



BR0645457

INIS-BR--4038

**AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE  
DE SÃO PAULO**

**AVALIAÇÃO CLÍNICA DA AÇÃO ANTIÁLGICA DO LASER  
EM BAIXA INTENSIDADE DE ARSENETO DE GÁLIO E  
ALUMÍNIO ( $\lambda=785\text{nm}$ ) NO TRATAMENTO DAS DISFUNÇÕES  
DA ARTICULAÇÃO TÊMPORO-MANDIBULAR**

**NELLY TICHAUER MALUF SANSEVERINO**

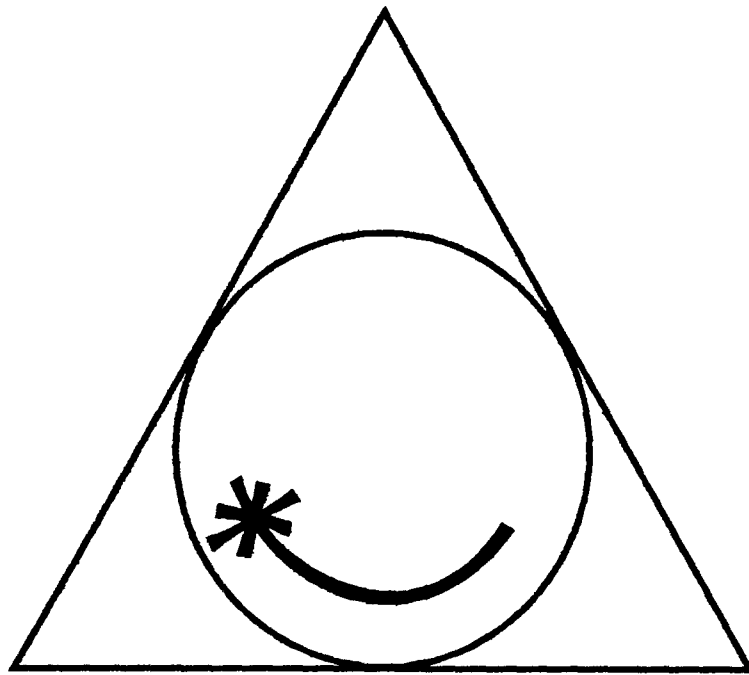
Dissertação apresentada como parte  
dos requisitos para obtenção do Grau  
de Mestre Profissional na área de Lasers  
em Odontologia.

Orientador:  
Prof. Dr. Eduardo De Bortoli Groth

Co-Orientadora:  
Profa. Dra. Martha Simões Ribeiro

**São Paulo  
2001**

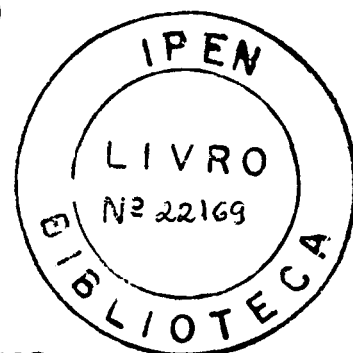




**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE LASER EM  
ODONTOLOGIA**

**INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**AVALIAÇÃO CLÍNICA DA AÇÃO ANTIÁLGICA DO LASER  
EM BAIXA INTENSIDADE DE ARSENETO DE GÁLIO E  
ALUMÍNIO ( $\lambda=785\text{nm}$ ) NO TRATAMENTO DAS  
DISFUNÇÕES DA ARTICULAÇÃO  
TÊMPORO-MANDIBULAR**



**NELLY TICHAUER MALUF SANSEVERINO**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre Profissional na Área de Laser em Odontologia.

Orientador: Prof.Dr.Eduardo De Bortoli Groth  
Co-Orientadora: Profa.Dra.Martha Simões Ribeiro

São Paulo

2001

As flores refletem bem o verdadeiro. Quem tenta possuir uma flor verá a sua beleza murchando. Mas quem olhar uma flor no campo permanecerá para sempre com ela.

Paulo Coelho

Celso, Bruna e Luisa.  
O verdadeiro amor não é para sempre,  
ele é para eternidade.  
Obrigada pelo amor de vocês.

## *Agradecimentos*

- Aos meus orientadores Prof. Dr. Eduardo Groth e Profa. Dra. Martha Ribeiro, pela amizade, apoio e inestimável orientação.
- Ao Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo, pelos inesgotáveis ensinamentos.
- Ao Prof. Dr. Nilson Vieira e Profa. Dra. Martha Vieira, pela acolhida no IPEN.
- A todos os professores do IPEN, que me mostraram o lado físico da vida.
- A todos os professores da FOU SP, pela sua total dedicação.
- A todos os funcionários do IPEN e FOU SP, que facilitaram o nosso trajeto.
- À minha dedicada companheira Denise, pela sua habilidade em me transmitir a paz.
- À sempre presente Georgia Chieco, pela dedicação, amizade e apoio.
- À minha equipe de trabalho: Carolina, Patrícia, Alessandra, Glauce e Juliana, por estarem sempre presentes.
- À Rose, pela colaboração.
- À Marta e à Lena, por suprirem a minha ausência no lar com tanto amor e carinho.
- À minha mãe Rosa, pela incansável dedicação em me ensinar a fazer coisas melhores e não maiores.
- Ao meu pai João, por me fazer sentir uma insuperável confiança através da admiração do seu olhar.
- Aos meus irmãos Izi e Beto, pelo carinho eterno.
- Aos meus sogros Lázaro e Marilda, pela incansável presença e incentivo.
- Aos meus cunhados Eliana, Dario, Marcia e Carlos, por terem sempre uma mão a estender.
- Ao meu eterno amor Celso, por me fazer reconhecer o amor através da prática e não das palavras.
- Às minhas filhas Bruna e Luisa, que fazem da minha vida uma eterna primavera.
- À DEUS, por permitir que todas estas pessoas estejam presentes em minha vida.

## SUMÁRIO

Resumo	<i>i</i>
Abstract	<i>ii</i>
Lista de abreviaturas	<i>iii</i>
Lista de figuras	<i>v</i>
Lista de fotos	<i>vi</i>
Lista de gráficos	<i>vii</i>
1. Introdução	1
1.1 Objetivos	3
2. Revisão da literatura	4
2.1 História do Laser	4
2.2 Articulação têmporo-mandibular – ATM	17
2.3 Disfunção têmporo-mandibular	26
2.4 ATM: Diagnóstico	39
2.5 Tratamento Clínico das Disfunções Têmporo-mandibulares	49
2.6 Interação do laser emitindo baixa intensidade com tecidos biológicos	61
3. Aplicação da terapia com laser de baixa intensidade na odontologia	83
4. Materiais e métodos	90
5. Resultados	96
5.1 Análise estatística	96

5.2 Análise clínica	100
6 Discussão	105
7 Conclusão	109
Anexo 1	110
Anexo 2	112
8 Referências bibliográficas	114

**AVALIAÇÃO CLÍNICA DA AÇÃO ANTIÁLGICA DO LASER EM BAIXA  
INTENSIDADE DE GaAIAs ( $\lambda=785\text{nm}$ ) NO TRATAMENTO DAS  
DISFUNÇÕES DA ARTICULAÇÃO TÊMPORO-MANDIBULAR**

**Nelly Tichauer Maluf Sanseverino**

**RESUMO**

A terapia com laser emitindo baixa intensidade tem sido utilizada atualmente nos mais diversos campos da medicina como conduta terapêutica da dor. É um tipo de terapia não-invasiva, indolor, não-térmica e asséptica, sem efeitos colaterais, com uma boa relação custo-benefício. Todavia, para que a terapia com laser de baixa intensidade possa surtir efeitos positivos, é fundamental um correto diagnóstico, assim como um protocolo de aplicação adequado. Na odontologia, a maioria dos pacientes diagnosticados com disfunções das articulações têmporo-mandibulares (ATM) apresenta dor e limitações nos movimentos da mandíbula. Neste trabalho, utilizou-se um laser de GaAIAs emitindo baixa intensidade,  $\lambda=785\text{nm}$ , em pacientes com disfunção das articulações têmporo-mandibulares, com queixa de dor. Vinte pacientes foram divididos em dois grupos. O grupo tratado recebeu terapia a laser nas articulações têmporo-mandibulares e nos músculos afetados. A dose aplicada foi  $45\text{J}/\text{cm}^2$ , enquanto os dez pacientes do grupo controle receberam  $0\text{J}/\text{cm}^2$ , em um total de nove aplicações, realizadas três vezes por semana, durante três semanas. A avaliação dos pacientes foi feita através de exames clínicos de palpação manual dos músculos masseter, temporal, cervicais, posteriores do pescoço e esternocleidomastoídeo, e medições de abertura e lateralidade da boca. Os resultados obtidos mostraram uma diminuição da dor e aumento da mobilidade mandibular nos pacientes tratados, quando comparados ao grupo controle. Estes resultados apontam esta terapia como uma importante ferramenta no tratamento da dor em pacientes com disfunção nas ATMs, indicando esta modalidade terapêutica como uma coadjuvante nestes tratamentos.



**CLINICAL EVALUATION OF THE LOW INTENSITY LASER ANTIALGIC  
ACTION OF GaAIAs ( $\lambda=785\text{nm}$ ) IN THE TREATMENT OF THE  
TEMPOROMANDIBULAR DISORDERS**

**Nelly Tichauer Maluf Sanseverino**

**ABSTRACT**

The therapy with laser emitting low intensity has been currently used in the most diverse fields of medicine as therapeutic conduct for pain. It is a non-invasive, painless, non-thermal and aseptic type therapy, without any colateral effects, having a good cost/benefit relationship. However, for the therapy with low-intensity laser to result in positive effects, a correct diagnosis is fundamental, as well as a protocol of adequate application. In odontology, the majority of patients diagnosed with temporomandibular disorders (TMD), present pain and limitations in the movements of the jaw. In this work, a GaAIAs laser emitting low intensity, was used,  $\lambda=785\text{nm}$ , in patients having a disfunction of the temporomandibular joint with a complaint of pain. Twenty patients were divided into two groups. The group treated received laser therapy in the temporal-mandibular articulations and in the muscles affected. The dose applied was  $45\text{J}/\text{cm}^2$ , while the ten patients in the control group received  $0\text{J}/\text{cm}^2$ , in a total of nine applications, carried out three times a week, during three weeks. The evaluation of the patients was made through clinical examinations of manual palpation of the masseter, temporal, cervical, posterior neck and sternocleidomastoid muscles, and measurements of opening and laterality of the mouth. The results obtained showed a diminishing of the pain and an increase of the mandibular mobility in the patients treated, when compared to the control group. These results point to this therapy as being an important tool in the treatment of pain in patients with a disfunction in the TMJ, indicating this therapeutic modality as a co-adjuvant in these treatments.

**LISTA DE ABREVIATURAS**

- ACTH – hormônio adrenocorticotrópico  
ATM – articulação têmporo-mandibular  
ATP – adenosina trifosfato  
cm – centímetro  
DCM – disfunção crânio-mandibular  
DE – densidade de energia  
DNA – ácido desoxirribonucléico  
E – Energia  
EMG – eletromiografia  
GaAlAs – arseneto de gálio e alumínio  
He-Ne – Hélio-Neônio  
HILT – *Hight Intensity Laser Therapy* (terapia com laser emitindo alta intensidade)  
Hz – Hertz  
I – intensidade  
InGaAlP – Índio Gálio Alumínio Fósforo  
IV – infravermelho  
J – Joules  
J/cm<sup>2</sup> - Joules por centímetro quadrado  
Kgf – kilograma-força  
LED – *light emitting diode*  
LILT – Low Intensity Laser Therapy (terapia com laser emitindo baixa intensidade)  
mm – milímetro  
mRNA – RNA mensageiro  
mW – miliwatts  
NAD – Nicotinamida Adenina Dinocleotídeo  
NADH - Nicotinamida Adenina Dinocleotídeo forma reduzida

Nd:YAG – granada de ítrio e alumínio dopada com neodímio

nm – nanômetro

P – potência

PPT – limiar de pressão de dor

RNA – ácido ribonucléico

SNC – sistema nervoso central

TSH – hormônio estimulante da tiróide

UV – ultravioleta

VIS – espectro de luz visível

W – Watts

W/cm<sup>2</sup> – Watts por centímetro quadrado

$\lambda$  - comprimento de onda

$\mu\text{m}$  – micrômetro

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema ilustrativo do comprimento de onda ( $\lambda$ ).

Figura 2 – Espectro eletromagnético.

Figura 3 – Componentes básicos de um laser.

Figura 4 – Fenômenos de interação da luz com o tecido.

Figura 5 – Locais de aplicação do laser no tratamento das disfunções das ATMs sugerido por Boraks.

## LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Multi Laser – Laser Beam – DR 500

Foto 2 – Caneta laser e anteparo separados

Foto 3 – Caneta laser e anteparo acoplados

Foto 4 – Palpação no músculo masseter

Foto 5 – Palpação no músculo temporal

Foto 6 – Palpação no músculo esternocleidomastoideo

Foto 7 – Palpação nos músculos posteriores do pescoço

Foto 8 – Palpação anterior e posterior da ATM

Foto 9 – Medição da abertura e lateralidade com paquímetro eletrônico

Foto 10 – Visualização dos pontos para aplicação do laser na ATM

Foto 11 – Aplicação do laser sobre o masseter com dor

Foto 12 – Aplicação do laser sobre a ATM

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Espectro de absorção de alguns cromóforos do tecido biológico.

Gráfico 2 – Análise estatística do comportamento da dor – grupo tratado.

Gráfico 3 – Análise estatística do comportamento da dor – grupo controle.

Gráfico 4 – Comparação estatística do comportamento da dor – grupo tratado X grupo controle.

Gráfico 5 – Comparação do comportamento dos grupos em relação à dor.

Gráfico 6 – Grau de dor ao final das aplicações no grupo tratado.

Gráfico 7 – Limite de abertura de boca ao final das aplicações no grupo tratado.

Gráfico 8 – Limite de mobilidade em lateralidade ao final das aplicações no grupo tratado.

Gráfico 9 – Grau de dor ao final das aplicações no grupo controle.

Gráfico 10 – Limite de abertura ao final das aplicações no grupo controle.

Gráfico 11 – Limite de mobilidade em lateralidade ao final das aplicações no grupo controle.

## 1. INTRODUÇÃO

O diagnóstico e tratamento das disfunções das articulações têmporo-mandibulares têm sido estudados há mais de 65 anos, sendo iniciado com os estudos de COSTEN<sup>32</sup> em 1934. Na época, ele relacionou que a perda dos dentes posteriores, originando falta de suporte para mandíbula, pressionaria porções neurais do ouvido, originando dor na região. Desta forma, desde esta época tem-se relacionado o posicionamento dos dentes com as disfunções da articulação têmporo-mandibular (ATM).<sup>3,6,27,43</sup>

Atualmente, a disfunção da ATM é definida pelos sinais e sintomas presentes, e não propriamente pela sua etiologia, uma vez que se trata de uma alteração com etiologia multifatorial<sup>10,11,26,46</sup>. Estes sinais e sintomas incluem:

- dor na região da ATM e tecidos moles adjacentes, sensibilidade ou fadiga nos músculos associados com a articulação;
- sons durante os movimentos condilares, como crepitações ou estalidos;
- limitações dos movimentos mandibulares e eventual travamento da ATM.

Assim como a etiologia e o diagnóstico, o tratamento destas disfunções abrange um grande número de variáveis interdependentes.

O uso da terapia com laser de baixa intensidade na Odontologia não é novo, tendo sido utilizada no Japão e Europa por mais de 10 anos. Entretanto, esta última década foi marcada por uma explosão de trabalhos de pesquisas relacionados às vantagens de sua aplicação na clínica diária<sup>1,12,22,28,121</sup>.

Como toda técnica, é fundamental que se reconheça bem seus princípios básicos, principalmente porque os efeitos e os mecanismos de ação do laser em baixa intensidade não são completamente entendidos.<sup>18,61,78</sup>

O intervalo do espectro eletromagnético mais comumente utilizado nesta terapia situa-se entre 630nm e 1300nm, apesar de alguns trabalhos sugerirem outros comprimentos de onda para esta finalidade<sup>121</sup>. A terapia com laser emitindo baixa intensidade (LILT) não aumenta a temperatura do tecido em mais que 1° C<sup>19,66,100</sup>. Pode, portanto, ser definida como um tipo de terapia não-térmica, capaz de causar alterações nas células e tecidos, geradas por diferentes tipos de ativações metabólicas. Dentre elas, estimulações da cadeia respiratória celular, principalmente nas mitocôndrias, e aumento da vascularização e formação de fibroblastos<sup>1,12,13,33,61,62</sup>.

Apesar do fato de não existir uma teoria universal para explicar os mecanismos da terapia com estes lasers, procuramos detalhar todas suas possíveis formas de interação. Os lasers mais utilizados são os de Helio-Neônio e de diodo. O laser escolhido para esta pesquisa foi o de GaAlAs, uma vez que as pesquisas têm demonstrado sua maior eficácia no tratamento de alterações mais profundas. Recentemente, vários testes clínicos têm sido realizados no sentido de obter-se um consenso sobre a exata intensidade, tempo de exposição, densidade de energia e local de aplicação do laser<sup>1,2,14,18,20,23,33,50,70,114,122</sup>.

Entretanto, as variações dos protocolos, parâmetros do laser e metodologia de aplicação, podem gerar dúvidas quanto aos resultados obtidos, fazendo-se importante a realização de um estudo clínico, com a finalidade de adequar os parâmetros de utilização, assim como avaliar sua ação antiálgica.



## 1.1 Objetivos

- Avaliar clinicamente os efeitos da terapia com laser de baixa intensidade de GaAIs ( $\lambda=785\text{nm}$ ) em pacientes com disfunção nas articulações têmporo-mandibulares (ATMs), com queixa de sintomatologia dolorosa.
- Estabelecer um protocolo de utilização que possa incluir esta terapia como uma modalidade de tratamento coadjuvante nas disfunções das ATMs.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 História do laser

Durante muito tempo, o sol foi a única fonte de luz intensa. Foram necessários vários séculos de evolução da ciência e estudos sobre os mecanismos de interação entre luz e matéria, para que a partir das considerações de Einstein fosse obtida uma forma de amplificação da luz, denominada laser. O postulado de Einstein parte do pressuposto de que a emissão de luz por um átomo pode ser estimulada pela própria radiação incidente, o que constitui a emissão estimulada.

Este processo teve início com a teoria quântica proposta por MAX PLANCK em 1900 e, posteriormente, com os trabalhos do cientista holandês NIELS BOHR em 1913, que define que os elétrons poderiam residir em mais de um estado energético, movimentando-se em certas órbitas definidas ou observando quantidades discretas de energia (quanta de energia) luminosa<sup>41</sup>.

Em 1958, apoiados nesta teoria, os americanos TOWNES e SCHALOW, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, demonstraram a capacidade de amplificar, com sucesso, as frequências do microondas, processo este, que recebeu o nome de "Maser" que é o acrônimo de *Microwave Amplification by Stimulation Emission of Radiation* e o qual descrevia os princípios básicos das operações de todos os lasers<sup>25,81</sup>. Porém, o prêmio Nobel pelo desenvolvimento do maser foi dado a TOWNES e aos cientistas russos BASOV e PROKHOROV em 1964<sup>25,81,87</sup>.

