ocorrer dano ao cérebro ou tecido fetal (LOW; REED, 2001).

## 2.10 MÉTODO DE APLICAÇÃO

De acordo com Brugnera Jr. et al. (2004) devemos tomar alguns cuidados:

- em aplicação extrabucal devemos nos preocupar com a limpeza da pele do paciente. Remover resíduos de maquiagem e cremes que se comportam como barreiras físicas para absorção da luz laser;

- em aplicação intrabucal a superfície a ser irradiada deverá necessariamente limpa e seca. O isolamento relativo é sempre necessário;
- medir a extensão da lesão com régua para o correto cálculo da dosimetria;
- a laserterapia pode ser um tratamento isolado ou coadjuvante a um tratamento convencional;
- o ângulo de incidência do raio sobre o tecido deverá ser o mais perpendicular possível para minimizar a refração do raio no tecido;
- áreas metálicas (restaurações, cilindros, instrumental metálico, etc.) não devem ser irradiadas para evitar a reflexão do raio, que impediria a absorção da luz laser;
- respeitar normas de segurança;
- anamnese e exame clínico detalhados;
- resposta individual do paciente;
- início do tratamento com a menor dose terapêutica;
- proteger a ponteira.

## **2.11 MEIOS DE SEGURANÇA**

O grupo de trabalho sobre segurança em Eletroterapia da Sociedade de Fisioterapia tem recomendado cuidado em várias outras situações. Essas incluem principalmente:

d) *riscos ocular* - em um sistema de classificação aceito internacionalmente, que gradua os dispositivos de laser em uma escala de 1 a 4 de acordo com os riscos associados para pele e olhos desprotegidos, as unidades tipicamente usadas em LILT são classificadas como lasers da classe 3B, embora dispositivos com potência muito mais baixa de classe 1 e 2 também tenham sido usados no passado. Isso significa essencialmente, para a maioria dos sistemas usados nas aplicações de fisioterapia (ou seja, unidades da classe 3B) que embora a potência laser possa ser considerada não prejudicial quando direcionada para a pele desprotegida, essa representa um risco potencial para os olhos quando o laser é visto ao longo do eixo do feixe (ou seja, vista intrafeixe) devido ao alto grau de colimação da luz laser. Por essa razão é recomendado o uso de óculos de proteção, que precisam ser apropriados para o comprimento de onda empregado, para o operador e o paciente. Recomenda-se também cuidado para assegurar que o feixe nunca seja direcionado para o olho desprotegido; o paciente deve ser alertado especificamente sobre o risco ocular associado com o dispositivo e deve ser pedido a ele para não olhar diretamente para o local de tratamento durante a aplicação. Além disso, a unidade de tratamento laser deve idealmente ser usada apenas em uma área designada especificamente para esse fim; fora dessa área, devem ser claramente colocados símbolos alertando sobre o laser. Após ter delineado essas regras fundamentais de segurança, é importante salientar que o risco ocular associado com a unidade terapêutica é (para todos os fins práticos) insignificante, especialmente quando é usada a caneta ou sonda de aplicação com a técnica de “contato” recomendada. Além disso, a potência da unidade de tratamento deve ser regularmente testada para assegurar a operação correta (e assim a efetividade) do dispositivo; isso é particularmente importante considerando-se que as pesquisas recentes indicam que

uma grande proporção das unidades de laser em uso rotineiro podem não estar fornecendo uma potência de saída adequada para ser efetiva (KITCHEN, 2003).

De acordo com Brugnera Jr.; Villa; Genovese (2004) a proteção ocular é essencial devido ao alto grau de colimação dos lasers, mesmo operando com níveis relativamente baixos de energia. Os óculos (FIG. 6) são o principal método de proteção individual do operador, dos assistentes e do paciente. Devem ter coloração e densidade óptica específica determinada pelo fabricante do aparelho.



(Fonte: ZOPELARO, 2005).

Figura 6 – Proteção ocular.

- e) *tratamento de tecido infectado* (feridas abertas infectadas) - como a luz laser tem o potencial de estimular a bactéria *Escherichia coli* em cultura parece prudente recomendar cuidado na aplicação de laserterapia em tecido infectados e especialmente em feridas abertas infectadas. Contudo, a situação está longe de ser clara e há evidências sugerindo que clínicos têm tratado com sucesso tais

condições com laserterapia e em alguns casos considerado a presença de infecção uma indicação para tal tratamento (KITCHEN, 2003).