Em 1960, THEODORE MAIMAN, utilizando de um cristal de rubi e uma lâmpada flash fotográfica, construiu o primeiro laser de rubi com emissão

estimulada de radiação, localizada na faixa visível do espectro eletromagnético, gerando desta forma, o primeiro feixe laser. Alguns autores, entretanto, atribuem ao físico americano GORDON GOLDMAN a expressão "*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*" ou, abreviando, LASER<sup>25,81,124</sup>.

Depois que MAIMAN construiu o primeiro laser de rubi, rapidamente suas aplicações foram aproveitadas na indústria e nas ciências, destacando-se a cirurgia na área médica<sup>81</sup>.

Na área odontológica, em 1964, STERN e SOGNAES iniciaram estudos com laser em tecido dental duro, investigando a possibilidade do uso do laser de rubi na redução da desmineralização do esmalte. Eles observaram uma redução da permeabilidade do esmalte ao ácido quando irradiado<sup>124</sup>.

Todavia, ADRIAN et al., em 1971, observaram que o laser de rubi produzia calor, o que danificava a estrutura da polpa dental, causando necrose, destruição odontoblástica e danos a tecidos e dentes vizinhos, devido a penetração e difusão da radiação, inviabilizando desta forma, o uso do laser de rubi em tecidos mineralizados da boca<sup>87</sup>.

A partir destes estudos iniciais, a tecnologia laser evoluiu e vem evoluindo sobremaneira, nas áreas médica e odontológica.

### **Princípios Básicos**

A luz pode ser descrita como uma onda eletromagnética, e como tal, possui algumas características ondulatórias que a identificam.

Esta onda apresenta um comprimento que é medido através da distância entre dois picos, ou vales, consecutivos. É o comprimento no qual ocorre um ciclo completo da onda (Fig. 1).

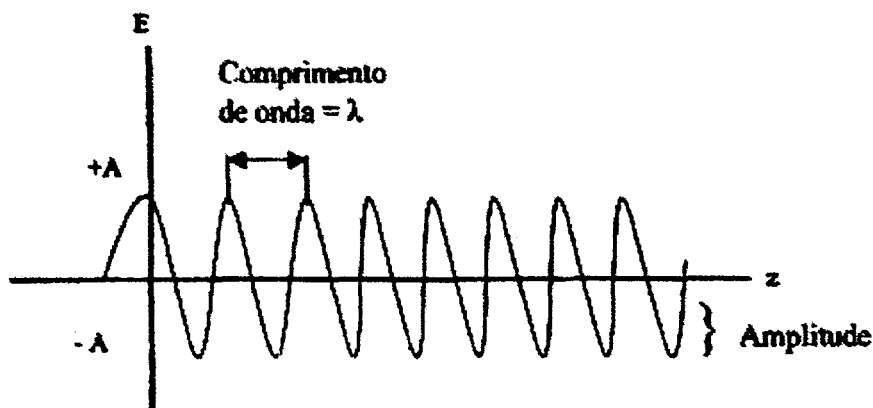


Fig.1 - Esquema ilustrativo do comprimento de onda ( $\lambda$ )<sup>124</sup>

Esta característica define a luz dentro do espectro completo de ondas eletromagnéticas. Uma maneira simples de entender o conceito de espectro é observar um arco íris. Este fenômeno natural é formado pela decomposição da luz branca em sete cores básicas. Estas cores que podemos enxergar fazem parte do espectro de ondas eletromagnéticas e são definidas por seus comprimentos de onda. Porém, existem outros comprimentos de onda que não podemos enxergar, mas podemos sentir os seus efeitos.

Abaixo da faixa de luz que chamamos de visível, temos o ultravioleta (UV), e acima temos o infravermelho (IV). A luz ultravioleta é a responsável pelo escurecimento da nossa pele quando nos expomos ao sol e o seu comprimento de onda (UV) está na faixa de aproximadamente 100-400 nanômetros (nm); o espectro visível (VIS), situa-se aproximadamente entre 400-700 nanômetros e o intervalo do infravermelho (IV), entre 700nm – 1mm.

Um feixe luminoso consiste de um campo eletromagnético composto por um número inteiro de fótons descrito por suas propriedades características: frequência, amplitude e velocidade. A luz branca, como a luz do sol, ou a luz de uma lâmpada comum, é a soma de vários comprimentos de ondas, ou seja, de várias cores, que se propagam em várias direções e incoerentemente<sup>124</sup> (Fig. 2).

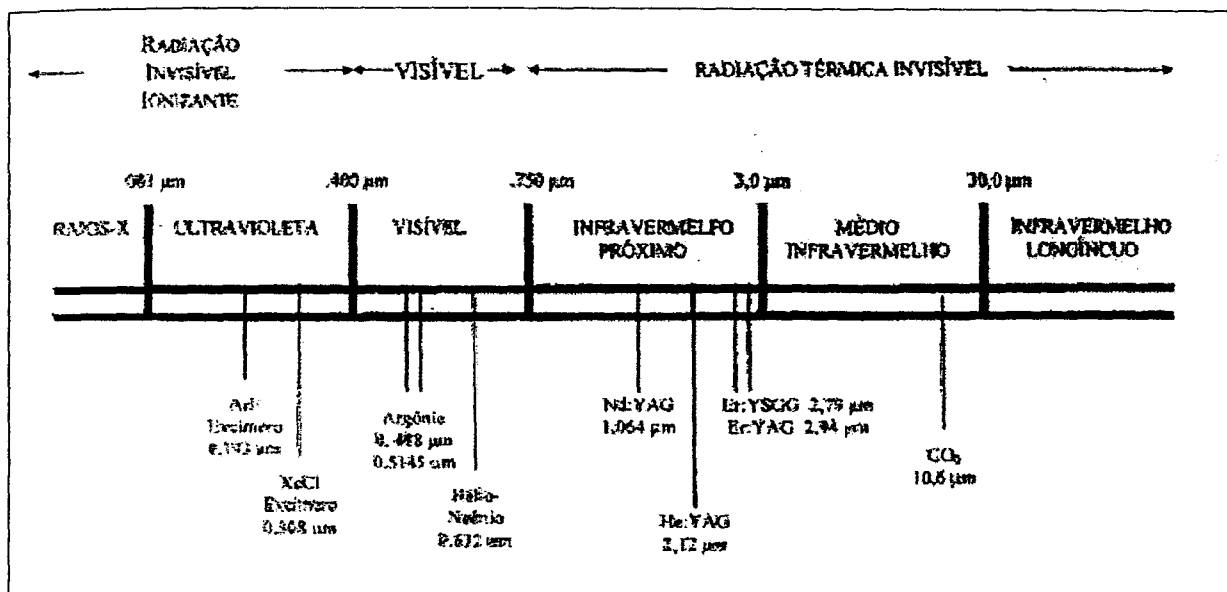


Fig. 2 - Espectro eletromagnético<sup>134</sup>

O laser é uma radiação com características bastante especiais, que possui um comprimento de onda específico.

O fenômeno pode ser obtido quando um material laser tem sua energia de equilíbrio modificada de tal maneira que, alguma energia seja armazenada nos átomos, íons ou moléculas deste material, na forma de estado excitado (inversão de população). Uma onda eletromagnética incidente sobre este material, com frequência correspondente à diferença de energia entre os estados destes átomos, íons ou moléculas, pode ser amplificada, pois os fótons incidentes podem fazer com que os átomos, íons ou moléculas, no estado de energia mais alta decaiam para um estado de energia mais baixa, pela emissão de fótons adicionais, sendo a radiação emitida (estimulada) completamente indistinguível da radiação incidente (estimulante). Se o meio laser ativo (meio de ganho) for colocado em uma cavidade óptica ressonante, formada por dois espelhos, esta radiação estimulada irá oscilar entre estes espelhos e induzir a emissão de mais fótons durante sua passagem pelo meio ativo, sendo amplificada em cada passagem até consumir a energia armazenada. Se um dos espelhos permitir a transmissão de uma fração desta radiação, o resultado será a emissão de um feixe bastante colimado, coerente e monocromático. O grau com que estas características irão se manifestar depende das características do particular

sistema laser e são mais ou menos importantes, dependendo da específica aplicação a que se destina o feixe.<sup>123</sup>

## O Equipamento Laser

A produção da radiação laser se fundamenta em três elementos básicos:

**a) Meio amplificador ou ativo** – meio ou substância que é levada ao estado ativo através de uma excitação. De acordo com suas características físicas, este meio pode ser sólido, líquido ou gasoso.

Os diversos tipos de lasers são dependentes das substâncias utilizadas, que produzem diferentes comprimentos de ondas. Estes comprimentos de ondas estão compreendidos na porção visível do espectro eletromagnético, bem como na porção invisível do infravermelho próximo e longínquo e também invisíveis na porção do ultravioleta. A radiação imperceptível à nossa visão está compreendida abaixo de 400nm e acima de 700nm, respectivamente.

Alguns exemplos de meio ativo e respectiva emissão são apresentados abaixo:

SUBSTÂNCIA	COMPRIMENTO DE ONDA
------------	---------------------

1) Sólidos – cristais:

Rubi \_\_\_\_\_ 0,694 $\mu$ m

Nd:YAG \_\_\_\_\_ 1,064 $\mu$ m

2) Gasosos:

Argônio (Ar<sup>+</sup>) \_\_\_\_\_ 0,351 $\mu$ m - 0,528 $\mu$ m

Monóxido de carbono (CO) \_\_\_\_\_ 5 $\mu$ m - 7 $\mu$ m

Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	9,2μm - 10,6μm
Hélio e Neônio (He-Ne)	0,632μm
Criptônio (Kr <sup>+</sup> )	0,337μm - 0,799μm
Excimer	193μm - 282nm

3) Líquidos: corantes e pigmentos (mais utilizados em pesquisa laboratoriais).

Rodamina \_\_\_\_\_ 0,3μm - 1,4μm

4) Semi-condutores: desenvolvidos em 1962, foram colocados em uso a partir de 1970. São também chamados de laser de diodo. Atualmente, é um dos lasers mais utilizados na LILT, isto devido, entre outras coisas, ao seu baixo custo, a praticidade garantida pelas menores dimensões do aparelho e capacidade de penetração no tecido. Alguns exemplos são:

GaAlAs: \_\_\_\_\_ 0,7μm ~ 0,9μm

Gálio

Alumínio

Arsênio

InGaAs: \_\_\_\_\_ 1,2μm - 1,6μm

Índio

Gálio

Arsênio

InGaAsP: \_\_\_\_\_ 1,2μm - 1,6μm

Índio

Gálio

Arsênio

P fósforo

**b) Fonte de excitação** – a fonte de excitação pode ser de natureza elétrica, óptica, química.

c) **Ressonador óptico** – sistema que sincroniza a ação das partículas do meio ativo, composto de dois espelhos colocados, paralelamente, um em cada extremidade: um de reflexão total e outro de reflexão parcial, que permite a passagem de luz. (Fig. 3)

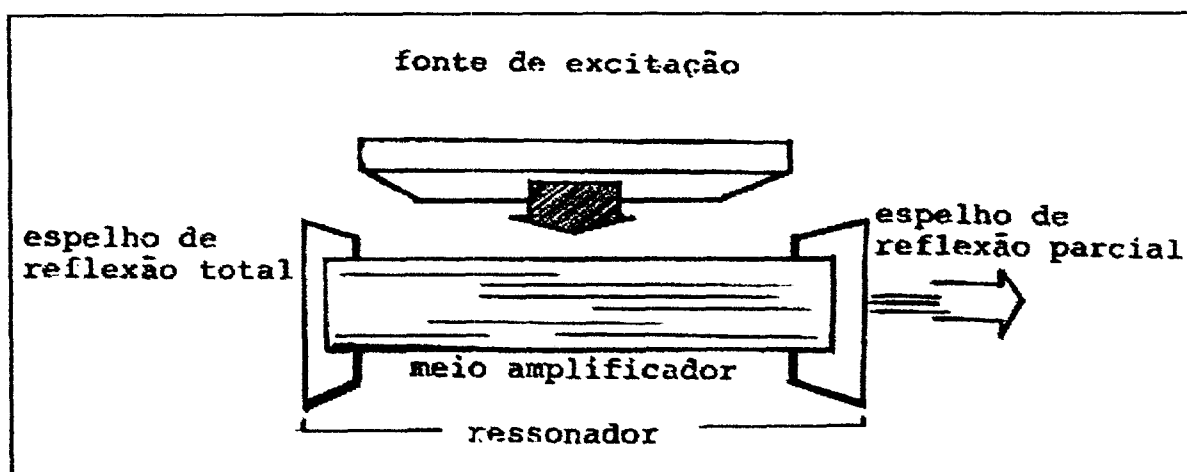


Fig. 3 - Componentes básicos de um laser

A radiação laser pode apresentar:

- monocromaticidade – o feixe apresenta o mesmo comprimento de onda e, portanto, com uma única cor; por isso não sofre decomposição quando incide em um prisma.

- coerência – ocorre quando as ondas possuem o mesmo comprimento e em fase, caminham de forma similar em espaço e tempo, como um exército de soldados marchando em movimentos sincronizados. A emissão coerente permite grandes concentrações de energia por unidade de superfície, obtendo-se com isso, uma ação pontual e bastante intensa sobre a matéria.

- colimação unidirecional – o feixe segue uma direção única e praticamente não diverge em pequenas distâncias.<sup>100</sup>

Freqüentemente, o diâmetro do feixe do laser é demasiadamente largo e tem uma potência insuficiente para determinadas aplicações médicas. Por esse



motivo, uma lente focalizadora é colocada no trajeto da luz, para reduzir o diâmetro do feixe, a fim de adequá-lo para a utilização. Esta diminuição do diâmetro do feixe aumenta a intensidade e o seu efeito sobre o tecido.<sup>123</sup>

### **Modos de emissão do laser**

Existem dois regimes fundamentais de operação de qualquer sistema laser: a emissão contínua e a emissão pulsada. Na operação contínua, a emissão se dá na forma de um feixe de potência (e forma espacial) constante, que não varia com o tempo (a inversão de população é estacionária). Na operação pulsada, a emissão é intermitente, com pulsos de energia emitidos a intervalos regulares de tempo (inversão de população é variável no tempo). Na maioria dos casos, estes modos de operação são, portanto, determinados pela maneira com a qual o elemento ativo é bombeado pela fonte de alimentação. No caso do bombeamento contínuo, a única variável controlada pelo operador é o nível de potência, que pode ir desde zero até a um máximo que é característico de cada equipamento. No caso de lasers pulsados, muitas vezes, o operador pode variar a energia e a largura temporal de cada pulso, e também a taxa de repetição. Assim varia-se não somente a potência média, mas também a potência pico da radiação laser. Além do tipo de bombeamento, mecanismos especiais colocados intracavidade alteram a forma temporal com que o elemento ativo é despopulado. Nestes casos, concentrações excepcionalmente altas de energia óptica no espaço e no tempo podem ser obtidas. Com estes mecanismos, como no caso do chaveamento (*Q-switching*) e do travamento de modos (*Mode-locking*), são obtidos pulsos ultracurtos da ordem de  $10^{-11}$  –  $10^{-12}$ s e potência pico de até  $10^{12}$ W.

Alguns protótipos de laser tem uma combinação de suas capacidades contínuas, interrompidas e pulsadas. Muitos lasers permitem ao operador variar a fonte de potência, o tempo de exposição e o diâmetro do feixe.<sup>123</sup>

## Classificação da terapia laser

No campo médico-cirúrgico, sugere-se que a terapia a laser seja dividida em dois grandes grupos: *High Intensity Laser Therapy* (HILT) e *Low Intensity Laser Therapy* (LILT)<sup>100,120</sup>.

a) HILT – terapia com laser emitindo altas intensidades, que possui uma intensidade muito elevada, e se o comprimento de onda for absorvido pela estrutura atingida, levará a efeitos térmicos.

b) LILT - terapia com laser emitindo baixas intensidades, onde a energia absorvida não será transformada em calor. Neste caso, a absorção da luz pela estrutura biológica desencadeará efeitos fotoquímicos, fotofísicos e/ou fotobiológicos.

## Laser de GaAIAs

Este é um laser semicondutor, com comprimento de onda entre 780-870nm (invisível) que pode ser classificado na categoria 3B, considerado perigoso quanto ao risco de injúria ocular.<sup>94</sup> O risco do dano se deve, em parte, à colimação do feixe e também ao comprimento de onda que tem afinidade pela retina. Além disso, por ser invisível a olho nu, não provoca o reflexo do fechamento das pálpebras em caso de exposição, podendo aumentar o risco do dano. Esses lasers podem apresentar-se no modo de emissão contínua ou pulsátil<sup>121</sup>.

Os lasers de baixa potência de GaAIAs surgiram em meados dos anos 80<sup>120</sup> e foram ganhando popularidade até os dias atuais. Suas potências variam entre 20 e 100mW, porém, atualmente, já existem lasers com 500 e até 1000mW. Ele pode trabalhar com eletricidade ou com baterias e uma das vantagens dos lasers de diodo é o baixo custo<sup>21</sup>.

Muitos lasers de GaAIAs são bem desenhados, cambiáveis, com pontas intraorais esterilizáveis; uma das maiores vantagens deste tipo de laser é que o

diodo está localizado na própria peça de mão, o que significa que não há necessidade de fibra óptica para conduzir a luz.

As indicações para tratamentos terapêuticos com o laser de GaAlAs incluem feridas de difícil cicatrização, artrite reumatóide, alterações musculares, alterações articulares (preferivelmente articulações pequenas) e dor.<sup>14,21,28,29,45</sup>

### **Interação do laser com o tecido biológico**

O entendimento da interação entre os diversos lasers e os tecidos, baseia-se principalmente no entendimento das reações que podem ser induzidas nestes tecidos pela luz laser.

Cada tipo de laser resulta em luz de comprimento de onda específico, e cada comprimento de onda reage de uma maneira diferente com cada tecido. Outro fator importante é a densidade de energia, que é a quantidade de energia por unidade de área entregue aos tecidos. Além disso, temos que considerar ainda os fatores temporais, como a forma de emissão de luz (contínua ou pulsátil), a taxa de repetição e a largura do pulso, para lasers de emissão pulsátil.