- f) *aplicação sobre os gânglios simpáticos, nervo vago e região cardíaca em pacientes com doença cardíaca* - a possibilidade de alterações mediadas por laser na atividade neural, resultando em efeitos adversos na função cardíaca, pode representar um risco inaceitável para esses pacientes (KITCHEN, 2003).
- g) *tratamento sobre áreas fotossensíveis* - pacientes com história de fotossensibilidade (reações adversas á luz solar) deve ser tratados com cuidado e nesses casos é recomendado a aplicação de teste (KITCHEN, 2003).
- h) *tratamento do paciente com epilepsia* - deve-se ter cuidado ao tratar pacientes com história de epilepsia (KITCHEN, 2003).
- i) *tratamento de áreas de pele com sensibilidade alterada* - embora o tratamento com laser seja atérmico e seja recomendado no tratamento de lesões de nervos periféricos, deve-se ter cuidado nesses casos (KITCHEN, 2003).
- j) *disfunção temporomandibular*.

## 2.12 DISFUNÇÃO TEMPOROMANDIBULAR

Para Planas (1997), ausência da função da ATM provoca a hipertrofia do côndilo, a hipertrofia do tubérculo articular e, como consequência final, o aumento da trajetória condilar. Uma ATM que não funciona pode, além disso, produzir algias por compressão, artrite, artrose, Síndrome de Costen e variações no plano oclusal.

Os distúrbios funcionais do sistema mastigatório têm demonstrado uma etiologia multifatorial, além de complexa e ainda hoje só parcialmente conhecida. Até o momento não há identificação de uma causa universal e não há identificação de uma causa universal e não ambígua de DTM. Por esta razão, a maioria dos fatores discutidos como potencialmente causais não são fatores causais provados, mas fatores que têm alguma associação com distúrbios do sistema mastigatório (OKESON, 1998).

Molina et al. (1999) em um estudo comparativo, avaliaram a queixa principal de pacientes portadores de distúrbios craniomandibulares e bruxismo. Foi utilizado como critério clínico para classificar os pacientes como portadores de DTMs a presença de dois ou mais sinais e sintomas (ruídos articulares uni ou bilaterais, dificuldades para realizar os movimentos mandibulares funcionais, queixa de dores nas estruturas mastigatórias, dores de cabeça e sensibilidade na palpação dos músculos mastigatórios), encontraram que 66,1% desses pacientes possuíam dor na ATM, 59,5% dor na face ou perto do ouvido e 60,3% de dor na ATM durante a mastigação.

Para Sakai (2000) os sintomas craniofaciais são extremamente comuns num quadro de disfunção. Os mais encontrados são: dores nas regiões frontal, temporal, occipital, sinusal, palatal, ângulo mandibular e dentes.

As disfunções da ATM podem também interferir na relação harmônica cabeça-coluna cervical provocando sintomatologia dolorosa que se irradia para os músculos da região escapuloumeral, região peitoral e região da parede torácica posterior.

Malone; Mcpoil; Nitz, (2000) descreveram que um tipo de disfunção muscular que é encontrado com frequência nos pacientes de DTM é a dor miofascial, definida como comprometimento regional do músculo, caracterizado pela presença de faixas tensas e hipersensíveis, conhecidas como pontos desencadeantes. Esses pontos possuem a propriedade de projetar a dor para regiões distantes do músculo. A dor ou a defesa muscular pode levar à diminuição da amplitude dos movimentos que alogam os músculos elevadores da mandíbula, como durante a abertura da boca.

Okeson (2000) classificou as desordens temporomandibulares em: 1) Desordens dos Músculos Mastigatórios: contratura muscular, desconforto muscular local, mioesposmos, miosites, dor em pontos algícos miofaciais (pontos gatilhos) e fibromialgia; 2) Desordens de ATM: desarranjos do complexo cêndilo-disco (deslocamento do disco, deslocamento do disco com redução e deslocamento do disco sem redução), incompatibilidade estrutural das superfícies articulares (desvio em forma, aderências, subluxação e deslocamento espontâneo), desordens inflamatórias da ATM (sinovite/capsulite, retrodiscite, artrite e desordens inflamatórias de estruturas associadas); 3) Hipomobilidade Mandibular Crônica: anquilose, contratura muscular, e impedância do processo coronóide; e, 4) Desordens de Crescimento (desordens ósseas e musculares: congênitas e de desenvolvimento).

Para Greene (2001) a DTM possui etiologia multifatorial ou biopsicossocial.

Segundo Siqueira e Teixeira (2001) existe uma série de fatores relacionados com DTM, tais como: traumatismo direto/indiretos, anormalidade da oclusão dentária, parafunção mandibular, alterações psicológicas, alterações respiratórias, posturas cervical, doenças locais e sistêmicas.

De acordo com Maciel (2003) a principal característica das DTMs é a dor, em geral, localizada nos músculos da mastigação, área auricular e/ou articular e, por vezes, em áreas à distância como frontais e occipitais. Geralmente, a dor pode ser desencadeada e/ou agravada pela função, desse modo, muitas vezes, os pacientes portadores destas disfunções apresentam movimentos mandibulares limitados e irregulares, dificuldade de abertura e na mastigação de alimentos fibrosos e, freqüentemente, desenvolvem ruídos como estalidos, rangidos ou crepitação.

Carvalho (2003) afirmou que os fatores etiológicos das DTMs são problemas oclusais, neuromusculares e emocionais que podem estar ou não associados e ATM apresentam como característica principal uma íntima relação com os dentes considerando, biológica, mecânica e fisiologicamente.

Havendo desordem crânio-mandibular, as queixas mais comuns são estalos, abertura limitada da boca e dor.

Para Cardoso (2003) a hiperatividade muscular é uma das principais causas da DTM e está associada a fadiga ou espasmo musculares, distúrbios da relação côndilo-disco, que se traduzem em ruídos articulares, e a alterações nos movimentos mandibulares. Esta hiperatividade é descrita como uma situação em que os músculos da mastigação estão ativos

em períodos não-funcionais. Esta situação denominada parafunção se caracteriza por atividades musculares que não são exercidas nos movimentos da mastigação, fonação ou deglutição.

Estímulos locais como interferências oclusais ou de ordem sistêmica, como o aumento do nível de estresse emocional, podem alterar estes movimentos e, dependendo da tolerância fisiológica do indivíduo, desencadear o aparecimento de sintomas ligados a hiperfunção.

Segundo Simões (2003) a dor é uma modalidade sensorial somática, todavia, cumpre um papel importantíssimo de proteção: aprendemos a evitar os estímulos nociceptivos e, se injuriados, a dor nos compele a proteger o território afetado e, a procurar os cuidados cabíveis, no sentido de minimizá-la. A face e a cavidade bucal representam territórios onde se originam as mais comuns dores que afligem nosso corpo. As dores craniofaciais podem se manifestar como agudas ou transientes como é o caso da cefaléia, bem como crônicas, quando persistem por meses ou até anos, como é o caso das Disfunções Temporomandibulares e nevralgia do trigêmio.

## 2.13 LASER DE BAIXA INTENSIDADE

Conti (1997) alegou que a seleção de cada tipo de laser deve ser baseada na segurança, disponibilidade comercial e previsão de uso para o controle da dor. Em geral, o laser de baixa intensidade é mais comumente utilizado, incluindo laser infravermelho arseneto de gálio

(GaAs 904nm) ou de gálio-alumínio-arsênico (Ga-Al-As 830nm). Muitos trabalhos têm sido conduzidos no intuito de se chegar a um consenso quanto à intensidade, tempo de exposição e local de aplicação do laser; entretanto, em muitos casos, não seguem os padrões cientificamente aceitos para pesquisas clínicas. Em um ensaio clínico randomizado para testar a eficácia do laser de baixa potência (Ar-Ga-Al 830nm, 4J/cm<sup>2</sup>, uma vez por semana, durante 3 semanas) no alívio da dor nas DTMs e a diferença da terapia em pacientes com DTM de origem muscular e articular, encontrou alívio significativo da dor em relação ao tratamento placebo nos pacientes com DTM muscular. Nos paciente com DTM de origem articular, houve incremento significativo na máxima abertura bucal e nos movimentos de protusão e lateralidade esquerda.

Pinheiro et al. (1997) trataram 165 pacientes com disfunção na região maxilofacial, dos quais 94 com dor na ATM e 4 com dor muscular. Ao final de 12 aplicações (2x por semana) de um diodo IR com dose média de 2,5J/cm<sup>2</sup>, 120 pacientes estavam assintomáticos, 25 melhoraram significativamente e 20 estavam sintomáticos.

Walsh (1997) revisando a literatura a cerca da aplicação do laser de baixa potência sobre tecido mole em odontologia, concluiu que a eficácia do laser no tratamento das patologias da ATM ainda gera dúvidas, sendo necessários protocolos de aplicação baseados em ensaios clínicos randomizados.