Além dos fatores inerentes ao laser, devemos ainda observar as características peculiares de cada tecido, principalmente as que controlam reações moleculares e bioquímicas. A propriedade óptica de cada tecido biológico alvo é muito importante, pois ela tem um papel fundamental na distribuição da luz laser naquele tecido e irá determinar a extensão e a natureza da resposta tecidual. Quando a luz laser incide em um tecido biológico, uma parte da luz é refletida, uma parte da luz remanescente e que foi transmitida, é espalhada dentro do tecido (que em alguns casos leva a danos em regiões distantes da área onde o feixe aparentemente se propaga), parte da luz remanescente é absorvida, tanto pela água do tecido ou por algum outro cromóforo absorvedor, como a hemoglobina e a melanina, e, finalmente, uma parte da luz pode ser transmitida ao longo de toda a espessura do tecido<sup>134</sup> (Fig. 4):

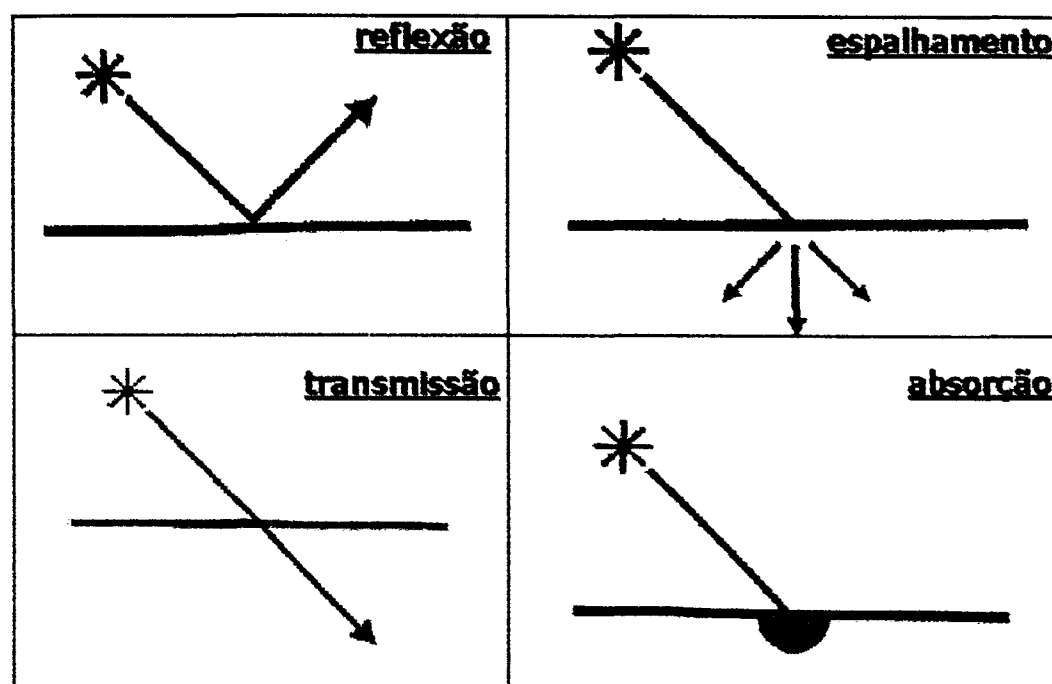


Fig. 4 - Fenômenos de interação da luz com o tecido<sup>134</sup>

Sistemas biológicos são complexos e compostos por uma grande variedade de elementos celulares e fluidos teciduais, cada qual com diferentes características de absorção. Uma vez que o corpo humano é majoritariamente constituído por água, a absorção da luz pela água é de fundamental importância para aplicações biomédicas. Os elementos do tecido que exibem um alto coeficiente de absorção de um particular comprimento de onda ou por uma região do espectro são chamados cromóforos. Além da água, cromóforos como a melanina, a hemoglobina, as proteínas e nos casos do tecido dental, a hidroxiapatita, exercem significativa influência sobre a interação da radiação e o tecido.

### Absorção óptica dos principais componentes dos tecidos biológicos

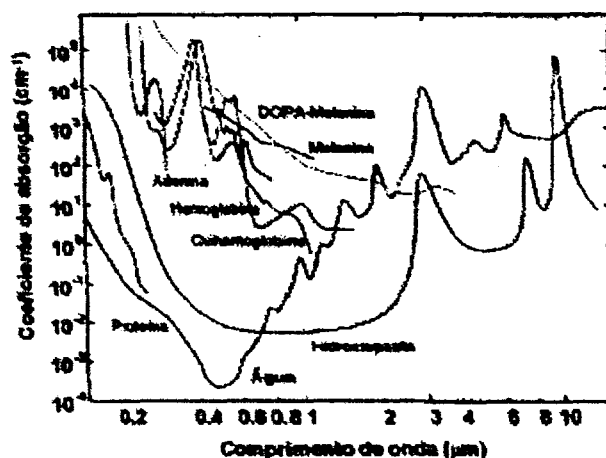


Gráfico 1 - Espectro de absorção de alguns cromóforos do tecido biológico<sup>134</sup>

A profundidade de transmissão, também chamada de profundidade de penetração óptica, ou comprimento de absorção, corresponde ao comprimento no qual 63% da luz incidente é absorvida. Caso a luz absorvida contenha fótons energéticos o suficiente, ligações químicas de átomos ou moléculas do tecido absorvedor podem ser quebradas (em geral isto ocorre com o ultravioleta). Para os procedimentos biomédicos mais usuais, fótons menos energéticos são usados (infravermelho). A absorção destes fótons leva átomos e moléculas a vibrar muito mais rapidamente e, conseqüentemente, ocorre elevação de temperatura.

As interações que podem ocorrer quando a radiação laser é absorvida pelos tecidos biológicos são: efeitos fototérmicos, efeitos fotoquímicos, efeitos fotomecânicos, fotoelétricos e efeitos quânticos. Cada um destes processos irá causar efeitos clínicos específicos. A ação da radiação laser de alta intensidade sobre um tecido se faz através de mecanismos térmicos, quando este atinge uma superfície, com subsequente elevação de sua temperatura. Esse fenômeno poderá ser observado conforme descrito abaixo<sup>134</sup>.

Até 40°C	Ativação térmica. Ativação do metabolismo e funções teciduais. Efeito térmico baixo (LILT)
↓	
50°C	Desnaturação de proteínas e do colágeno
↓	
70°C	Efeito térmico médio Coagulação, cauterização
↓	
90°C	Carbonização
↓	
acima de 150°C	Vaporização Efeito térmico elevado

## 2.2 Articulação têmporo-mandibular - ATM

### Anatomia

A ATM é considerada a articulação mais específica do corpo humano<sup>10</sup>. O crescimento do côndilo se faz por ossificação endocondral, o que sugere susceptibilidade às injúrias durante a primeira década de vida<sup>26</sup>. Usualmente, essa ossificação é completada aos 22 anos de idade. De acordo com MOFFET<sup>89</sup>, a atividade de crescimento da eminência articular é completada aos sete anos. Por tratar-se de uma articulação sinovial, exhibe características específicas quando comparada às articulações de mesma classificação anatômica.

Como elementos ativos, possui dois côndilos, superfícies ósseas salientes e convexas com finalidade articular.<sup>107,131</sup> Essa conformação classifica a ATM como uma bicondiloartrose bilateral complexa, que possui os seguintes componentes anatômicos:

- superfície articular;
- sistema ligamentar;
- menisco ou disco articular;
- líquido e membrana sinoviais.

### **Superfície articular**

- osso temporal – cavidade mandibular (fossa mandibular ou cavidade glenóide) cuja função passiva é de alojar o côndilo da mandíbula em posição de repouso, e eminência articular (tubérculo articular) cujo desenho anatômico propicia os movimentos mandibulares.
- mandíbula – envolve-se na articulação por intermédio do côndilo, estrutura esta situada na extremidade proximal do ramo ascendente. Sua conformação elíptica acompanha a mesma direção da eminência articular e da cavidade mandibular do osso temporal.

Todas as superfícies ósseas das articulações são revestidas por cartilagens do tipo hialina, sendo a única exceção a própria ATM, onde observa-se a presença de cartilagens do tipo fibrosa. Esta característica assume particular importância, pois a fibrocartilagem da ATM tem a propriedade exclusiva de constante formação óssea, além de se regenerar quando lesada<sup>34</sup>.

### **Sistema ligamentar**

Tem como principais funções, proteger a articulação envolvendo-a para manter sua perfeita lubrificação e impedir o afastamento dos ossos durante os

movimentos para que não haja a perda da efetividade de ação.<sup>11</sup> Pode-se dividir este sistema didaticamente em:

- Cápsula articular

Constituída por duas lâminas, uma superficial e outra profunda, que permitem os amplos deslocamentos do côndilo mandibular em seu deslize pela vertente posterior da eminência articular até sua posição final ao término de um movimento mandibular.

- Ligamentos capsulares

Constituem os reforços da própria cápsula fazendo parte integrante da mesma. Sua principal função é a de manutenção da estabilidade articular. São eles: ligamentos têmporo-mandibulares lateral, medial e posterior, também conhecida como zona bilaminar, ricamente vascularizada e inervada, o que a torna sede de algias nos distúrbios da ATM.<sup>27,30</sup>

- Ligamentos acessórios

Encontram-se inseridos à distância, cuja finalidade é a união dos elementos da articulação. São eles: o esfenomandibular, estilomandibular e pterigomandibular<sup>107</sup>.

### **Menisco ou disco articular**

Trata-se de um elemento fibrocartilaginoso, cuja função é tornar harmônicas as superfícies ósseas discordantes além de oferecer estabilidade à articulação durante os movimentos mandibulares.

Segundo ZARB et al<sup>133</sup>, o disco articular possui uma parte central, avascular, densa, que contém células cartilaginosas e matriz fibrosa. Essa porção



é a que fica em contato direto com o côndilo e a eminência articular, e, quando danificada, apresenta uma falta de capacidade de regeneração. A porção posterior e periférica do disco articular é altamente vascularizada e innervada. Ele encontra-se inserido à cápsula articular em sua borda anterior, na borda antero-medial, está unido às fibras do feixe superior do músculo pterigóideo lateral; na posterior ao ligamento posterior ou zona bilaminar, em suas bordas laterais e medial, insere-se à cápsula articular e principalmente nos pólos do côndilo mandibular lateral e medial, respectivamente. Esta fixação permite ao menisco acompanhar todos os movimentos da cabeça do côndilo.

Finalmente, a situação anatômica do menisco na intimidade da articulação têmporo-mandibular resulta na cavidade articular em dois espaços estanques: cavidade têmporo-meniscal superior, entre menisco e osso temporal, e cavidade mandibulomeniscal inferior, entre menisco e côndilo. Funcionalmente, o espaço superior relaciona-se aos movimentos de translação do côndilo mandibular, sob ação principal do músculo pterigóideo lateral, ao tempo em que o espaço inferior é solicitado na rotação da cabeça da mandíbula, quando esta encontra-se sob a ação dos músculos supra-hióideos<sup>36</sup>.

### **Líquidos e Membranas Sinoviais**

A membrana sinovial, uma delicada lâmina de tecido conjuntivo frouxo, é um estroma de fibras colágenas e fibroblastos que reveste internamente a cápsula articular. Sua inserção coincide com a inserção da cápsula articular<sup>107</sup>.

### **FISIOLOGIA**

As diversas funções orais que realizamos são determinadas por um conjunto de elementos funcionais aos quais denominamos sistema estomatognático, antigamente conhecido como sistema mastigatório, já que se acreditava que sua função fosse exclusivamente mastigatória<sup>16,34</sup>.

Como toda atividade estomatognática exige, em grau maior ou menor, a participação da mandíbula, esta deve integrar-se ao resto do esqueleto crânio-facial por meio de uma articulação móvel, a ATM, que desempenha um papel fundamental na função estomatognática, seja no aspecto formativo, seja na sensibilidade articular. Desse modo, as ATMs são extremamente vulneráveis às patologias dos sistema estomatognático<sup>11,35,39,43,89,110,134</sup>. Algumas particularidades das ATMs são essenciais para análise de sua fisiologia. São elas:

- dualidade articular: trata-se de uma raridade no organismo humano, que não se repete em nenhuma outra região anatômica, onde se observa a presença de duas articulações móveis com a finalidade de mobilizar um só osso (a mandíbula), o que exige uma harmonia anátomo-funcional extraordinariamente rigorosa para determinação de movimentos mandibulares eficientes;
- ausência de pressão intra-articular: a tração exercida por estruturas afins retira as forças sobre as superfícies articulares;
- orientação bicondilar: refere-se à direção espacial dos côndilos, cujo eixo maior se dirige da frente para trás e de fora para dentro. Esta direção determina um intercruzamento virtual das prolongações de ambos os eixos por volta do ocpúcio. Esta característica permite o deslocamento da mandíbula seguindo diversos planos espaciais;
- relação condiloglenóide importante: a superfície da fossa condilar total é bem maior que a superfície de contato condilar. Isto, em grande parte, é decorrente do alargamento da cavidade condilar pelo interposto na região posterior da articulação;
- existência de uma forte cápsula e ligamentos acessórios: Esta peculiaridade é importante, pois permite a manutenção da posição mandibular contra a força gravitacional, segurando sua posição elevada, além de permitir deslocamentos importantes do côndilo na funcionalidade articular e, de modo especial, conter uma grande diversidade de receptores sensíveis ao deslizamento condilar;
- disposição da cavidade condilar: as características anatômicas desta cavidade, permite uma maior variedade de deslocamentos mandibulares onde se incluem os movimentos de rotação condilar, translação lateral e

translação ântero-posterior. Esta particularidade torna o homem um omnívoro, ao poder mastigar maior diversidade de alimentos.<sup>36</sup>

- Ação muscular

As características mecânicas de contração muscular estomatognática são bastante complexas, o que determina que os movimentos mandibulares não são necessariamente decorrentes imediatos da contração muscular, fato este resultante da grande complexidade anatômica da região crânio facial.

Referir-se à musculatura estomatognática significa considerar um grupo heterogêneo de músculos de função e morfologia muito diferentes, mas que confluem a um ponto comum: a fisiologia estomatognática.<sup>35,106</sup>

- Músculos levantadores ou elevadores da mandíbula

Trata-se do grupo mais importante de músculos estomatognáticos, cuja principal, mas não única, função é elevar a mandíbula, fechando a boca. Contudo, paralela ou independente (de acordo com as condições presentes) podem ocorrer translações laterais (direita/esquerda), bem como translações ântero-posteriores (protrusão ou retrusão da mandíbula).

Entre os músculos elevadores se destaca a função fundamental do temporal, especificamente dos feixes anteriores ou ventrais, que ao se contrair determinam elevação mandibular. Entretanto, os feixes posteriores ou dorsais determinam retrusão mandibular, quando a mandíbula está em posição alta. Esses músculos, além das fibras bem desenvolvidas, possuem um sistema informativo importante, representado pelo fuso muscular, de modo que existem várias unidades receptivas por fibra muscular. Como os outros músculos elevadores, masseter e pterigóideo medial, o temporal é estimulado por fibras motoras pertencentes ao trigêmio motor, tanto provenientes de  $\alpha$  como de  $\gamma$ -motoneurônios, que intervêm respectivamente fibras musculares extrafusais como intrafusais, determinando, no primeiro caso, contração de tipo fásica, seja do tipo isotônico (o mais freqüente) ou isométrico, de acordo com as condições

mecânicas da boca. Em circunstâncias de boca fechada, por exemplo, apresenta apenas contração isométrica, com aumento do nível tensional do músculo, situação que ocorre quando a mandíbula tem completada a fase de elevação e as superfícies oclusais já estão em posição, determinando, nestas condições, pressão interoclusal intercuspideana, que leva à trituração do alimento interposto entre os dentes.

- Músculos depressores ou abaixadores da mandíbula

Representam outro grupo importante de músculos estomatognáticos, embora não tanto quanto os elevadores, porque aqueles são fundamentais na manutenção da posição de fechamento bucal em repouso, bem como na mordida. Entretanto, através de estudos eletromiográficos, determinou-se que no fechamento bucal também se detecta atividade elétrica aumentada dos músculos depressores de modo que na postura mandibular de repouso são contraídos, tanto os músculos elevadores como os depressores, resultando como fenômeno mecânico terminal, uma elevação, mas não total, da mandíbula, deixando um espaço interoclusal de 1 a 3mm, estando, porém, os lábios em contato. Como pode se entender, o tônus elevador deve ser maior que o depressor para manter a mandíbula em posição alta.

O músculo depressor da mandíbula mais importante é o pterigóide lateral, innervado também pelo trigêmio motor. Os outros músculos abaixadores estão representados pelo conjunto de músculos denominados geneticamente de supra-hióideos, entre os quais cabe destacar o digástrico, particularmente o ventre anterior, o miloióideo, o estiloíóideo e o genioíóideo. Funcionalmente, pode ser incluso neste grupo, o esternocleidomastoídeo, que pode agir sinergicamente com os anteriores, embora seja um músculo de localização cervical<sup>107</sup>.

Os músculos supra-hióideos (localizados entre a mandíbula e o osso hióideo) podem agir de duas maneiras diferentes, de acordo com os abaixadores da mandíbula (osso que pode se deslocar), porém se a mandíbula for um osso fixo, o hióideo será deslocado para cima, como acontece na deglutição, por

exemplo. Sua inervação é heterogênea, seja do trigêmio motor como no ventre anterior do digástrico e miloióideo (XII) para o genioióideo.

Dentro do contexto dos músculos depressores gnáticos, devem se acrescentar os músculos denominados geneticamente de infra-hióideos, porque estes contribuem de modo primordial na fixação da posição dos hióideos. Integram este grupo uma série de músculos que, ao se contrair, deslocam o hióideo para baixo, se o ponto de fixação for a laringe; ou agindo inversamente, deslocando a laringe em bloco para cima, se o hióideo estiver fixo.

#### - Músculos faciais

Na face existem vários músculos – a maior parte inervados pelo nervo facial (VII), que determinam ou participam da função estomatognática, contribuindo decisivamente na função motora da face ou da boca. Cabe destacar os seguintes: bucinador; os zigomáticos, maior e menor, o músculo levantador do lábio superior, músculo levantador do lábio superior e da asa nasal, o risório de Santorini, o orbicular da boca, o mental, os músculos depressores do ângulo da boca e do lábio inferior, além do músculo levantador do ângulo bucal.

#### - Músculos da língua

A língua é um órgão basicamente musculoso, pois possui uma poderosa musculatura esquelética, mas que apresenta certas propriedades funcionais, que identificam esta musculatura e permitem sua função. De fato, a musculatura glóssica tem fibras musculares finas, de contração muito rápida, motivo pelo qual não pode oferecer a peculiaridade de manter uma contração tônica. Desse modo, a língua não tem tônus muscular. Contribui para este efeito a ausência praticamente total de fusos intramusculares, não havendo, portanto, musculatura intrafusar, possibilidade de reflexo miotático e contração mantida.

Dos músculos da língua podem se diferenciar dois grupos fundamentais: os intrínsecos e os extrínsecos. Em relação aos primeiros, tratam-se de músculos que se inserem exclusivamente na língua e determinam movimentos como: torção,

enrolamento, estreitamento, canalização, levantamento ou abaixamento de setores da língua (ponta, dorso). Destacam-se o músculo longitudinal inferior, longitudinal superior, o transverso da língua e o vertical da língua. No que diz referência aos músculos extrínsecos linguais, estes se dirigem para sua inserção fora da língua, para quatro pontos básicos: para frente, o músculo genioglosso; para trás, o estiloglosso; para cima, o palatoglosso; e para baixo, o hipoglosso, ao que se agrega o condroglosso, que também se insere do corno menor do hióide. Todos os músculos são inervados pelo nervo hipoglosso (XII par).

- Músculo do véu palato

Trata-se de um pequeno conjunto de músculos que agem sobre o véu do palato mole, em geral. Entre eles, destacam-se o tensor do véu, o elevador do véu do palato e a úvula, que levanta este último órgão. Eles desenvolvem papel importante na deglutição. O primeiro deles é inervado pelo trigêmio motor, os outros pelo glossofaríngeo, vago e acessório (VI).