Pinheiro et al. (1997) testaram a eficácia do LBP no tratamento dos sintomas de disfunções da região maxilofacial. Dos 241 pacientes, 124 apresentavam dor ATM e 29 dor muscular. Foram utilizados os diodos 632,8, 670 e 830nm, com doses de 0,3, 0,8 e 3,15J/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Quando dois comprimentos de onda foram utilizados, a dose média foi de 2J/cm<sup>2</sup> (830 e 670nm). Foram realizadas 12 sessões, 2 vezes por semana. Os pacientes foram

reexaminados ao final das 12 sessões e 1 mês após. Dos 124 pacientes com dor na ATM, 81 estavam assintomáticos, 28 tiveram melhora significativa e 16 estavam sintomáticos. Dos pacientes com dor muscular, 18 estavam assintomáticos, 7 tiveram melhora significativa e 4 estavam sintomáticos.

Pinheiro (1998) afirmou que a laserterapia trata-se de uma modalidade de tratamento que vem se tornando bastante conhecida, em virtude de estar se mostrando bastante efetiva no tratamento das DTMs. Além de reduzir custos, também diminui a demanda por cirurgias ou uso de medicamentos. Em geral, os pacientes mostram-se muito receptivos e rapidamente observam melhora, inclusive de efeito psicológico positivo, especialmente em pacientes crônicos.

Atualmente, o entendimento das DTMs como multifatoriais ou biopsicosociais justifica a escolha por tratamentos reversíveis, baseados nos sinais e sintomas dos pacientes e com uma abordagem muitas vezes multidisciplinar. Nesse contexto o laser de baixa potência ou o *soft-laser* vem sendo empregado como um meio físico no tratamento das DTMs, em função de seus efeitos terapêutico (bioestimulação) (GREENE, 2001).

Sanseverino (2002) avaliou clinicamente a ação antialgica do laser de baixa potência numa amostra de 20 pacientes portadores de desordens da articulação temporomandibular com queixa de dor divididos em dois grupos. Utilizou um laser de Ga-Al-As (785nm) emitindo baixa intensidade, aplicando no grupo tratado (10 pacientes) uma dose de 45J/cm<sup>2</sup> nas ATMs e nos músculos afetados, e na outra metade dos pacientes 0J/cm<sup>2</sup> (grupo controle), em um total de 9 aplicações, realizadas 3 vezes por semana. A avaliação dos pacientes foi feita através de exames clínicos de palpação manual dos músculos (masseter, temporal, cervicais, posteriores do pescoço e esternocleidomastoídeo) e através das medições de

abertura bucal e lateralidade. Os resultados obtidos apresentaram uma diminuição da dor e aumento da mobilidade mandibular nos pacientes tratados, quando comparados com o grupo controle, apontando esta terapia como uma importante ferramenta no tratamento da dor em pacientes com disfunção nas ATMs e indicando esta modalidade terapêutica como coadjuvante nestes tratamentos.

Apesar de ainda não haver muitas evidências científicas do mecanismo de ação do laser de baixa potência nos tecidos em DTMs o *soft-laser* promove ativação da circulação sanguínea local (maior oxigenação e eliminação de toxinas) aceleração do processo de reparação dos tecidos (ativação do metabolismo celular) e analgesia. O efeito analgésico da laserterapia é a principal justificativa para seu emprego no tratamento das DTMs, sendo este mais rápido em relação aos fármacos e placas oclusais (VENANCIO; CAMPARIS; LIZARELL, 2002) (FIG. 7).

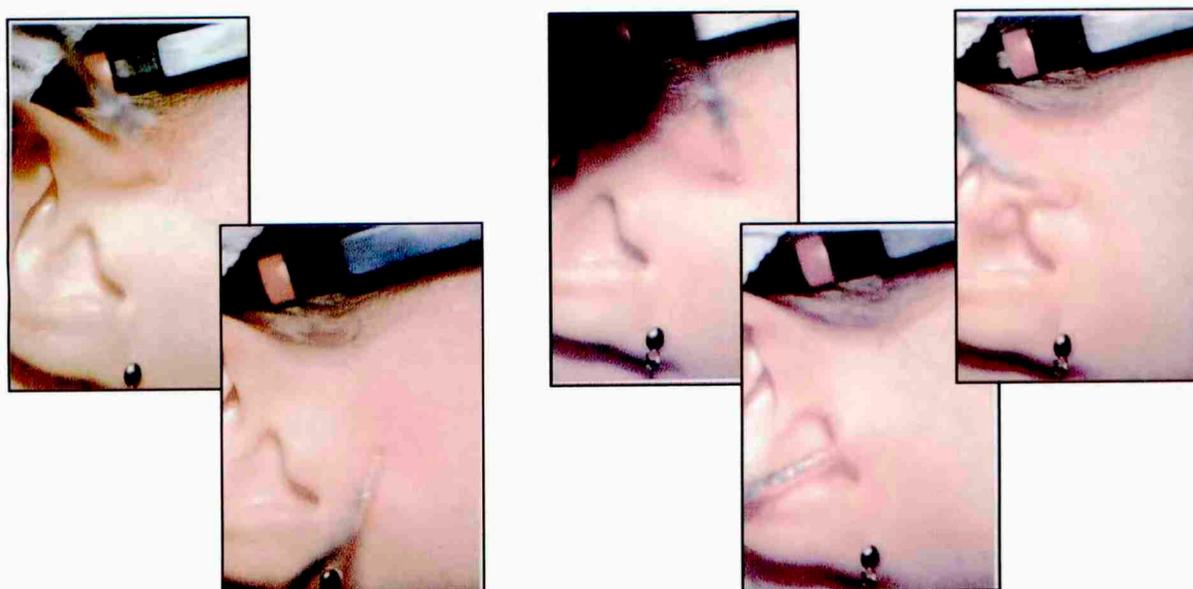


Figura 7 – Técnicas de aplicação laser.