- Músculo da faringe

Estes músculos são particularmente importantes na fase faríngea da deglutição, orientando e facilitando a passagem do bolo alimentar ou da saliva no sentido do esôfago, evitando seu trânsito para a laringe e vias aéreas. Destacam-se os constritores da faringe: superior, médio e inferior, além do estilofaríngeo e salpingofaríngeo. São inervados fundamentalmente pelo glossofaríngeo, mas também intervêm o vago e o acessório.

- Músculos cervicais

Trata-se de uma série de músculos esqueléticos fortes e bem desenvolvidos, cuja função primordial refere-se à manutenção da posição da cabeça, relação esta que é fundamental para função estomatognática, particularmente deglutição e fonoarticulação da voz. Entre outros, cabe assinalar o esternocleidomastóideo como o fundamental, os músculos da nuca, como

trapézio, rombóides maior e menor, músculos esplêndidos da cabeça e do pescoço; são inervados pelos primeiros pares motores medulares cervicais<sup>106</sup>.

#### - Integração – Função Estomatognática/Sistema Nervoso Central

No caso da mastigação, a resposta estomatognática é integrada no núcleo mesencefálico do trigêmio, onde convergem aferências de origem bucal, a partir da mucosa lingual (reflexo de fechamento), do periodonto (adaptação pressórica) e da articulação temporomandibular (reflexos de ajuste). Além disso, recebe impulsos originados no sistema límbico (importantes para a ritmicidade), do cerebelo (ajuste motor) e até de outros centros, como do córtex visual.

Na sucção, os impulsos nascem na mucosa labial e da ponta da língua, que parecem integrados ao núcleo supratrigeminal, mas os efetores motores são núcleos motores dos nervos cranianos V (trigêmio); é fundamental, VII (facial), que controla a musculatura da face, XII (hipoglosso), controla a musculatura da língua, e mais secundariamente os núcleos motores do X (vago), XI (acessório) e IX (glossofaríngeo). Além dos mecanismos reflexos precipitantes, também os centros superiores podem interferir na geração e manutenção da sucção, como o hipotálamo e o córtex cerebral.

Na fonoarticulação, também o núcleo supratrigeminal é importante na resposta estomatognática; mas, neste caso, a integração parece ser mais alta: no corpo estriado, onde se integram influxos do córtex cerebral, além da influência hipotalâmica e límbica, bem como cerebelar. O corpo estriado controla, ademais, os grupos dorsais bulbares da respiração e o núcleo motor do X par, que, por via do nervo recorrente, regula a função laríngea (cordas vocais e musculatura intrínseca da laringe). Nas funções ligadas mais estreitamente a fenômenos emotivos (afetivos), como o beijo, o riso, a mordida ou a expressão facial (fácies), a influência decisiva sobre o núcleo supratrigeminal provém do hipotálamo e sistema límbico (amígdala límbica). Na postura mandibular (ou gnática) de repouso, bem como a cêntrica (ou excêntrica), interferem estruturas superiores, ligadas ao equilíbrio e postura geral, como a formação reticular facilitadora

(descendente), o núcleo vestibular, os núcleos da base e o cerebelo, controlando o motoneurônio Y e a contração muscular tônica<sup>67</sup>.

## 2.3 Disfunção têmporo-mandibular

### Definição

A denominação disfunção crânio-mandibular (DCM) é um termo coletivo que em 1989 foi sugerido por BELL<sup>9</sup> e aceito como definitivo pela *American Dental Association*. Esta classificação é dada a pacientes com alterações clínicas relacionadas aos músculos mastigatórios e/ou articulações têmporo-mandibulares, muitas vezes associadas a dor mandibular, dor cervical, dor de ouvido, dor de cabeça e dor facial. Em adição a dor, outros sinais e sintomas tais como: limitações e desvios nos movimentos mandibulares, facetas de desgastes dentais, ruídos articulares, apertamento dental, bruxismo e torque mandibular entre outros, freqüentemente acompanham tais pacientes.<sup>27,34,46,53</sup>

### Histórico

Em 1934, COSTEN<sup>32</sup>, descreve a Síndrome de COSTEN, em um trabalho onde ele relaciona a perda dos dentes posteriores, como responsáveis pela falta de suporte da mandíbula, a qual pressiona porções neurais do ouvido, redundando em dores nesta região. Esta teoria foi desenvolvida embasada na grande freqüência de pacientes que o procuravam para tratar dores de ouvido, os quais não possuíam nenhuma alteração nesta estrutura. Relacionou, portanto, a ausência de dentes posteriores, muito freqüente na época, diretamente com a sintomatologia.

SICHER<sup>106</sup> (1949) mostrou que COSTEN<sup>32</sup> não estava absolutamente certo em suas afirmações, pois observou que muitos pacientes que apresentavam os mesmos sintomas referidos da síndrome, possuíam dentes posteriores em



perfeitas condições, e que era impossível, anatomicamente, a compressão do nervo aurículo temporal, entretanto, COSTEN<sup>32</sup> obteve especial importância em suas publicações, pois relacionou uma série de sintomatologias dolorosas faciais até então não-vinculadas aos dentes. É considerado o precursor desta matéria na Odontologia.

Em 1956, SCHWARTZ<sup>105</sup> discutiu a importância da musculatura relativa às disfunções crânio-mandibulares e introduziu a "síndrome da dor e da disfunção miofascial". Defendeu que a desarmonia oclusal levava à disfunção muscular em muitos pacientes, e isto, por sua vez, era responsável pela dor nas articulações têmporo-mandibulares.

O diagnóstico da dor e da disfunção miofascial deveria indicar ausência de áreas radiológicas anormais<sup>102</sup>. Os principais sinais e sintomas da referida síndrome eram:

1. dor no ouvido ou na região periauricular em condições não inflamatórias;
2. limitação dos movimentos mandibulares, ou desvios na abertura que indicariam espasmo muscular;
3. musculatura tensa ao redor do côndilo, ramo e ângulo da mandíbula;
4. ruídos na ATM poderiam ser sinal do movimento descoordenado da mandíbula ou disfunção do disco<sup>9</sup>.

Nos anos 70, numerosos autores apresentaram informações a respeito do relacionamento entre a oclusão dentária e a ATM, entre eles destacam-se: (GUICHET<sup>48</sup> 1970, SOLBERG<sup>110</sup> 1972, JANKELSON<sup>55</sup> 1973, WEINBERG<sup>126</sup> 1973, DAWSON<sup>34</sup> 1974, NEFF<sup>92</sup> 1975, REIDER<sup>99</sup> 1978, WILLIANSO<sup>129,130</sup> 1979).

LASKIN e GREENE<sup>71</sup> (1979) estudaram a etiologia da dor e disfunção miofascial e propuseram a teoria psicofisiológica da disfunção da ATM. De acordo com ela, o estresse emocional do paciente desempenhava maior papel na etiologia da disfunção do que os chamados "irritantes dentários".

Em 1978, WILKES<sup>127</sup> e FARRAR<sup>39</sup> apresentaram informações de estudos artrográficos sobre a função normal das ATMs. Estes trabalhos foram significativos pelo fato de fornecerem informações importantes quanto à função da articulação, pouco compreendida. Os autores deram maior destaque ao desarranjo interno das ATMs e menor aos fatores musculares e oclusais.

### **Etiologia**

RICKETTS<sup>101</sup> (1966) propôs que as disfunções da ATM são resultados diretos ou indiretos da maloclusão, mas considera importante avaliar também os fatores sistêmicos e psicológicos. Os principais fatores etiológicos para ele são:

- função excessiva;
- interferência;
- perda de suporte posterior;
- deslocamento posterior do côndilo.

THOMPSON<sup>115</sup> enfatizou a importância do tratamento precoce dos problemas do sistema neuro-muscular e ATM, evitando assim, que uma maloclusão funcional se transforme em uma maloclusão estrutural. Segundo ele, o tratamento da maloclusão funcional é muito fácil, pois o jovem ainda possui potencial de crescimento facial, o que favorece os resultados.

SOLBERG<sup>110</sup> realizou estudos associando problemas oclusais às disfunções da ATM em cadáveres de jovens adultos. A perda de dentes e a excessiva função oral foram consideradas fatores importantes: 96% dos cadáveres examinados tinham uma dentição natural combinada com próteses fixas.

A classificação de ANGLE<sup>3</sup> foi baseada no posicionamento de molares e caninos. Foram consideradas as relações cruzadas, *Overjet* e *Overbite* que com valores de 1 a 5mm, foram consideradas normais.

Todos os parâmetros das maloclusões foram analisados com respeito à sua associação com idade, sexo e raça dos pacientes.

As características da ATM incluíram todos os tipos de contornos e formas de cada articulação, as evidências macroscópicas e o deslocamento, a deformação e a degeneração do disco articular. As evidências macroscópicas de remodelação na ATM estavam, estatisticamente, relacionadas com a maloclusão. Os pacientes portadores de maloclusão da Classe II de Angle foram os que mostraram maiores evidências histológicas de remodelações e mudanças nas ATMs. A mordida cruzada anterior estava associada às mudanças de forma na eminência articular. As sobremordidas acentuadas foram mais comuns em pessoas com superfícies condilares achatadas. Os *overjets* (ressaltes, protruções) anormais estavam associados aos deslocamentos do disco articular.

Concluindo, a maloclusão foi associada às mudanças morfológicas da ATM, particularmente quando combinada com o fator idade. Segundo SOLBERG<sup>109</sup>, estas evidências suportam a convicção de que longas exposições a maloclusão devem ser associadas com as mais extensivas mudanças na ATM.

Existem duas categorias de problemas na ATM: as desordens morfológicas, que incluem: grandes traumas, artrites, neoplasias, anquiloses e malformações genéticas, e as desordens funcionais, que incluem: dores faciais, dores na ATM e limitações de movimento. A ATM é a mais complexa e variável articulação no corpo humano. Numerosos anatomistas têm ilustrado, através de estudos, a sua extrema variabilidade e as diferenças individuais da ATM de pessoa para pessoa.<sup>110,115</sup> Entretanto, as variações anatômicas ou assimétricas não podem ser excluídas como possíveis fatores etiológicos de problemas de ATM.

Segundo WILLIANSON<sup>128,129</sup>, as assimetrias mandibulares são muito comuns e podem ter como causa fatores genéticos, traumáticos e funcionais. Essas assimetrias, quando detectadas, principalmente em jovens, devem ser tratadas precocemente.

Além da assimetria mandibular, outra preocupação é quanto ao torque mandibular, ou seja, o posicionamento da mandíbula visto tanto no plano vertical, quanto no plano horizontal. Torque mandibular é a torção que a mandíbula pode sofrer quando os dentes estão ocluídos, pode ser visualizado clinicamente, através do freio labial superior.

O insucesso do diagnóstico e tratamento dos distúrbios craniomandibulares, estão diretamente relacionados com inadequados métodos de avaliação clínica, como afirmou MOFFET<sup>89</sup>, enfatizando que ruídos na ATM são sinais ou sintomas importantíssimos que devem ser tratados. Ele afirmou ainda que é "incompetente" o profissional que não considera o ruído clinicamente significativo. FARRAR<sup>39</sup> propôs que todos os sinais de disfunção mandibular, incluindo o ruído, são indicativos de distúrbios internos da ATM. Alguns autores são da opinião que os ruídos são o resultado da descoordenação entre feixe superior e inferior do pterigoideo lateral. WILLIANSO<sup>129</sup>, sugere que o ruído pode ser indicação de uma falta de coordenação entre o côndilo e o disco durante o movimento. Em contrapartida a estes autores, que acreditam serem os ruídos sinais de patologia na ATM, existem aqueles que questionaram a validade de que os ruídos são sempre indicativos de distúrbios têmporo-mandibulares.

### **Oclusão dos dentes e ATM**

O conceito de oclusão evoluiu nos últimos anos de uma concepção puramente estática, para uma concepção dinâmico-funcional envolvendo dentes, ATM e sistema neuromuscular<sup>55</sup>. Por essa razão, as bases de diagnóstico e necessidade de tratamento alicerçaram-se na avaliação da saúde e funcionamento do aparelho mastigador. Os valores puramente estáticos de diagnóstico das maloclusões vão cedendo lugar às concepções dinâmico-funcionais.

A maxila e mandíbula possuem uma arquitetura particular destinada às necessidades funcionais do aparelho mastigatório. As forças que se manifestam sobre os dentes são transmitidas do osso, através do ligamento alvéolo dentário sob a forma de tensão, condicionando a arquitetura óssea. Havendo um

relacionamento oclusal correto com engrenamento e deslizamento suave sobre as cristas e sulcos dos dentes opostos, exercem-se pressões fisiológicas aproximadamente verticais ao longo do osso<sup>83</sup>. Inclinações dentárias anormais são responsáveis por desarranjos funcionais e alterações morfo estruturais das partes que compõem o aparelho mastigador<sup>30,34,42,48,56,79</sup>.

Deve-se salientar que a força oclusal é maior nas regiões posteriores da boca pela inserção anatômica dos músculos levantadores. Aliás, a força é maior no início da mastigação e vai caindo progressivamente à medida que vai progredindo a trituração mastigatória, até chegar a força "0" no fim do processo mastigatório. Deve-se destacar que não existem maiores diferenças de força de mordida entre os sexos e entre os indivíduos de idades diferentes, excetuando o idoso com menor número de dentes, decorrente da perda do ligamento periodontal e insuficiente ajuste da força mastigatória. Contudo, foi determinado que, seja qual for a idade ou sexo, *in vitro*, a força da contração muscular do temporal atinge ao redor de 300kgf. A ATM, por estar intimamente relacionada com os dentes, pode ser afetada por interferências traumáticas na oclusão, deste modo, quando a oclusão dentária é alterada de forma transitória ou permanente, problemas intra e extra-articulares podem surgir. Alterações oclusais podem predispor ou contribuir efetivamente para uma disfunção têmporo-mandibular por quebrar a homeostase do sistema estomatognático e por alterar a relação vertical, sagital e transversal dos dentes e dos ossos maxilares. A posição correta do côndilo mandibular na cavidade articular constitui-se num dos aspectos fundamentais para um perfeito funcionamento de todo o sistema estomatognático.

O tratamento ortodôntico pode ser efetivo na prevenção e interceptação de problemas na ATM. Dentre as maneiras que se pode conseguir tal intento, temos a remoção de interferências e contatos prematuros, a correção de mordida cruzada, de mordida aberta, de maloclusões de Classes II e III de ANGLE e de giroversões dentárias, que auxiliam na prevenção e até mesmo na cura da disfunção têmporo-mandibular.

## Fatores Contribuintes

Muitas das dores que acometem as regiões de cabeça, pescoço e mandíbula, são originadas por condições patológicas envolvendo nervos, músculos e/ou tecidos conjuntivos. Os fatores podem ser locais ou sistêmicos.

Há várias afirmações no sentido de que o estresse emocional seria o causador principal das dores orofaciais<sup>46</sup>. No entanto, é importante salientar, que indiferentemente da patologia, o estresse acaba como que agravar o quadro, e não obrigatoriamente ser o agente causador. A orientação no controle da tensão e suas consequências são de fundamental importância, pois dependendo do tempo e do nível de estresse, faz-se necessário o acompanhamento profissional adequado para auxílio e resolução do mesmo.

O estresse e a vida sedentária associados a quadros dolorosos crônicos, acaba ocasionando situações psicológicas depressivas com quadros de insônia, falta de apetite, boca seca, queimação na língua, alteração no paladar, fadiga exagerada, desânimo, mucosas constantemente inflamadas e ulcerações<sup>11</sup>. Baixos índices de endorfinas, que são consideradas analgésicos fisiológicos, têm sido encontrados em pessoas com estresse elevado acompanhado da falta de atividade física (exercícios aeróbicos comprovadamente elevam a concentração sanguínea das endorfinas)<sup>13</sup>. Recomenda-se a prática esportiva constante de três a quatro vezes por semana, durante pelo menos uma hora. Quando dimensionadas ao preparo de cada um, caminhadas e natação são as melhores sugestões de exercício aeróbico.

Problemas nutricionais e hormonais não devem ser negligenciados em pacientes com queixa dolorosa. Disfunções metabólicas como hipertireoidismo, hipotireoidismo, hiperparatireoidismo, tensão pré-menstrual e deficiência de estrógeno estão entre as alterações hormonais de maior prevalência e correlação com as disfunções crânio mandibulares<sup>42</sup>. Muitos estudos, já mostraram que a deficiência de estrógeno nas mulheres é coincidente à aparição de alterações dolorosas nos músculos do corpo, mas principalmente nos músculos e articulações mandibulares.

As dores musculares normalmente são resultados de traumas, tais como compressão, uso excessivo ou contração forçada mantida.

As seguintes funções musculares são influenciadas pelo mecanismo dental: manutenção da postura, deglutição, posição da língua, mastigação e expressão facial. Não respeitar essas funções dentro de um princípio de equilíbrio fisiológico, é não dar a devida importância à saúde global do indivíduo. Os músculos no corpo humano estão dispostos de acordo com os melhores princípios de engenharia para produzir movimento sem desperdiçar energia em suas funções. Sabe-se que a musculatura mastigatória possui função extremamente específica, onde, a mais frequente causa de dor orofacial, está relacionada à tensão muscular. A tensão muscular pode ser de origem emocional, postural ou situacional. É uma contração prolongada do músculo ou de um grupo de músculos. Estímulos fazem com que os músculos se mantenham prontos para agirem, onde a ausência de ação sucede na contração muscular mantida, gerando a tensão muscular.

Todo tratamento está relacionado à causa. Porém, o que normalmente se busca é:

- eliminar a hiperatividade muscular;
- normalizar a musculatura;
- controlar a musculatura;
- tratar os pontos de gatilho (*trigger points*)

Eliminar a hiperatividade muscular, normalizar e controlar a musculatura, são passos a serem tomados na maioria das vezes, concomitantes. É de boa conduta, explorar ao máximo o histórico do paciente, para se obter dados preciosos em relação aos fatores contribuintes. A fragmentação do cotidiano em distintas situações, facilita e organiza o raciocínio. Por vezes, dentro da rotina diária, é comum as pessoas assumirem posições posturais viciosas e hábitos nocivos aos músculos; má postura durante o trabalho deve ser equilibrada sempre que possível, como também, a cada 30 minutos, recomenda-se exercícios posturais, a fim de prevenir lesões musculares e articulares.

O fator emocional pode aumentar a intensidade e a frequência de hábitos nocivos, ultrapassando o limiar de tolerância do indivíduo, redundando em dor. A dor quando presente, altera o emocional, já alterado, irritando ainda mais o indivíduo, que responde com mais contração muscular. A continuidade deste ciclo resulta em dor cada vez mais acentuada. A oclusão está diretamente relacionada ao limiar do indivíduo. Uma "boa" oclusão permite uma resistência maior, porém, se hábitos como apertamento bucal for uma constante, mesmo nesta situação, pode o paciente apresentar desconforto e/ou dor. Desta forma, o cirurgião dentista disposto a tratar as disfunções crânio mandibulares, deve estar atento aos detalhes comportamentais, genéticos, metabólicos, traumáticos, emocionais, contribuintes, nutricionais, estrutural e mental, inerentes a cada caso, para buscar e tratar as causas *pari passu* e em conjunto. O bom entendimento de todos estes fatores pelo paciente, e sua fundamental colaboração são indispensáveis<sup>10</sup>.