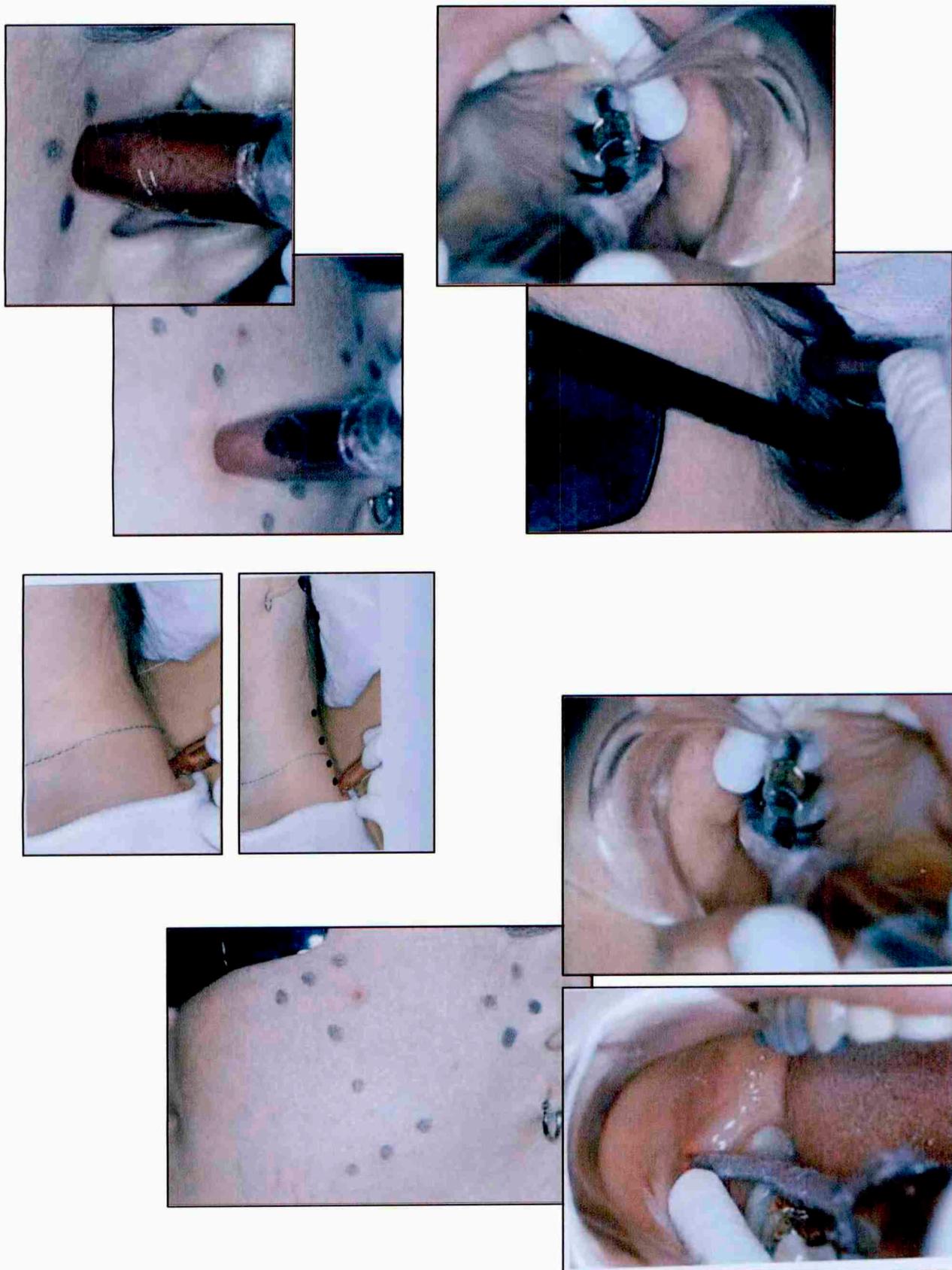


Figura 7 – Técnicas de aplicação laser (continuação).

Pizzo (2003) tratou e acompanhou a evolução de 60 indivíduos triados no Serviço de Oclusão e Desordens da Articulação Têmporo Mandibular da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de Ribeirão Preto (SODAT/FORP-USP), onde todos apresentavam alguma sintomatologia pertinente às desordens temporomandibulares. Os sujeitos foram divididos em 6 grupos com 10 indivíduos cada e receberam a seguinte dose por ponto: Grupo I: dor aguda que receberam dose baixa  $-5,0 \pm 1,0\text{J}/\text{cm}^2$ ; Grupo II: dor aguda que receberam dose alta  $-25 \pm 1,0\text{J}/\text{cm}^2$ ; Grupo III: placebo dor aguda  $-0\text{J}/\text{cm}^2$ ; Grupo IV: dor crônica que receberam dose baixa  $-5,0 \pm 1,0\text{J}/\text{cm}^2$ ; Grupo V: dor crônica que receberam dose alta  $-25 \pm 1,0\text{J}/\text{cm}^2$ ; Grupo VI: placebo dor crônica  $-0\text{J}/\text{cm}^2$ . As aplicações foram feitas de forma pontual e em contato direto máximo entre a ponta emissora de radiação e os tecidos. O objetivo do trabalho foi verificar o efeito antiálgico do laser de baixa intensidade de potência (ArGaAl) nas disfunções internas das articulações temporomandibulares e sua consequência na amplitude dos movimentos mandibulares de indivíduos com sintomatologia aguda e crônica. Nos resultados da pesquisa verifica-se que os grupos experimentais I, II, IV e V que receberam a terapia efetiva apresentaram um aumento da amplitude média de todos os movimentos mandibulares, após a aplicação do laser, de forma estatisticamente significativa, independente das dosagens aplicadas 5 ou  $25\text{J}/\text{cm}^2$  indicando que o tratamento promoveu efeitos satisfatórios, havendo uma remissão da sintomatologia dolorosa.

Pizzo; Mazzetto; Hotta (2004) realizaram uma pesquisa com o objetivo de avaliar a eficácia do laser de AsGaAl na amplitude dos movimentos mandibulares, de abertura bucal, lateralidade direita e esquerda, e protusão, de sujeitos com disfunção temporomandibular. Quarenta sujeitos com DTM tiveram as amplitudes dos movimentos da mandíbula registradas, antes e após o tratamento com laser. Esses sujeitos foram divididos em 2 grupos: grupo I, que receberia aplicação de laser e grupo II, que receberia aplicação placebo, sem emissão real do laser. Foi utilizado o laser de AsGaAl com potência de 40mW, com  $25\text{J}/\text{cm}^2$ , por 50s, em 4

pontos na ATM, totalizando 8 sessões. As medidas dos movimentos mandibulares foram submetidas à análise estatística, verificando-se que, para o grupo I, o tratamento com laser AsGaAl promoveu aumento na amplitude dos movimentos mandibulares dos sujeitos com DTM, com resultados estatisticamente significante, porém, o mesmo não ocorreu para o grupo que não recebeu tratamento efetivo. Esses resultados indicaram que, no grupo experimental, a aplicação de laser teve influência positiva na extensão da abertura bucal, da protrusão e da lateralidade direita e esquerda, provavelmente pela diminuição da sintomatologia dolorosa da região.

### 3 DISCUSSÃO

O principal objetivo do emprego do laser de baixa intensidade realizado por muitos autores é no sentido do alívio da dor. Pacientes com DTM de origem muscular e articular, encontraram alívio significativo da dor em relação ao tratamento placebo (CONTI, 1997). Alguns trabalhos têm mostrado que o efeito analgésico se dá de forma rápida (VENANCIO; CAMPARIS, LIZARELLI. 2002).