McHARRIS<sup>80</sup> mostra grande preocupação quanto ao posicionamento de dormir, pois afirma que dependendo da posição e formato do travesseiro, a mandíbula pode ser colocada lateralmente ou posteriormente, deslocando o disco articular. Posições anormais da cabeça e do pescoço durante o sono trazem consequências ósseas e musculares. Quando se dorme com um travesseiro extremamente fino, tem-se uma rotação cranial posterior, comprimindo a região cervical superior. A posição de decúbito ventral, além de rotacionar demasiadamente a cabeça, torce a mandíbula para o lado oposto à compressão executada pelo travesseiro, favorecendo os problemas musculares e articulares. Travesseiros extremamente altos ou dois travesseiros projetam a cabeça para a frente, promovendo o mínimo de rotação cranial posterior. Outro fator importante a ser verificado é a posição em que a criança coloca as mãos ao dormir. Estudos demonstraram que muitas pessoas possuem o vício de deitar de lado e colocar as mãos sob a mandíbula no lado em que a cabeça deveria estar apoiada sobre o travesseiro. Este tipo de hábito pode gerar uma relação cruzada posterior com possível desvio mandibular.

São considerados fatores predisponentes aos problemas de ATM, hábitos de sucção de chupeta, dedo ou mamadeira, e respiração bucal, que após



determinado período de tempo, podem gerar uma relação aberta anterior, a qual é perpetuada pelo mal posicionamento da língua e lábio. Este tipo de paciente é invariavelmente acometido de falta de guia anterior, que através de estudos eletromiográficos realizados por WILLIANSO<sup>130</sup>, comprovaram que a ausência desta guia anterior gera uma excessiva atividade muscular, principalmente no masseter.

Existem muitas evidências que suportam a teoria de que as relações espaciais da mandíbula com o complexo crânio-mandibular, são em grande parte influenciados pela função dos músculos elevadores da mandíbula. Somente nestes últimos vinte anos renovou-se o interesse de que a forma de respirar do paciente poderia influenciar o desenvolvimento normal do sistema estomatognático.

Um dos fatores que atuam nos músculos elevadores da mandíbula, é a posição de postura mandibular, que pode ser influenciada pela forma de respirar. A obstrução das vias aéreas nasais é seguida pelo abaixamento da mandíbula para estabelecer uma boa condição respiratória. Quando o paciente tem o hábito de respirar pela boca, os músculos supra-hióideos se contraem e os masseteres, pterigoideos mediais e temporais, relaxam, permitindo que a mandíbula abra. Ao engolir, as pessoas que respiram pela boca, não exercem a movimentação correta da mandíbula, gerando inadequado desenvolvimento das estruturas crânio-faciais e predisposições às disfunções crânio-mandibulares.

WILLIANSO<sup>129</sup> apontou como principais indicadores de problemas têmporo-mandibulares, ruídos na ATM, dor à palpação e facetas de desgastes nas faces oclusais dos dentes. Segundo ele, a maioria destes sinais mostraram íntima relação com a maloclusão dental e o bruxismo. JANKELSON<sup>55</sup>, indicou alguns critérios para que uma ótima morfologia dental e oclusal seja compatível com a articulação têmporo-mandibular ditada pelo sistema neuromuscular:

- a língua deve estar no arco dental;
- o arco dental deve ter tamanho suficiente para alojar a língua;
- os dentes posteriores devem estar dispostos corretamente no plano

- oclusal;
- os dentes devem estar posicionados dentro do osso alveolar com adequada inserção gengival;
  - o espaço aéreo nasofaríngeo deve ser adequado;
  - o espaço livre funcional adequado deve estar entre 1 e 2 mm;
  - os contatos dos dentes anteriores e posteriores, durante o fechamento da boca, devem ser simultâneos e o paciente deve ter a trajetória habitual de fechamento coincidente com a trajetória ditada pelo sistema neuromuscular.

Segundo JANKELSON<sup>56</sup>, eletrognatograficamente, o paciente que possui o arco de fechamento habitual em uma trajetória distal, o correspondente neuromuscular apresentará sintomatologia, pois os côndilos estarão deslocados posteriormente, pressionando a zona bilaminar ou retrodiscal.

MEYER<sup>86</sup> relacionou o problema de bruxismo com crianças alérgicas, sem eliminar, entretanto, outras possíveis causas, como as influências psicológicas, os problemas oclusais e os fatores genéticos. Segundo MEYER, a alergia intermitente, com edema na trompa de eustáquio, causaria mudanças na cavidade timpânica, as quais, por reflexo, ocasionariam o início do bruxismo.

De acordo com os estudos de VANDERAS<sup>122</sup>, a disfunção crânio-mandibular é definida pela presença de um ou mais dos seguintes sintomas:

- dor ou sensibilidade nos músculos da mastigação e na articulação têmporo-mandibular;
- ruídos durante os movimentos mandibulares;
- limitações nos movimentos mandibulares;
- freqüentes dores de cabeça.

Ainda, segundo VANDERAS<sup>122</sup>, o tipo irá determinar a prevalência de determinados sinais e sintomas de distúrbios crânio-mandibulares: que podem depender do perfil psicológico, da tolerância estrutural, da saúde física, do estado nutricional e até da situação sócio-econômica. Quanto aos problemas emocionais, o estresse aumenta a atividade parafuncional estimulando um funcionamento

anormal da musculatura. Estudos demonstraram que crianças e adolescentes com problemas emocionais, apresentaram grande prevalência de distúrbios da ATM<sup>93</sup>.

WILLIANS<sup>130</sup>, em recentes estudos tem sugerido que a deglutição com interposição lingual, freqüentemente ocorre em paciente que possui problemas intra-articulares: a suspeita é de que a língua age como defesa, minimizando as agressões nas ATMs. Foram analisados eletromiograficamente e eletrognatograficamente 25 indivíduos com problemas na ATM e 25 sem problemas. A análise revelou 19 pacientes com distúrbio nas ATMs, interpondo a língua ao deglutir, enquanto apenas nove possuíam padrões normais de deglutição. Os resultados sugerem que pacientes com padrões anormais de deglutição tenham sua ATM analisada.

À medida que os conhecimentos avançaram, as publicações foram trazendo, ano após ano, estatísticas cuja porcentagem dos pacientes sofredores das dores faciais era cada vez mais elevada na população. Estes altos índices exigiram maiores explicações da Ciência, sugerindo que os fatores chamados de comportamentais e/ou habituais, tinham relação íntima na aparição dessas alterações.

Hábitos como apertar os dentes, ranger os dentes, morder lábios, roer unhas, apoiar a mão sob a mandíbula e dormir de barriga para baixo passaram a ter importância à medida que poderiam desencadear ou agravar uma predisposição. Sinais e sintomas antes não observados, começaram a ser notados sob diferentes considerações e em diferentes áreas. Fatores biológicos, bioquímicos, estruturais, comportamentais, posturais e psicológicos passaram a ter importância quando conjugados aos músculos, dentes e ATM. Os profissionais responsáveis pelo diagnóstico deveriam ter critérios para diferenciar fatores que pudessem iniciar, perpetuar o problema físico ou ser resultante dele.

Diante de tanta abrangência e complexidade, BELL<sup>8</sup> criou o termo Disfunção Crânio-Mandibular, aceito como definitivo pela *American Dental Association*. Esta classificação define que o portador de disfunção crânio-mandibular apresenta, entre outras características, alterações clínicas

relacionadas aos músculos mastigatórios e/ou articulações têmporo-mandibulares, associadas à dor mandibular, dor cervical, dor de ouvido, dor de cabeça e dor facial. Além destas dores, sinais como limitações e desvios nos movimentos mandibulares, facetas de desgastes dentais, ruídos articulares, apertamento dental, bruxismo e torque mandibular podem estar presentes.

Depois de serem aceitas, consolidadas, definidas e classificadas, as alterações pertinentes às disfunções crânio-mandibulares, começaram a intrigar os pesquisadores que queriam entender "como e porquê" alguns pacientes desenvolveram a doença e outros não.

As estatísticas mostravam uma maior prevalência na faixa etária entre 25-50 anos, levando-os a pensar que algum mecanismo, nesse período da vida em particular, acontecia para desencadear o problema. Observava-se que, em geral, situações de estresse eram o estopim do problema, trazendo novamente à tona a teoria de que o estresse pode ser o grande responsável.

Esses conflitos marcaram o início da década de 90 que, com tanta evolução tecnológica, mostrou-se confuso no melhor entendimento das disfunções crânio-mandibulares. Assim, atenção maior foi dada às crianças, pois alguns autores, insistentemente, durante muitos anos, tentaram mostrar que grande parte dos problemas físicos atuais de um adulto vêm de quadros, talvez brandos no passado, que passaram despercebidos aos olhos de muitos terapeutas em diferentes áreas.

Nota-se que muito do padrão facial do corpo estava ligado a fatores extrínsecos com força suficiente para alterar o desenvolvimento das estruturas orgânicas. A percepção que o fator genético (intrínseco) sofria grande influência ambiental (extrínseca) ficou extremamente clara para a Ciência, que voltou os olhos para o cuidado em possibilitar o desenvolvimento correto orgânico.

A ortopedia e a manutenção do equilíbrio entre as estruturas tomaram forças irreversíveis, mostrando que, mesmo dentro dos seus limites, poderiam diminuir os efeitos negativos de uma carga genética não favorável, portanto, pela

necessidade da interação do corpo, pois é impossível fragmentá-lo. A odontologia viu-se obrigada a sair da boca e notar que os dentes significam muito mais do que poder falar ou mastigar corretamente<sup>6,42</sup>.

#### 2.4 A. T. M.: Diagnóstico

Estudos epidemiológicos em populações específicas podem variar sobremaneira os resultados obtidos, devido a fatores que podem alterar por completo os dados da pesquisa. O fator sexo, por exemplo, mostra uma maior prevalência da disfunção crânio-mandibular (DCM) em mulheres do que em homens, no entanto, proporções de três para um, variaram em até nove para um. (McNEIL, 1985; CENTOU et. al 1989; HOWARD, 1990). Oscilações também podem ocorrer com o fator idade, raça, profissão, tipo de oclusão, tratamentos executados, hábitos associados etc. Embora todos os métodos, normas e cuidados sejam direcionados com muito critério nas avaliações das disfunções crânio-mandibulares, algumas discrepâncias e/ou distorções nos dados, podem surgir em relação ao fator dor<sup>99</sup>.

O *Subcommittee on Taxonomy of the International Association for the Study of Pain* propõe conceituar a dor como "uma experiência desagradável, sensorial e emocional, associada com dano real ou potencial ao tecido, ou descrita em termos de tais danos". Vê-se claramente neste conceito o cuidado em mostrar a forte interação do fator psicológico na dor. BELL<sup>11</sup> chegou a afirmar que a intensidade da injúria física e a dor, muitas vezes não são coincidentes, ou seja, a pessoa pode ficar relativamente livre da dor se estiver distraída de acontecimentos que tenham a ver com auto-preservação, resistência ou obtenção de auxílio. Nota-se também a influência psicológica da dor nas reações, sensações e interpretações onde, teoricamente, um mesmo estímulo pode originar desde um simples formigamento à queimações e ferroadas em pacientes distintos. BECHER<sup>7</sup> mostrou em seus estudos, a alta interação psicológica da dor, onde pacientes submetidos a tratamentos placebos, respondiam favoravelmente na remissão dos sintomas dolorosos. Outro fato importante se prende na questão

da dor estar relacionada a sistemas protetores que muitas vezes ocorrem tardiamente para exercer tal fator de proteção, ou seja, a dor só aparece em situações já muito evoluídas. Assim, tratar única e exclusivamente a dor pode ser um tanto quanto arriscado, mesmo porquê, a odontologia dos anos 90, busca o cuidado, a prevenção, a manutenção e não simplesmente "arrumar o que está quebrado". Deve-se na posição de terapeuta ordenar e classificar todos os sinais e sintomas possíveis, através de minuciosa anamnese, cuidadoso exame clínico e direcionados exames complementares.

GERBER e STEINHARD<sup>43</sup> (1973), observaram severas mudanças estruturais nas articulações, não somente nos casos de extremas perdas dentais, mas também em casos de total dentição natural. No entanto, enfatizaram que mesmo sem dor ou espasmo muscular, a desarmonia oclusal, se presente, deve ser reconhecida e tratada no intuito de prevenir traumas futuros nas ATMs. Esta linha de raciocínio nos sugere cuidado especial às crianças e adolescentes, os quais ainda em desenvolvimento, apresentam melhores condições de resolução e estabilidade nos tratamentos.

Apesar do componente subjetivo e suas ligações aos processos neocorticais (atenção, ansiedade, sugestão) é, a dor, o principal indicativo de que algo não anda bem. Se presente, teoricamente existe uma causa que deve ser reconhecida e tratada. A maioria das disfunções crânio-mandibulares desenvolvem dor e/ou desconforto no sistema estomatognático. A dor pode ser aguda ou crônica. É considerada crônica quando persiste por mais de seis meses, com ligações diretas a fatores comportamentais e/ou psicológicos. Estimativas comprovam que a maior porcentagem das dores está na cabeça, sendo que uma entre três pessoas sofrem de tal mal, com incidência elevada também em crianças.

A dor nas disfunções crânio-mandibulares, pode aparecer nos olhos, ouvidos, dentes, cabeça, face, nuca e regiões interligadas. Pode ser localizada, difusa ou referida. A dor localizada, também chamada de primária, é aquela onde conseguimos detectar a verdadeira fonte nociceptiva, diferentemente do que ocorre com a difusa, onde o profissional e até mesmo o sofredor têm dificuldade

em relacionar o ponto exato da dor. Já a dor referida ou heterotópica, é sentida em uma área inervada por um nervo diferente daquele que medeia a dor primária. Segundo Travell<sup>118</sup>, a dor referida normalmente está relacionada aos *trigger points*, que são pequenos nódulos de tecido muscular degenerado, oriundos de situações traumáticas<sup>105</sup>. X

Para o reconhecimento da dor e suas consequências nas disfunções crânio-mandibulares, a intimidade com o sistema estomatognático é condição *sine qua non*.

As DCMs podem ser classificadas em:

I - Disfunções Extra-Articulares

II - Disfunções Intra-Articulares

### **I - Disfunções Extra-Articulares**

As disfunções extra-articulares envolvem os componentes esqueléticos crânio-cérvico-mandibulares e o seu relacionamento com os dentes e sistema neuromuscular. A falta de harmonia do conjunto dentes, ATMs e sistema neuromuscular, favorece o aparecimento da disfunção miofascial.

A disfunção muscular é o mais comum diagnóstico clínico, porém, sua sintomatologia é complexa com variações diretamente relacionadas aos fatores contribuintes, comportamentais e psicológicos. Normalmente os desarranjos musculares são acompanhados de limitações nos movimentos mandibulares, incoordenação dos músculos alterados, inabilidade de exercer funções adequadamente e dor, que pode se estender por toda a cabeça, face, pescoço e outras várias estruturas do sistema estomatognático. É fato, que existem três meios para o controle da dor miofascial: redução do stress, redução da reação do paciente ao stress e melhorar as relações oclusais. A dor é o principal sinal/sintoma. A dor miofascial se origina dos músculos (mio), tecidos conjuntivos

(fascia) e tendões. É o resultado do estiramento, da contração forçada ou mantida, da isquemia ou da hiperemia.

A dor muscular pode ser clinicamente classificada em quatro diferentes tipos clínicos:

1. dor de contenção protetora
2. dor do ponto de desencadeamento miofascial
3. dor de espasmo muscular
4. dor de inflamação muscular
5. fibromialgia

1. Dor de contenção protetora

Está ligada a um mecanismo de proteção reflexa, onde os músculos esqueléticos se tornam sensíveis ou doloridos quando submetidos à movimentação. Situação traumática gera a dor de contenção protetora, que felizmente é de curta duração, permanecendo apenas durante alguns dias após a remoção do agente desencadeador. O relacionamento com os músculos mastigatórios está no bruxismo, apertamento dental, interferências oclusais e tratamentos dentais prolongados, entre outros. Para identificar a origem da dor de contenção, deve-se revisar os sintomas da disfunção muscular que aparecem normalmente como: tensão do(s) músculo(s) envolvido(s); influência inibidora da dor, quando o músculo é contraído; sensação de fraqueza muscular (pseudoparalisia); dor quando em função e; ausência de dor em posição mandibular postural. Comumente, já que este é um mecanismo protetor, a contenção desaparece rapidamente quando não existe mais a causa. Desta forma, o conhecimento do evento que possa ser o agente causador, é essencial para o adequado tratamento. Algumas vezes a dor pode passar por si só através da remoção involuntária do agente iniciador. Contudo, o normal é a identificação do fator e a sua remoção para a resolução dos sintomas. Exemplo típico é uma restauração em desarmonia com a oclusão que após a remoção das interferências, devolve ao paciente as condições oclusais pré-existentes, eliminando os sintomas.



## 2. Dor miofascial (Ponto Desencadeante)

Não existe até hoje na literatura um consenso ou comprovação do fator etiológico que melhor explique a dor miofascial. Predisposição, fatores psicológicos, orgânicos etc, já foram amplamente discutidos. No entanto, fatores traumáticos estão sempre associados ao aparecimento dos pontos desencadeantes (*algógenos-trigger points*), que são pontos palpáveis com diâmetro de 2 - 5mm, localizados ao longo do tecido muscular, fascia, tendão e/ou ligamentos.

Estes pontos podem estar em estado ativo ou latente. Quando ativos, promovem dor irradiada em zonas de referência, imediatamente ou logo em alguns segundos, após a palpação. Se latentes, não produzem dor, mas causam restrição de movimentos e fraqueza muscular. Podem permanecer latentes durante anos, mas estão sempre predispostos a se tornarem ativos por menor que seja o esforço muscular, estiramento ou qualquer situação traumática.

Músculo normal não contém pontos desencadeantes em suas fibras, logo, não produz dor referida quando palpado. Qualquer indivíduo em qualquer idade pode desenvolver ponto de desencadeamento doloroso. No entanto, parece que mulheres de meia idade, sedentárias, são as mais vulneráveis. Cefaléias tensionais, mialgias e outros transtornos musculares podem apresentar características idênticas requerendo especial atenção para o diagnóstico, pois podem representar apenas uma variação da patologia subjacente. O quadro seguinte mostra as principais características, associadas à dor miofascial<sup>118</sup>.

### Características Clínicas

- pontos palpáveis com zona de referência dolorosa à distância.
- palpação altera o padrão de dor.
- dor constante de intensidade variável.
- a injeção no ponto desencadeante alivia a dor.
- a distinção do ponto desencadeante alivia a dor.
- dor pode ocorrer em repouso

- raramente a dor é simétrica em ambos os lados do corpo.
- pontos desencadeantes que são ativados por situações traumáticas.
- rigidez muscular.
- fraqueza muscular.

#### Fatores Contribuintes

- stress físico.
- stress mental.
- hábitos parafuncionais.
- transtornos emocionais.
- tensão postural
- nutrição inadequada
- sedentarismo
- predisposição em mulheres de meia idade.
- desordens endócrinas e metabólicas.
- infecções crônicas.
- situações traumáticas.

### 3. Dor de espasmo muscular

Espasmo muscular é por definição uma contração súbita e involuntária de um músculo ou de um grupo de músculos, acompanhada por dor e restrição nos movimentos. Através de estímulos, ocorre a função muscular de contração e relaxamento. Se o músculo ao se contrair e relaxar, não retornar ao seu tamanho original, um constante estado de tensão muscular residual permanecerá, originando uma redução da elasticidade muscular. Por razões adversas, as contrações musculares aumentam, onde, através de um mecanismo cíclico, diminuem ainda mais a elasticidade do músculo. Seguindo nesta progressão, resulta-se numa série de sintomas que variam desde restrição nos movimentos sem dor, até a dor agonizante incapacitante. O exame de eletromiografia aponta aumento da atividade eletromiográfica muscular quando em posição de repouso (postural).

A presença do espasmo muscular se relaciona muito à tensão emocional. Temos também notado na clínica, maior predisposição ao espasmo muscular nos pacientes braquifaciais com hábitos parafuncionais ativos. A dor de contenção protetora quando não tratada, pode evoluir a espasmo muscular, que por sua vez pode redundar em miosite. A transição do ponto desencadeante (*Trigger Points*) em espasmo muscular também tem íntima relação. A dor de espasmo muscular normalmente é aguda e incapacitante, levando o paciente a assumir e manter posições que para ele são mais confortáveis. Este tipo de condição trouxe conceitos terapêuticos equivocados de imobilização. O tratamento indicado é a movimentação orientada do músculo, explicado posteriormente nos itens 2.5<sup>118</sup>.

#### 4. Dor de inflamação muscular

É uma inflamação aguda muscular caracterizada por enrijecimento, edema, limite de movimentos e dor severa. Frequentemente atinge o músculo e o seu antagonista. É caracterizado, especialmente por dor severa e incapacitante. O exame de palpação muscular é especialmente muito sensível, dificultando a sua execução. Qualquer movimentação ou manipulação não é bem tolerada pelo paciente, tornando a terapia bem delicada. Eletromiograficamente o músculo mostra-se dentro dos padrões de normalidade quando examinado em posição postural.

Clinicamente as características mais notáveis na miosite são:

- sinais cardinais da inflamação (dor, calor, rubor, tumor);
- dor incapacitante;
- dor em repouso, exacerbada por movimentos mesmo que pequenos;
- dor à palpação muscular;
- se a causa for infecção, a febre pode estar presente.

A história progressiva revela que a situação traumática é o fator mais freqüente na miosite. Hábitos parafuncionais, stress emocional, stress físico, contrações musculares excessivas, uso abusivo, intubações, trauma externo

(pancada), estão entre os fatores traumáticos mais comuns na clínica odontológica.

### 5. Fibromialgia

É uma doença sistêmica que desenvolve dor profunda e constante em vários pontos do corpo, inclusive nos músculos cervicais e faciais. Estes pontos não são *trigger points*, pois apresentam sensibilidade apenas localizada, não referindo padrão secundário de dor.

As articulações podem apresentar-se inchadas como consequência dos tecidos vizinhos. Traumas locais, sobrecarga estruturais, distúrbios de sono, parestesias, fadiga e alta irritabilidade têm sido reportados na maioria dos pacientes. Como a dor é do tipo crônica, alterações emocionais e depressão também aparecem. Doenças neurológicas, artrites e dor miofascial, apresentam sintomas semelhantes e devem ser descartadas inicialmente.

A etiologia é desconhecida. Situações traumáticas, baixos índices plasmáticos de serotonina associados ao distúrbio do sono e predisposição genética têm sido correlacionados com frequência à fibromialgia. A maior porcentagem dos casos está em mulheres na faixa dos 25-50 anos, sedentárias, com alto nível de stress (físico e emocional). WOLF<sup>131</sup> em 1989, estabeleceu critérios diagnósticos para a fibromialgia:

- dor ou rigidez generalizadas que perduram por 3 meses ou mais, afetando 3 ou mais sítios anatômicos;
- hipersensibilidade reproduzida bilateralmente em pelo menos 11 dos 18 sítios pré-estabelecidos;
- exclusão de outros transtornos que produzem sintomas similares.

A fibromialgia não é uma doença inflamatória, portanto, administrar-se antiinflamatórios não é indicado. É uma afecção crônica com dor constante, a qual lentamente corrói a estrutura emocional originando baixa motivação, depressão, angústias, desânimo geral e alta irritabilidade, o que faz muitos profissionais,

amigos e familiares acreditar que o indivíduo sofre de alterações psíquicas. O tratamento é apenas sintomático, diminuindo tudo o que possa ser traumático para o doente. Placas interoclusais miorelaxantes, analgésicos e fisioterapia estão indicados para o alívio de dor. A indicação de exercícios físicos aeróbicos moderados, administração de complexo B e dieta rica em carboidratos também são indicados como terapia de suporte. A terapêutica médica pode variar entre amitriptilina, ciclobenzaprina ou nortriptilina de acordo com a preferência médica. Contudo, o indivíduo pode manter-se relativamente bem por um período e, repentinamente, voltar a ter as crises dolorosas.

## **II - Disfunções Intra-Articulares**

As disfunções intra-articulares são alterações que ocorrem especificamente na articulação têmporo-mandibular, envolvendo seus componentes como um todo ou em separado. Para fins didáticos, faremos sucinta classificação dos problemas de origem intra-articular<sup>92</sup>, colocados a seguir:

- anormalidades de desenvolvimento;
- doenças articulares;
- desarranjo disco/côndilo.

### **1. Anormalidades de desenvolvimento**

- aplasia condilar
- hipoplasia condilar
- hiperplasia condilar
- condroma
- síndrome de Eagle
- alongamento do processo coronóide

## 2. Doenças articulares

- sinovite/capsulite
- retrodiscite
- artrite degenerativa
- artrite reumatóide
- osteocondrose
- infecções
- tumores
- gota
- fraturas
- fibro anquilose
- condromatose sinovial
- fibrose capsular

### 2.5 Tratamento clínico das disfunções têmporo-mandibulares

Durante muito tempo a odontologia preocupou-se em tratar os dentes separadamente. Posteriormente, o estudo do relacionamento dos dentes, trouxe várias teorias e conclusões importantes para o tratamento das arcadas. O correlacionamento da oclusão com as ATMs na década de 30, através de COSTEN<sup>32</sup>, SICHER e Du BRULL e outros<sup>106</sup>, abriu um caminho imenso para o estudo conjunto da cabeça, pescoço, dentes e ATM. Sinais e sintomas antes não observados, começaram a ser notados sob diferentes considerações e em diferentes áreas. Fatores biológicos, bioquímicos, estruturais, comportamentais, posturais e psicológicos passaram a ter importância quando conjugados aos músculos dentes e ATM. Diante de tanta abrangência e complexidade, tornou-se a disfunção crânio-mandibular uma patologia de caráter multidisciplinar. No entanto, os profissionais responsáveis pelo diagnóstico devem ter critérios para diferenciar fatores que iniciam, perpetuam ou resultam do problema físico.

Estabelecer um padrão de sucesso no diagnóstico em pacientes com disfunção crânio mandibular é difícil, porque a complexidade psicossocial e as interações somáticas da dor, trazem freqüentemente vários diagnósticos. Falhar no reconhecimento da doença, e, conseqüentemente, falhar no tratamento, acarreta na maioria das vezes resultados desastrosos para o paciente e para o clínico.

Dentre todas as dores que acometem a face, a cabeça e o pescoço, a dor muscular é o mais comum diagnóstico. Sua sintomatologia é complexa, envolvendo fatores psicossocial e comportamental às vezes associados à outras disfunções concomitantes.

A alteração muscular produz dor que emana da patologia ou da disfunção do músculo. Estas disfunções freqüentemente possuem um intercâmbio entre elas, contudo o seu reconhecimento clínico é importante para o correto tratamento. As disfunções musculares ocorrem em diferentes partes da cabeça, face, pescoço, corpo e extremidades e são reconhecidas principalmente como: contratura muscular; espasmo muscular; síndrome da dor miofascial; fibromialgia; miosite e dor secundária (*trigger points*).

#### Procedimentos Terapêuticos:

##### 1. Crioterapia

##### Indicações:

- auxiliar na remissão da dor;
- auxiliar na fisioterapia;
- auxiliar no tratamento do espasmo muscular;
- auxiliar no tratamento da inflamação muscular.

Razões:

- através da penetração do frio, diminui-se a concentração de histamina, conseqüentemente aumentando o limiar da dor;
- a propagação da dor pode ser interrompida através da estimulação súbita do frio na área;
- a aplicação tópica do frio com pressão controlada (táctil térmica) serve como estímulo para modificar a intensidade da dor.

As formas encontradas para aplicação são: gelo, máscara facial e spray de congelamento (fluormentano ou etilcloreto).

O spray de fluormetano ou etilcloreto são de satisfatória ação na redução da dor, possibilitando certa anestesia das partes envolvidas. As aplicações são feitas a uma distância aproximada de 20 cm, até que uma camada branca e fina apareça em cima da pele. Quando executadas na face, as regiões dos olhos, ouvidos e boca devem ser protegidas<sup>116,117</sup>.

## 2. Calor

Seus efeitos são aumentar a circulação local e atuar como sedativo. Das várias modalidades de calor, dá-se preferência ao calor úmido (toalha umedecida em água quente). As aplicações são recomendadas de 4 a 6 vezes ao dia, durante 15 a 20 minutos, na temperatura média de 40 graus centígrados.

Este procedimento é particularmente mais efetivo quando seguido da aplicação de gelo ou spray de fluormetano etilcloreto. Importantíssimo salientar que a ordem inversa, ou seja, gelo depois calor, não é recomendada.

## 3. Anestesia local

A dor dental pode muitas vezes gerar dores irradiadas por toda boca e face, justificando eliminar a sua hipótese antes de qualquer outra suspeita. Quando o exame clínico dental não mostra sinais evidentes, a anestesia regional



mandibular ou infiltrativa maxilar torna-se efetiva para determinar se a origem da dor é dental ou não. Em caso positivo, a dor após a anestesia deve desaparecer. As dores de origem não dental que podem ser confundidas com as de origem dental incluem: sinusite, enxaqueca, *trigger points* e neuropatias (neuralgia de trigêmeo, odontalgia atípica).

A anestesia sem vaso constritor do músculo espástico permite aliviar as dores, permitindo exercitá-lo de modo a melhorar a condição espástica presente. Esta técnica permite apenas o trabalho muscular na clínica. A manutenção da rotina diária de exercícios recomendada é através da técnica de crioterapia.

A infiltração de anestésico no ponto desencadeante provoca o alívio doloroso e induz a transição do ponto desencadeante ativo para latente.

#### 4. Aqualizer

Idealizada por LERMAN<sup>73</sup>, é uma placa descartável, revestida de plástico especial que contém líquido em seu interior o qual se comunica de ambos os lados. Esta comunicação permite que a mandíbula, pela própria ação dos músculos, procure o "ótimo" fisiológico para aquele indivíduo.

#### 5. Jig/Calibradores

LUCIA<sup>79</sup> foi o preconizador do *jig*, que foi proposto inicialmente como auxiliar no registro maxilomandibular. É um anteparo anterior, confeccionado em resina acrílica (*durolay*) que provoca a ausência de contato dos dentes posteriores quando do fechamento da mandíbula, possibilitando que a mandíbula deslize livremente, sem interferências, em todos os sentidos.

Os calibradores são lâminas de acetato sobrepostas umas sobre as outras, que produzem o mesmo efeito do *Jig*. Foram propostos por LONG, onde a vantagem reside justamente no fato dos mesmos estarem prontos para uso<sup>80</sup>.

Sua utilização emergencial foi sugestionada por McHARRIS<sup>80</sup>, no denominado "Teste de McHarris", que visa retirar o feixe superior do pterigoideo lateral do estado espástico.

#### 6. Estimulação Elétrica Neural Transcutânea

A estimulação elétrica neural transcutânea é descrita na medicina como forma efetiva de tratamento muscular. Tratar o músculo é relaxar, normalizar e controlar a musculatura. A estimulação elétrica aplicada à odontologia visa o relaxamento e controle dos músculos mandibulares envolvidos. Através de eletrodos colocados na região da chanfradura sigmoideia, os estímulos irão atingir a porção motora do V e VII pares de nervos cranianos. As contrações provocadas pela estimulação elétrica são rápidas, brandas e repetitivas, atuando como uma bomba, forçando a saída de sangue venoso dos músculos, aumentando o fluxo arterial, restabelecendo-se assim, o metabolismo aeróbico<sup>56,91</sup>.

#### 7. Iontoforese

É a utilização de corrente elétrica de baixa amperagem para a introdução de terapêutica medicamentosa nos tecidos. Certos medicamentos carregam sais ionizáveis que através da corrente elétrica se repelem do eletrodo que possui polaridade similar, caminhando em direção ao eletrodo oposto. Há vários medicamentos que são ionizáveis e dissociados em sais que podem ser utilizados na odontologia<sup>49</sup>.

Para tratamento das articulações e músculos inflamados, pode-se fazer uso de solução injetável de Voltarem 75 (antiinflamatório não esteróide) ou solu-medrol (corticosteróide)<sup>7,49</sup>.

8. Placas interoclusais:- Estabilizadora  
- Reposicionadora

Dentre as formas de tratamento para a solução de casos com sintomatologia dolorosa dos músculos faciais, surge a placa interoclusal como forte aliada nesta batalha. Excelente opção requer indicação e acompanhamento adequado para se obter bons resultados. A análise cuidadosa dos sinais e sintomas é de importância relevante no julgamento desta modalidade terapêutica.

A placa interoclusal miorrelaxante é um tratamento conservador e reversível de extrema eficácia na diminuição da sintomatologia muscular. Sua indicação de uso 24 h/dia, está embasada na atividade muscular da deglutição, executada em torno de 1000-2000 vezes/dia. Este fato suporta a recomendação diurna da placa<sup>27,30</sup>.

A placa interoclusal reposicionadora é indicada para tratamento das disfunções intra-articulares. Os ruídos articulares podem aparecer isolados ou com dor, podendo ser tratados de forma conservadora em grande parte dos casos. Eliminar o torque mandibular e, conseqüentemente, reposicionar o disco articular entre as estruturas ósseas, é o principal objetivo desta modalidade de tratamento<sup>42</sup>.

A resposta ao tratamento inicial através de placa reposicionadora depende do histórico, idade, tipo de discrepância, tempo existente da patologia, resposta do organismo às alterações sofridas, hábitos correlacionados, padrão psicoemocional, disposição para tratar, capacidade de assimilação da terapia indicada, seguir as recomendações à risca e confiança no profissional estão entre outros que podem alterar o prognóstico e, conseqüentemente, o tratamento definitivo.

## 9. Exercícios de fisioterapia

É comum, por hábitos, posições viciosas ao dormir, posições durante o trabalho e relacionamento oclusal entre outros motivos, forçar a musculatura a permanecer em posições inadequadas por muito tempo, causando sensibilidade e dor. Exercícios posturais são necessários para devolver a saúde dos músculos, como também servir de instrumento na troca de hábitos.

## 10. Terapia com laser em baixa intensidade

### - Disfunção da ATM

Na atualidade, é alarmante o crescimento de pacientes com esse tipo de disfunção tratados geralmente com fortes analgésicos ou corticosteróides, aplicados localmente, cujos efeitos colaterais são bastante conhecidos. Como alternativa terapêutica, o laser de baixa intensidade tem-se mostrado como uma opção na eliminação da dor e relaxamento da musculatura, não eliminando porém a necessidade de tratamentos clínicos reabilitadores. É importante salientar que, apesar da quantidade de trabalhos encontrados na literatura, as informações sobre os efeitos do laser em baixa intensidade em tecidos biológicos são controversas, na maioria das vezes não são conclusivas relatando principalmente casos clínicos ou observacionais, com pouco embasamento científico. Relataremos a seguir alguns dos artigos publicados internacionalmente, consistentes ou não, no tratamento da ATM.

Em estudos realizados por SATTAYUT e BRADLEY<sup>104</sup>, 15 pacientes que sofriam de desordens têmporo-mandibulares foram submetidos a mensuração por algometria eletrônica e eletromiografia (EMG) do limiar de pressão de dor (PPT). O objetivo desse estudo foi mensurar a dor através da resposta das análises PPT nas disfunções têmporo-mandibulares. Um "double blind trial" (tratamento duplo cego), usado para comparação de dois grupos de pacientes escolhidos ao acaso) foi aplicado nos 15 pacientes que sofriam de miogenia. Os pacientes foram aleatoriamente distribuídos dentro de três grupos e submetidos a irradiação laser em pontos gatilho de músculos com sensação dolorosa, sendo que o tipo de

radiação laser aplicada para cada grupo foi: LILT convencional, LILT modificado (MLILT) e placebo inativo, respectivamente.

A dosagem para cada paciente foi feita distribuindo-se o laser em seis locais distintos:

- região posterior da ATM afetada, para irradiar a parte mais rica em inervação da região posterior da articulação (mandíbula aberta);
- interface da articulação para irradiar o fluido sinovial (mandíbula aberta);
- incisura sigmóide para irradiar o nervo motor do masseter e outros elementos da divisão mandibular do nervo trigêmio (mandíbula fechada);
- os três piores *trigger points* dos músculos mastigatórios.

A dose da terapia com laser em baixa intensidade aumentada nesse teste foi capaz de mostrar um aumento do limiar de dor (PPT) em pacientes com miogenia – disfunção da articulação têmporo-mandibular, quando comparado com a aplicação de laser de menor intensidade. Pelo menos a densidade de energia usada neste teste fracassou para mostrar estatisticamente resultados diferentes comparados ao placebo. O grupo onde foi usada maior energia, pareceu apresentar um aumento na média eletromiográfica, enquanto os outros mostraram uma diminuição neste valor.

A laserterapia tem a finalidade de aliviar a dor, diminuindo a atividade muscular (BRADLEY)<sup>20</sup>. O paciente deve ser orientado de que essa terapia não substitui o tratamento clínico reabilitador, tais como, ortodontia, ajustes oclusais, reabilitações protéticas, etc.

Outra forma de aplicação como bioestimulador em analgesia sugerida por BORAKS<sup>17</sup>, foi com aplicações extrabuciais por toda região da ATM, seguindo por todo o trajeto do músculo masseter desde o arco zigomático ao ângulo da mandíbula, e aplicações intrabuciais na região da apófise coronóide e trígono retromolar, sobre o rebordo alveolar (Fig. 6).

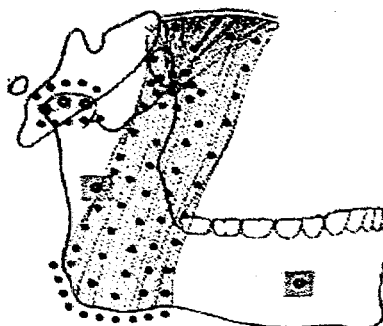


Fig. 6 - Locais de aplicação do laser no tratamento da ATM sugerido por Boraks<sup>17</sup>.