Pinheiro (1998) afirmou que a laserterapia vem se mostrando bastante eficaz no tratamento das DTMs e que os pacientes mostram-se muito receptivos e rapidamente observam melhora do quadro doloroso. Sanseverino (2002) apontou esta terapia como uma importante ferramenta no tratamento da dor em pacientes com disfunção na ATMs e indicou esta terapia como um coadjuvante neste tratamento.

Pizzo (2003) em seu trabalho também observou que o tratamento feito com a laserterapia promoveu efeitos satisfatórios, havendo uma remissão da sintomatologia dolorosa.

Muitos trabalhos têm sido conduzidos no intuito de se chegar a um consenso quanto à intensidade, tempo de exposição e local de aplicação do laser (CONTI, 1997).

Walsh (1997) em sua revisão ressaltou que a eficácia de laser no tratamento das patologias da ATM ainda gera dúvidas, sendo necessários protocolos de aplicação baseados em ensaios clínicos randomizados.

Faz-se necessário mais estudos que avaliem a competência de diferentes protocolos de administração do *soft-laser* em disfunções específicas do sistema estomatognático (PINHEIRO et al., 1997).

A aceitação das DTMs como de origem multifatorial mostra o quão pouco se conhece sobre sua etiologia. Porém, avanços em relação ao seu diagnóstico e às diferentes formas de tratamento permitem métodos lógicos, sensíveis e de sucesso na abordagem da maioria dos pacientes (GREENE, 2001).

Há muitos trabalhos mostrando a aplicabilidade dos lasers de baixa potência, no entanto, percebe-se que ainda não existe um consenso geral da quantidade, potência e tempo de aplicação. Espera-se que em um futuro próximo esses problemas acabem pelo contínuo avanço nos estudos com o laser.

Paralelamente, em menor escala, são desenvolvidas pesquisas sobre os lasers de Baixa Potência (*soft-laser*) onde se destacam os trabalhos de Klein, Micheva, Sackkow, Koritniy, Mester e Ynyushin, em que os autores observaram incremento na vitalidade funcional das mitocôndrias, capacidade maior de regeneração e cicatrização dos tecidos e ação não degenerativa provocada pela luz laser “hene” nos tecidos irradiados (BRUGNERA JR. et al., 2004).

## **4 CONCLUSÃO**

De acordo com a revisão de literatura, concluímos que:

- 1) o laser se mostra como uma alternativa viável para um tratamento coadjuvante nas disfunções temporomandibulares, apresentando-se, porém como uma área carente de protocolos de atendimento e de padronização de sua utilização;
- 2) devido à origem multifatorial das desordens temporomandibulares, a laserterapia deve ser utilizada em conjunto com as outras modalidades terapêuticas, já que não existe um consenso geral dos pesquisadores quanto ao modelo e em que situações o laser deve ser empregado com a máxima convicção de seu sucesso;
- 3) apesar das variadas metodologias aplicadas nos estudos revisados, o laser de baixa intensidade se mostra eficaz na redução da dor em grande parte dos pacientes tratados;
- 4) desta forma o tratamento com laser vai se tornando uma opção viável como um instrumento importante no alívio da dor dando ao paciente um maior conforto e

evitando que o mesmo utilize drogas podendo comprometer outros órgãos trazendo com isso uma qualidade de vida insatisfatória;

- 5) é bem sabido que cada paciente é um universo, sendo impossível determinar-se um padrão de tratamento igual para todos, por isso cabe ao profissional estar atento, atualizado e sentindo-se capaz de aplicar o melhor tratamento dando a este paciente uma melhor qualidade de vida;
- 6) são necessários, então, novos estudos avaliando a competência de diferentes protocolos de aplicação do laser de baixa potencia para diminuição da dor em pacientes com disfunção temporomandibular.