Em estudos realizados por Giuseppe Tam<sup>114</sup> com 372 pacientes (206 mulheres e 166 homens) durante o período de maio de 1987 a janeiro de 1997, foi observado que o laser de diodo (GaAs,  $\lambda=904\text{nm}$ ) atua sobre o estado energético das mitocôndrias. O laser ativa a produção de ácido araquidônico e atua na transformação das prostaglandinas PGG2 e PGH2 em prostaciclina PGL2, através da qual se obtém o equilíbrio da pressão plasmática, ação antiinflamatória com redução de sintomatologia dolorosa. Ainda como efeito bioquímico, observamos uma ação fibrinolítica, que auxilia na resolução do edema já instalado.

Em estudos com pacientes que tinham idade de 25 a 70 anos, com média de 45 anos, que sofriam de reumatismo, patologias traumáticas e degenerativas e úlceras cutâneas, a maioria havia sido tratada por ortopedistas e reumatologistas e tinha se submetido a exames de Raio-X. Todos os pacientes haviam recebido medicação baseada no tratamento e/ou fisioterapia com pobres resultados; cinco pacientes haviam também sido irradiados com lasers de HeNe e CO<sub>2</sub>. Dois terços sofriam de dores agudas, enquanto os outros sofriam patologias crônicas com crises recorrentes. Foi usado o laser de diodo pulsado (GaAs,  $\lambda=904\text{nm}$ ) uma vez ao dia por cinco dias consecutivos, com intervalos de dois dias e doze aplicações em média. Foram irradiados os pontos de gatilho, com acesso a pontos de articulação e nas raízes principais dos músculos estriados adjacentes. Foram obtidos bons resultados, especialmente em casos de osteoartrites de vértebras cervicais, injúrias cometidas no esporte, epicondilite e úlceras cutâneas e casos

de osteoartrites da coxa.<sup>114</sup> O tratamento com o laser de diodo com comprimento de onda de 904nm reduziu substancialmente os sintomas tanto quanto melhorou a qualidade de vida destes pacientes, postergando a necessidade de cirurgia.

Segundo JAN TÚNER e LARS HODE<sup>121</sup> (1999) em seu levantamento, o uso da terapia com laser de baixa intensidade ainda tem sofrido muitas críticas não sendo aceito mundialmente como uma modalidade convencional de tratamento. O principal alvo das críticas está na escassez de documentações científicas. Existem publicados mais de 2.000 artigos sobre os efeitos biológicos desta terapia, todos eles evidenciando os resultados positivos de sua aplicação. Nos seus estudos sobre a ação da terapia com laser de baixa intensidade, foram encontrados uma média de 140 *double blind clinical studies*, sendo que mais de 100 apresentaram resultados positivos quanto ao seu uso.

Os estudos que apresentaram resultados negativos para sua aplicação, demonstraram-se cercados de seriedade, entretanto, um número considerável desses estudos possuem vários tipos de falhas.

No estudo de BORAKS, S. e CARLOS<sup>17</sup> foram analisados dez casos de distúrbios articulares sendo seis pacientes do sexo feminino e quatro do sexo masculino com o objetivo de resolver a "fase aguda" da dor através da aplicação do laser como bioestimulador em analgesia atuando em três áreas:

- 1- ponto gatilho
- 2- pontos secundários
- 3- pontos principais – aplicações extra-bucais por toda a região da ATM, pelo trajeto do músculo masseter e aplicações intra-bucais na região de apófise coronóide e trígono retro-molar e sobre o rebordo alveolar. As aplicações foram sempre bilaterais, independente do lado em que a sintomatologia era referida.

Os resultados obtidos foram satisfatórios uma vez que oito pacientes apresentaram um quadro de melhora excelente, e dois regular.

O trabalho de BRUGNERA e PINHEIRO<sup>57</sup>, foi baseado no comportamento de 124 pacientes com diagnóstico de dor nas ATMs frente ao tratamento com laser de baixa intensidade, sendo 106 do sexo feminino e 18 do sexo masculino, com idades entre 7 e 81 anos (média de 38 anos). Os pacientes selecionados sofriam de algum tipo de dor aguda, e alguns, dor crônica. O laser utilizado foi o Diodo IR 30 Multi Laser com 632,8; 670 e 830nm, potência de 3,5mW a 40mW e a dose aplicada foi calculada de acordo com a severidade dos sintomas, em um total de doze aplicações, variando de 0,6J/cm<sup>2</sup> a 2,8J/cm<sup>2</sup> dependendo do comprimento de onda do laser (nenhum grupo de controle foi utilizado neste estudo). Finalizado o tratamento, 82 pacientes apresentaram-se totalmente assintomáticos, 20 pacientes com considerável redução de sintomatologia, e 22 pacientes ainda permaneceram com os sintomas.

Quarenta pacientes com diferentes tipos de dor crônica orofacial foram submetidos a terapia com laser por HANSEN e THOROE<sup>50</sup>, sendo 37 do sexo feminino e 3 do sexo masculino. O período de exposição variou de acordo com a intensidade da dor. O laser utilizado foi o IR Laser diodo com potência de 30mW e comprimento de onda de 700nm. A dose de 4,7J/cm<sup>2</sup> foi aplicada por 120s, sendo a dose máxima aplicada de 9,4J/cm<sup>2</sup>. Após as quatro sessões de aplicações, 16 pacientes obtiveram resposta positiva ao tratamento e 11 pacientes manifestaram algum tipo de efeito colateral além da intensificação dos sintomas.

CONTI<sup>31</sup>, procurou avaliar a ação da terapia com laser de baixa intensidade em pacientes com diagnóstico de disfunção têmporo-mandibular usando um sistema duplo cego (*double blind*). Vinte pacientes com dor foram examinados e divididos em dois grupos, sendo dez com alterações musculares e dez com alterações articulares; foram submetidos a três sessões de aplicações com 4J de laser de GaAIs de  $\lambda=830\text{nm}$ . Pode-se observar significativa diminuição da dor musculoesquelética, bem como, uma melhora quantitativa dos limites de movimentos mandibulares.

X No estudo de SIMUNOVIC<sup>113</sup>, 200 pacientes com quadro de dor orofacial, tiveram seus *trigger points* tratados com terapia com laser de baixa intensidade.



Tanto os pacientes com dor aguda, como crônica, experimentaram a diminuição dos sintomas iniciais.

O laser de GaAIs também foi o escolhido por BEZUUR e HANSON<sup>15</sup> para o tratamento de 27 pacientes com sintomatologia dolorosa das ATMs. A aplicação foi realizada sobre a articulação por cinco dias consecutivos. Deve-se salientar que os pacientes selecionados não apresentavam nenhum sinal de artrite. Do total, quinze pacientes (80%) experimentaram o alívio completo da dor além do aumento da capacidade de abertura de boca.

Foi realizado um estudo comparativo do uso da terapia com laser e outras duas modalidades de tratamento em 36 pacientes portadores de disfunção articular. Para esta comparação, KIM<sup>67</sup> dividiu os pacientes em três grupos de tratamento:

Grupo I - placa de mordida

Grupo II – aplicação de laser tipo GaAIs

Grupo III – acupuntura

O tratamento foi realizado no intervalo de duas a quatro semanas. Pôde-se observar uma diminuição da sintomatologia em todos grupos quando analisados clínica e eletromiograficamente. A terapia com laser, porém, apresentou resultados pouco mais significativos que com o uso da placa e, ambos, melhores resultados quando comparados à acupuntura.

No estudo de LOPEZ<sup>74</sup>, 168 pacientes com história de disfunção das ATMs foram submetidos a tratamento associando o uso de placa de mordida com aplicações de laser de HeNe por 5 minutos sobre a ATM e 6mW de potência. Ao final do tratamento, 52 pacientes apresentaram melhora após sessão única, e 90% dos pacientes apresentaram melhora significativa após 10 sessões. Através da análise clínica e tomográfica, observou-se que com esta terapia foi obtido um resultado positivo em 6 meses, o que somente com o uso da placa aconteceria entre 12 ou 18 meses. Pode-se concluir que a terapia com HeNe é efetiva como

complementar às placas de mordida nos tratamentos de artroses e artrites, porém, este comprimento de onda não é o melhor para dor muscular.

HATANO<sup>52</sup> submeteu 15 pacientes com alteração das ATMs e sintomatologia de dor à palpação a terapia com laser de GaAlAs, aplicando por 3min sobre a ATM, com uma potência de 30mW. Foi observado através da palpação dos pontos de dor, uma melhora mais efetiva após 20, 40, e 60 minutos de aplicação, quando comparada à palpação imediatamente após à aplicação.

BRADLEY et al<sup>20</sup> realizaram um estudo onde foram tratados 30 pacientes com alterações das ATMs e dor presente à palpação há mais de 6 meses, os quais foram divididos em 3 grupos sendo um placebo e dois onde as variáveis foram a dosagem e comprimento de onda utilizados. Os grupos tratados receberam três doses ao longo de uma semana. A palpação muscular para detecção dos *trigger points* foi realizada antes e após a irradiação, além da análise eletromiográfica da atividade muscular. Pode-se concluir que, a dose de 100J/cm<sup>2</sup> mostrou-se mais eficiente que a dose de 20J/cm<sup>2</sup>.

## **2.6 Interação do laser emitindo baixa intensidade com tecidos biológicos**

Depois que MAIMAN construiu em 1960 o primeiro laser de rubi, rapidamente suas aplicações começaram a se destacar na área médica, principalmente em cirurgias<sup>25</sup>. Com esses novos procedimentos cirúrgicos, notou-se nas áreas vizinhas aos tecidos operados, a aparição de alguns efeitos particulares, entre eles, a analgesia. Estes efeitos começaram a ser estudados e foram denominados de bioestimulação.

TOMBERG foi um dos primeiros a prestar atenção na existência de efeitos, além dos térmicos, da radiação laser. Em 1961, utilizando um laser de rubi para irradiar em pequenas doses ratas brancas, observou mudanças sanguíneas como

o aumento de glóbulos vermelhos, hemoglobina e plaquetas. Ele descreveu uma moderada leucocitose, com aumento de linfócitos e megacariócitos e estímulo de crescimento da medula óssea, após efetuar as irradiações.<sup>119</sup>

Em 1966, KLEIN relatou mudanças no estado vital das mitocôndrias observadas através de microscópio eletrônico com um laser de  $\lambda = 694\text{nm}$ .<sup>121</sup>

Entre 1967 e 1974, o professor INYUSHIN coordenou na faculdade de Biologia e Medicina na Universidade de Kasachica, os primeiros estudos a respeito dos citados efeitos biológicos dos lasers da baixa intensidade. Segundo as conclusões do autor, o laser ativa a formação de sangue na medula óssea e repara a pele de feridas; permite a aderência de autotransplantes sem problemas, e em um tempo reduzido com uma reconstrução total da pele, e agiliza a regeneração de nervos traumatizados. Foram observados excelentes resultados no tratamento de basaliomas dérmicos e bons resultados em: poliartrite reumatóide, artrose inespecífica, endoartrite obliterante e úlcera trófica etc<sup>4</sup>.

Portanto, o laser pode normalizar a condição bioenergética do organismo, acelerar os processos metabólicos, possibilitar mudanças nas funções celulares, sem causar danos orgânicos maiores.

As primeiras observações clínica do efeito de estimulação cicatricial, foram relatados em 1969, por ENDRE MESTER na publicação: *Clinical Applications of laser beams* (aplicações clínicas do laser), onde foram mencionados os efeitos da radiação laser, descrevendo uma pequena estatística a qual iria despertar o interesse em futuras aplicações do laser. Nesta mesma época, RUBIN confirmou experimentalmente as diferenças entre irradiar com um laser de emissão vermelha e ultravioleta, mostrando que a irradiação na região, compreendida entre 250 e 260nm, acarretava a morte celular. A maioria dos autores chegou a conclusão que as mudanças ocorreram na estrutura da membrana da mitocôndria e no retículo endoplasmático<sup>25</sup>.

Em 1972, SCHUR, da União Soviética, divulgou seu êxito ao tratar com laser de HeNe, feridas resistentes aos tratamentos convencionais. Em 1973,

Mester informou sobre o aumento da produção de colágeno, o qual participa como ativador da cicatrização, após a irradiação de feridas com luz laser.<sup>25</sup>

Uma série de estudos continuaram a ser realizados sobre os efeitos do laser de baixa intensidade, até que em 1982, BENEDICENTI<sup>13</sup> confirmou, através de avaliação radioimunológica em humanos, um aumento da beta endorfina no liquor cefalorradiquiano, após a irradiação com luz laser  $\lambda = 940\text{nm}$ , explicando desta forma o efeito analgésico da terapia com laser de baixa intensidade.

Uma das maiores preocupações para aqueles que estudam a terapia com laser de baixa intensidade, é definir qual a profundidade de penetração da luz nos tecidos. Para responder a esta questão, JIMMIE KERT e LISBETH ROSE<sup>66</sup>, dividiram o problema em duas partes; a penetração da luz por si só e a distribuição dos efeitos biológicos que ela produz, que estão diretamente relacionados com os fenômenos de interação da luz com o tecido. A absorção da luz será feita pelos cromóforos do tecido, principalmente a água, melanina e hemoglobina, as quais irão interagir com comprimentos de onda específicos.

A penetração da luz laser pode ser definida, qualitativamente, pela Lei de Beer e pode ser expressa por uma função exponencial:  $I=I_0.e^{-cx}$

A curva depende do coeficiente de atenuação, a qual varia dependendo do comprimento de onda da luz e da composição do tecido. Os efeitos do tratamento estão diretamente ligados à profundidade de penetração e à dose de irradiação. A relação entre dose e efeitos do tratamento pode ser entendida desde o início da absorção dos fótons que desencadeiam uma série de reações, até observação dos efeitos biológicos.

KERT<sup>66</sup> também afirmou acreditar na teoria da "absorção de um fóton", onde um único fóton bem posicionado, no tempo adequado, é capaz de estimular a célula.

Deste estudo, concluiu-se que houve penetração acima de 3 cm de profundidade nos casos de potência acima de 120mWatts. Quanto mais alta a

potência da sonda, mais alta a densidade de energia observada nesta profundidade, e que existe uma queda tipo exponencial, de energia, acontecendo no primeiro centímetro do tecido. Subseqüentemente a estes experimentos realizados por Bradley, uma câmera de vídeo CCD foi empregada para se obter uma imagem monocromática do feixe de luz espalhado nos tecidos<sup>22</sup>.

Em 1998, o trabalho de 1994 foi melhorado por BRADLEY et al<sup>19</sup>, usando uma câmera com imagem colorida que poderia ser calibrada para o uso de detectores isotrópicos. Isto permitiu comparações principalmente no relato das diferenças de atenuação entre tecido mole e tecido duro de onde foram tiradas as seguintes conclusões:

- radiação de 820nm penetra em profundidades adequadas para terapia em tecidos duros e moles da região maxilofacial.
- as maiores densidades de energia foram notadas de 1 a 1.5cm de profundidade, as quais podem ser consideradas como zona supressiva para uma hipotética proposição de amortecimento de vibrações em estruturas como fibras nervosas da dor.

Abaixo de 1cm, baixas densidades de energia foram observadas como zona excitatória, capaz de reenergizar enzimas e promover o processo de reparação tecidual.

Esta é uma aplicação da lei de ARNDT SCHULTZ<sup>65,100</sup>.

Apesar do fato de não existir uma teoria universal para explicar os mecanismos de analgesia e de bioestimulação pela terapia com laser de baixa intensidade, podemos esperar a promoção de alguns efeitos antiinflamatórios e alívio de dores articulares e musculares. Os lasers mais comumente utilizados são os de hélio-neônio e de diodo.

Recentemente, vários testes clínicos têm sido realizados no sentido de obter-se um consenso sobre a exata intensidade, tempo de exposição e local de aplicação do laser. Entretanto, em muitos casos, os protocolos utilizados nestes

estudos não foram aceitos e seguidos clinicamente. Isto leva a uma significativa controvérsia sobre seus efeitos e formas de tratamento.

De acordo com TAM et al<sup>114</sup>, não existem evidências científicas que demonstrem que a intensidade e comprimento de onda da luz laser possam penetrar estruturas profundas enquanto outros autores acreditam que 95% da luz laser é absorvida pelos primeiros 3mm ou 4mm de tecido (dependendo do comprimento de onda).

Uma variedade de condições patológicas, incluindo artrite reumatóide, neuralgia, dor crônica, *trigger points*, fibromialgia e hipersensibilidade dentinária têm sido tratados com laser de baixa intensidade em busca de alívio da dor. Isto demonstra a existência da considerável diversidade nos resultados obtidos em diferentes trabalhos, dependendo dos parâmetros e metodologias utilizadas.

O uso desta terapia na Odontologia não é novo, tendo sido utilizada no Japão e Europa, por mais de dez anos. Entretanto, esta última década foi marcada por uma explosão de trabalhos de pesquisa relacionados às vantagens de sua aplicação na clínica diária.<sup>14,20,21,28,50,68,77,85,95,104,113</sup>

Como toda técnica, porém, é fundamental que se reconheça bem seus princípios básicos, principalmente porque os efeitos e o mecanismo de ação do laser não são completamente entendidos.

Os lasers em baixa intensidade não aumentam a temperatura do tecido em mais que 1°C. O seu principal efeito está baseado mais na quantidade de absorção de luz, desencadeando efeitos fotoquímicos e/ou fotofísicos do que na ativação térmica tecidual.

Os vários tipos de laser são definidos pelo seu comprimento de onda. O intervalo do espectro eletromagnético mais usado na terapia com laser de baixa intensidade situa-se em torno de 630nm e 1300nm. A emissão laser pode ser contínua ou pulsátil.

Portanto, pode ser definida como um tipo de terapia não-térmica, capaz de causar alterações externas nas células e tecidos, geradas por diferentes tipos de ativações metabólicas. Dentre elas, estimulações da cadeia respiratória celular, principalmente a mitocôndria, e aumento da vascularização e ativação de fibroblastos. A sensibilização das células pela luz laser pode ser explicada pelos seus efeitos fotoquímicos e fotofísicos.

- Efeitos fotoquímicos

Em condições fisiológicas, demonstrou-se que a absorção da radiação laser de baixa densidade de potência em um sistema biológico, pode ser de natureza não coerente.

Os efeitos biológicos da luz dependem principalmente de sua monocromaticidade e da densidade de potência. Quando a luz laser incide em cultivos com uma única camada de células *in vitro*, conservam-se a polarização, e a coerência pode ser determinante nos resultados biológicos. O mesmo ocorre ao se irradiar o leito de uma úlcera em menor proporção, quando se trata de uma superfície mucosa.

A absorção de fótons por biomoléculas intracelulares específicas produz estimulação ou inibição de atividades enzimáticas e de reações fotoquímicas. Estas ações determinarão mudanças fotodinâmicas em cadeias complexas e moléculas básicas de processos fisiológicos com conotações terapêuticas.

- Efeitos fotofísicos

Os efeitos fotofísicos ou fotoelétricos são os processos que provocam modificações nos potenciais da membrana, incrementando a síntese de ATP (adenosina trifosfato).

A transmissão de um estímulo doloroso realiza-se mediante modificações no estado eletrofisiológico da membrana das fibras nervosas. Para que a transmissão do impulso exista, é necessário um incremento na permeabilidade da membrana aos íons sódio, os quais provocam uma variação do potencial de até 30mV. A bomba de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  põe-se em marcha, expulsando os íons extras com um consumo de ATP. Nos estados patológicos, o laser intervém no processo de intercâmbio iônico e acelera o processo de incremento de ATP.