## REFERÊNCIAS<sup>2</sup>

- BENEDICENTI, A; **Manuale di laser del cavo orale**. Castelo Maggioli, 1982. 159p.
- BRUGNERA JR., A; VILLA, R. G.; GENOVESE, W.J. **Laser na Odontologia**. São Paulo: Pancast, 1991. p.15–54.
- BRUGNERA JR., A. et al. **Atlas de Laserterapia aplicada à clínica odontológica**. São Paulo: Santos, 2004. cap. 1, p.1-24
- CARDOSO, A. C. **Oclusão**. São Paulo: Santos, 2003. p.170–172.
- CARVALHO, G. D. **SOS respirador bucal**. São Paulo: Lovise, 2003. p.84–87.
- CONTI, P. C. R. Low level laser therapy in the treatment of temporomandibular disorders (TMD): a double blind pilot study. **J. Craniomandib. Pract.**, v.15, p.144– 49, 1997.
- FERNANDO, S.; HILL, C. M.; WALKER, R. A. randomized double blind comparative study of low level laser therapy following surgical extraction of lower third molar teeth. **Br. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Edinburgh, v.31, p.170–172, 1993.
- FRIEDMANN, H.; LUBART, R.; LAULICHT, I. A possible explanation of laser induced stimulation and damage of cell cultures. **J. Photochem. Photobiol. B. Biol.**, v.11, p. 87-95, 1991
- GREENE, C. The temporomandibular joint-pain dysfunction syndrome-heterogenety of the patient population. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.79, p.1168–1172, 2001

---

<sup>2</sup> Baseado na NBR 6023: 2002 da ABNT.

KITCHEN, S. ,**Eletroterapia**. São Paulo: Manole, 2003. cap.12, p.171–187.

LOW, J.; REED, A. **Eletroterapia explicada**. 2001. cap.14, p.389–407.

MACIEL, R. N. **ATM e dores crânio faciais**. São Paulo: Santos, 2003. p.131–132;438.

MALONE, T.; MCPOLL, T.; NITZ. A.J. **Fisioterapia em ortopedia em medicina no esporte**. Sao Paulo: Santos, 2000b.p. 569

McNEILL, C. Management of temporomandibular disorders: concepts and controversies. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 77, p.510-522, May. 1997.

MISERENDINO, L. J.; PICK, R. M. **Lasers in dentistry**. Chicago: Quintessence, 1995.

MOLINA, O.F. et al. A clinical study of specific signs and simptoms of CMD in bruxers classied by the degree of severity. **J. Craniomand. Pract.**, v.17, n.4, p.268–279, 1999.

OKESON, J. P. **Dor oro facial: guia para avaliação, diagnóstico e tratamento**. São Paulo: Quintessence, 1998. 289p.

\_\_\_\_\_. **Tratamento das desordens temporomandibulares e oclusão: diagnóstico das desordens Temporomandibulares**. São Paulo: Artes Médicas, 2000. 500p.

PINHEIRO, A. L. B. Evolução histórica. In: BRUGNERA JR, A.; PINHEIRO, A. L. B. **lasers na Odontologia Moderna**. São Paulo: Pancast, 1998. p.17–23.

PINHEIRO, A. L. B. et al. Low power laser therapy in the management of disorders of the maxilofacial region. **J. Clin. Med. Surg**. v.15, n.4, p.181–183, 1997.

PIZZO, R. C. A. **O efeito antiálgico do laser de baixa intensidade nas desordens internas das articulações temporomandibulares**, 2003. 143f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PIZZO, R. C. A.; MAZZETTO, M. O.; HOTTA T. H. Avaliação do tratamento com laser de baixa intensidade na movimentação mandibular ativa. **JBO ATM e Dor Orofac.**,Curitiba, v.4, n.14, p.39-44, 2004.

PLANAS P. **Reabilitação neuroclusal**. Rio de Janeiro: MEDSI, 1997. cap. 6, p.69–71.

**SAKAI, E. Nova visão em ortodontia ortopedia facial. São Paulo: Santos, 2000. cap.18, p.241–251.**

**SANSEVERINO, N. T. M. Avaliação clínica da ação antiálgica do laser de baixa intensidade de arseneto de gálio e alumínio ( $\lambda = 785\text{nm}$ ) no tratamento das disfunções da articulação temporomandibular. 2002. 112f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo.**

**SIMÕES, W. A. Ortopedia funcional dos maxilares. São Paulo: Artes Médicas, 2003. cap.10, v.2, p.983–998.**

**SIQUEIRA, J. T.; TEIXEIRA, M.J. Dor orofacial: diagnóstico, terapêutica e qualidade de vida. Curitiba: Maio; 2001. 656p.**

**VENÂNCIO, R. A.; CAMPARIS, C. M.; LIZARELLI, R. F. Z. Laser no tratamento de distúrbios temporomandibulares. JBO, ATM e Dor Orofac., Curitiba, v.2, n.7, p.229–234, 2002.**

**WALSH, L. J. The current status of low level laser therapy in dentistry. Part I: Soft Tissue applications.. Aust. Dent. J., Sidney, v.42, n.4, p.247-254, 1997.**