O mecanismo de interação molecular primário do laser foi descrito em princípios dos anos 80.

Os incrementos de ATP mitocondrial que se produzem após a irradiação laser, favorecem um grande número de reações que intervém no metabolismo celular. Entre elas temos:

- aumento da síntese de DNA e RNA em células eucariotas e procariotas;
- incremento da formação de colágeno e precursores;
- aumento do nível de  $\beta$ -endorfinas no líquido cefalorraquidiano nos tratamentos de algias do trigêmeo;
- variações quantitativas de prostaglandinas;
- capacidade imunossupressora. Incremento da adesão dos macrófagos e linfócitos. Não foram observadas alterações prejudiciais tanto na imunidade celular como na humoral;
- a atuação enzimático foi descrita pela liberação de substâncias pré-formadas, como a acetilcolina e a histamina. Foram observadas variações na atividade de NADH, catalase, citocromoxidase, fosfatases ácidas, superóxido dismutase, succinato e desidrogenase;
- a ação do laser sobre glândulas secretoras tem sido descrita em tiróides, em hipófise e em glândulas exócrinas;
- estimulação da microcirculação vascular e linfática;
- ação na reparação e cicatrização tissular na pele, no sistema nervoso, no tecido ósseo e no bulbo piloso.



O quadro a seguir exemplifica o modelo de estimulação para a terapia com laser emitindo baixa intensidade.

Reação base	Cascata de resposta fotoquímica	Organelas implicadas	
Fotorreceptores ↓ Transdução de sinais e amplificação ↓ Fotorreceptores	NAD ↓↑ ATP ↓↑ NA <sup>+</sup> H Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup> ATPase ↓ Ca ↓ DNA, RNA	Mitocôndrias ↓ Citoplasma ↓ Membrana Celular ↓ Citoplasma ↓ Núcleo ↓ Proliferação celular, Diferenciação celular ou síntese de proteínas	← Luz visível <b>Resposta fotoquímica</b>  ← Luz infravermelha <b>Resposta fotofísica</b>

Resposta fotoquímica e fotofísica da terapia com laser de baixa intensidade<sup>25,100</sup>

### Contra-indicações

A terapia com laser de baixa intensidade é uma forma terapêutica que pode ser usada na maioria dos pacientes, apresentando algumas contradições que tem sido contestados na literatura:

- usuários de marca passo – os marca passos são aparelhos eletrônicos que não podem ser influenciados pela luz, e sendo assim, segundo JAN TÚNER e LARS HODE<sup>121</sup>, é um engano contra indicar o laser nestes pacientes.
- mulheres grávidas – altas doses direcionadas ao abdômem devem ser evitadas, porém evidências têm demonstrado que se uma mulher for irradiada em um herpes, ou em algum músculo do pescoço, nada acontecerá ao feto.

ÁVILA<sup>5</sup> demonstrou danos em células de embriões de galinhas após irradiação com laser de HeNe (5mW por 5 minutos), através de uma abertura no ovo. Acredita-se<sup>121</sup> que para se ter um dano em um embrião humano, a dose terá que ser aplicada durante semanas, levando-se em consideração o tamanho do embrião e toda a barreira tecidual que o laser necessita ultrapassar até atingir o embrião. Todavia, assim como no caso dos marca passos, se alguma intercorrência ocorrer, durante ou logo após o uso do laser, este poderá ser responsabilizado, portanto, se faz prudente evitar seu uso nestes casos.

- epilepsia – a justificativa é que a luz visível pulsada, particularmente com frequências entre 5-10Hz, poderiam causar ataques epiléticos. Na literatura não existe nenhuma evidência de que a luz invisível pudesse afetar os epiléticos. SIMUNOVIC<sup>113</sup> reportou um tratamento em um indivíduo epilético, que tolerou frequências somente abaixo de 800Hz.
- irradiação laser na glândula tireóide – a irradiação sobre a glândula tireóide deve ser evitada. HERNANDEZ<sup>54</sup> demonstrou que irradiação com GaAs induz a uma queda nos níveis de mRNA da thyroglobulin, mudanças nas células da tireóide e redução dos níveis de hormônio tireoidiano no plasma, associados com uma queda nos níveis de TSH. Até que as pesquisas não elucidem exatamente o que ocorre à nível de glândula tireóide, a sua irradiação com laser deve ser evitada.
- irradiação laser em crianças – CHEETHAN<sup>29</sup> irradiou joelhos de ratos em crescimento. Um joelho de cada rato foi irradiado três vezes por semana

com densidade de energia de 5 J/cm<sup>2</sup>. O outro joelho de cada rato foi utilizado como grupo controle. Os animais foram examinados histologicamente após seis e doze tratamentos, e nenhuma diferença foi encontrada entre os joelhos irradiados e o grupo controle. Dr. GOIAM RENSTROM, médico especialista em medicina esportiva na Suécia, tratou com sucesso, os joelhos e pernas de 30 jovens com idade entre 11 e 15 anos, com laser de GaAs.<sup>121</sup>

- câncer – somente especialistas devem tratar pacientes com câncer. Enquanto não existirem evidências de benefícios do uso da luz laser em tecidos cancerosos, seu uso não deve ser indicado.

### **Efeitos biológicos da terapia com laser de baixa intensidade**

#### **1. Ação analgésica**

A ação antiálgica da radiação laser parece resultar de uma soma de intervenções em diferentes níveis, entre outras coisas, porque exerce uma analgesia que dura pouco tempo (de 12 a 24 horas), tornando-se mais intensa com o decorrer do tratamento aplicado a cada caso, podendo transformar-se em durável ou definitiva. O conhecimento da interação do laser com os tecidos biológicos é fundamental para se obter melhores resultados e segurança no tratamento.

Não há também nenhuma teoria uniforme explicando a ação do laser desde os receptores periféricos até o estímulo no SNC. Parece que uma das possibilidades do efeito analgésico da radiação laser pode ser relacionada com a influência da luz laser na síntese e liberação de alguns neurotransmissores do sistema nervoso central e periférico<sup>14</sup>.

BENEDICENTI<sup>13</sup> (1982) relatou os efeitos benéficos do laser não-cirúrgico. Este efeito analgésico da terapia com laser de baixa intensidade foi comprovado

em humanos pelo método rádio-imunológico, observando-se um aumento de beta-endorfina no líquido cefalorraquidiano, depois da irradiação com este laser. Este é um método natural de analgesia.

De outra parte, o aumento de peptídeos endógenos, produzidos pelo laser, atua sobre os receptores opiáceos da asa posterior superficial, localizados sobre os terminais dos neurônios sensitivos primários, segundo o mecanismo descrito por Hunt et al, regulando a informação sensitiva por inibição da liberação de substância "P" ou de outros transmissores excitadores, por populações específicas de neurônios sensitivos<sup>18</sup>.

Os níveis de ação da luz laser são:

- local – redução de inflamação devido à reabsorção de exsudatos favorecendo a eliminação de substâncias algógenas. Foi demonstrado em alguns estudos, a diminuição dos níveis de bradicinina local, substância esta, que atua sensibilizando alguns receptores de alto limiar, de modo que eles respondem a estímulos que antes eram inócuos;
- interferência durante a transmissão do estímulo elétrico, mantendo o potencial iônico, interna e externamente à membrana celular, e assim, evitando ou reduzindo a despolarização da mesma. Parece que a carga fotônica da luz laser exerceria uma ação sobre os lipídios. Os lipídios normalmente estão localizados perpendicularmente à membrana celular, podendo mover-se com relativa liberdade, ainda que seja muito difícil que se "desprendam" desta situação; a ação do laser consistiria em mobilizar os lipídeos bloqueando, assim, os canais de penetração dos íons. Um segundo mecanismo de ação sobre a membrana é a manutenção de seu potencial evitando assim a despolarização. Tem-se observado um aumento de síntese de ATP após a irradiação, energia celular que será utilizada pelas fibras nervosas para saída de  $\text{Na}^+$ , pelo mecanismo da chamada "bomba de sódio e potássio". Isto posto, observa-se que tanto direta como indiretamente, o resultado da irradiação é o equilíbrio do potencial da membrana em repouso, dificultando a transmissão do estímulo doloroso.

- sobre as fibras nervosas grossas (táteis), que quando estimuladas pela luz laser provocam bloqueio das fibras estreitas (dolorosas). É provável que a irradiação atue enviando um "sinal" ao núcleo gelatinoso do axônio resultando em bloqueio da transmissão da dor através das fibras mielínicas do tipo A-delta com uma permanência de 12 a 24 horas.
- estimulação da produção de beta-endorfinas, direta e indiretamente, que como já citado, atuam na inibição da sensação dolorosa.
- impedimento da diminuição do limiar de dor dos receptores sensitivos.
- normalização e equilíbrio da energia presente na região lesada.

Efeito analgésico segundo o tipo de dor

Pode-se destacar três tipos de dor: superficial, profunda e visceral

#### 1. Dor superficial

Caracteriza-se por ser localizada. Neste caso, a irradiação de forma pontual produz, de modo geral, um efeito analgésico imediato com uma permanência de 12 a 24 horas. Após este período, a dor retornará caso não se tenha removido sua causa principal.

#### 2. Dor profunda

Produzida pelas fibras musculares, fáscias e articulações. Geralmente apresenta um caráter difuso, mas persistente e intenso, o que a diferencia da dor superficial. Sabe-se que a isquemia tissular e o espasmo muscular são causadores de sensação dolorosa, sendo mais rápido e intenso quanto maior o metabolismo do tecido; após a interrupção do fluxo sangüíneo em um músculo contraído ( em exercício ) a dor por isquemia ocorre em 15 a 20 segundos, em um músculo em repouso em 3 a 4 minutos e na pele, região de menor metabolismo, até 20 minutos. Acredita-se que o acúmulo de ácido láctico, como resultado do metabolismo anaeróbico, pode ser a causa deste tipo de dor, que provoca a

liberação de substâncias tipo prostaglandinas e bradicinina que por si, explicam a sensação dolorosa.

A dor produzida pelo espasmo muscular, relaciona-se diretamente pela compressão de vasos sanguíneos e indiretamente pelo aumento do metabolismo muscular.

O estímulo de irradiação laser sobre a microcirculação capilar e arterial, produz uma vasodilatação em nível capilar e pré-capilar, contribuindo para melhora da irrigação da região afetada. Se junto a dor existir componente inflamatório, ocorrerá uma reabsorção do edema e aumento da quantidade de macrófagos, reduzindo assim a dor e inflamação. Vale salientar que a analgesia produzida nesta situação pelo laser, não apresenta caráter imediato, mas ao longo de várias sessões.

### 3. Dor Visceral

Não se tem comprovação da ativação do laser neste nível de dor, provavelmente por impossibilidade da irradiação direta sobre a zona afetada. De modo geral, o efeito analgésico do laser tem sido amplamente defendido devido à sua grande influência na resolução de casos que não respondiam à terapias clássicas. Por outro lado, observa-se em algumas situações que a grande melhora obtida já no início das aplicações, faz com que ocorra um abandono prematuro do tratamento. Deve-se salientar que a resposta é individual e dependendo do tipo da doença que causa a dor pode ser rápida, desde a primeira sessão, ou lenta, quando os primeiros efeitos se fazem presentes a partir da terceira ou quarta sessão.

## 2. Ação anti-inflamatória, anti-edematosa e normalizadora

O processo é uma complexa reação dos tecidos às lesões que levam à liberação de substâncias do tipo histamina, bradicinina, que atuam aumentando o fluxo sanguíneo local e a permeabilidade dos capilares que provocam uma grande saída de líquido e proteínas do interior dos vasos para o espaço intersticial produzindo um edema local<sup>96</sup>. A coagulação de fibrina resulta em uma retenção dos líquidos tissulares e linfáticos, que servem para separar a região lesada do resto do tecido sadio, porém acaba por dificultar a destruição de microorganismos presentes no local. A resposta das células de defesa do organismo tem início rápido, mas escalonado:

- a primeira forma de defesa à infecção, é a difusão dos macrófagos para a região lesada que irão atuar na fagocitose de agentes estranhos.

- após algumas horas, ocorre um aumento da quantidade de neutrófilos no sangue. Ao conjunto de substâncias que determinam esta variação, dá-se o nome de "fator indutor de leucocitose" que difunde do tecido inflamado para o sangue e daí para a medula óssea. São três os mecanismos pelos quais os leucócitos migram à zona de inflamação:

1. Marginação: os neutrófilos se aderem às paredes lesionadas dos capilares
2. Diapedese: o aumento da permeabilidade capilar e venosa facilita sua passagem para o espaço tissular.
3. Quimiotaxia: produtos bacterianos ou celulares, fatores de coagulação ativados, antígenos e anticorpos, promovem a migração dos neutrófilos. A parte destes acontecimentos, ocorre a segregação de um "fator estimulante de calorías" nos tecidos inflamados. Trata-se de uma glucoproteína de 45.000 PM que irá atuar, em nível local, provocando a proliferação de colônias de leucócitos nos tecidos e sistemicamente, aumentando a produção na medula óssea. De modo geral, o tempo necessário para emissão de neutrófilos jovens é de 14 dias e durante um processo de inflamação, uma semana.

- finalmente, ocorre um aumento lento, mas progressivo do número de macrófagos presentes na região lesada. Isto dependerá de sua reprodução bem como da migração de um número de monócitos que em 8 a 12 hs. Atingem a capacidade fagocitária, além de contribuir para o início da formação de anticorpos.

Sobre todo este complexo sistema de defesa do organismo, que o laser tem demonstrado seus efeitos terapêuticos. A terapia com laser de baixa intensidade influencia mudanças de caráter metabólico, energético e funcional porque favorece o aumento da resistência e vitalidade celular, levando-as à sua normalidade funcional com rapidez.

A ação antiinflamatória se exerce através da aceleração da microcirculação, originando alterações de pressão hidrostática capilar, com reabsorção do edema e eliminação do acúmulo de catabólicos intermediários como o ácido pirúvico e láctico. Sob a ação do laser, opera-se uma transformação no metabolismo celular, situação que conduz à menor utilização do oxigênio e da glicose pela célula.

Parece que existem sensíveis diferenças na cronologia da atividade circulatória, o aumento da microcirculação é mais precoce quanto maior é o defeito existente, ainda que situações nas quais existe uma patologia sistêmica, como a diabetes, a ação é menos rápida e menos notável.

O mecanismo deste efeito opera-se, fundamentalmente, nos esfíncteres dos circuitos capilares terminais, observando-se que o aumento circulatório se mantém em todos os casos, durante um tempo superior aos 20 minutos depois de cessar a aplicação do laser, e continua quando se esfria a região irradiada, o que vai contra o suposto efeito térmico desta radiação como a causa de seus efeitos biológicos.

Neste sentido, tem-se constatado que a temperatura obtida nas áreas irradiadas com o laser, depois de manifestar um aumento da temperatura, acima do seu valor primitivo, transcorrido um tempo de aproximadamente 10 minutos,



origina-se uma queda de temperatura ligeiramente abaixo dos valores normais. Este fenômeno poderia se explicar pelo estímulo circulatório originado pelo laser que cria, de início, aumento da temperatura por melhora do fluxo sanguíneo, passando em continuação, à queda da temperatura pela descongestão criada no território irradiado.

A grande vantagem do laser sobre outros tipos de tratamento é a não interferência do efeito térmico, uma vez que a irradiação de baixa intensidade é acalórica. Atualmente recomenda-se o tratamento a laser, logo no início do processo de inflamação, cuidando-se apenas com a dosagem aplicada.

### Níveis de ação

Está centralizado na circulação local, provocando um estímulo desta e vasodilatação, o que resultará em maior migração dos neutrófilos, monócitos e reabsorção do exsudato fibrinoso, o que favorece a resolução do processo inflamatório mais rapidamente do que o organismo é capaz.

### **3. Ação cicatrizante**

Hoje em dia, o conceito do efeito bioestimulador da luz laser de baixa intensidade é bem aceito, o que faz com que se torne válida sua utilização no tratamento de enfermidades disfuncionais promovendo, no organismo, situações de caráter regulador.

Vários autores têm descrito diversos graus de lesões distróficas da pele curada com radiações laser de baixa intensidade. Tem-se afirmado sobre os efeitos que esta luz tem sobre as alterações funcionais que se associam a lesões específicas, regenerando nervos traumatizados, estimulando a osteogênese, criando efeitos sobre as secreções hormonais ou ativando cura de queimaduras, hemorróidas e sinusites<sup>1,4,17,25,29,60,66,68</sup>.

Vários estudos investigaram o efeito combinado do laser infravermelho pulsado com o de He-Ne de emissão contínua sobre o processo de contração das feridas durante seu período de cura. Observou-se que o tratamento do laser em pulso de 700Hz aumenta a contração das feridas quando comparado aos tratamentos também realizados com 1220Hz.

A radiação laser de baixa intensidade aumenta significativamente o desenvolvimento da circulação sanguínea, regenera o tecido lesado, ativando sua cicatrização. No processo de ativação da cicatrização sob efeito da luz laser, existe um estímulo na proliferação de fibroblastos, com produção de fibras elásticas e colágenas. Parece que as vesículas que contém zonas centrais densas possuem substâncias bioativas que catalisam a cura das regiões não-irradiadas e, portanto, não é necessário irradiar a totalidade da lesão para obter o efeito laser estimulativo em toda ferida. Estes fatos sugerem que o efeito do laser, que se manifesta à distância, seria transmitido por substância humorais, originadas nas regiões irradiadas.

Na área terapêutica tem-se apontado a eficácia da terapia para melhorar tanto a patologia venosa como arterial chamando-se a atenção sobre a múltipla etiologia de algumas alterações como as úlceras crônicas.

Segundo se deduz das observações, nem todas úlceras são candidatas a terapia laser, insistindo-se na necessidade de um correto diagnóstico antes de indicar-se o tratamento laser.

### **Utilização clínica da terapia com laser de baixa intensidade**

Trata-se de uma forma de tratamento coadjuvante, que não tem a intenção de substituir outras modalidades de tratamento, e sim, auxiliá-los, somando alternativas para melhores respostas terapêuticas.

A terapia com laser de baixa intensidade trabalha com princípios de indução de respostas biológicas, através de transferência de energia. A Lei de

ARNDT – SCHULTZ da biomodulação, conclui que baixas doses de energia, estimulam estes processos biológicos, e que altas doses seriam capazes de inibi-los<sup>100</sup>.

O comprimento de onda, o qual o laser emite, determina a efetiva profundidade de penetração dentro do tecido que está sendo irradiado. Comprimentos de onda maiores que 760nm possuem maior profundidade e são indicados para pontos de acupuntura, *trigger points* e tecidos profundos danificados. Comprimentos de onda no visível (vermelho) menores que 690nm, não possuem alta penetração, portanto, são mais utilizados no tratamento de tecidos mais superficiais.

As aplicações clínicas do laser de emissão vermelha incluem o tratamento de feridas pós-operatórias não-cicatrizadas, úlceras venosas e de decúbito, acne, tonificação e sedação de pontos superficiais de acupuntura, aftas, herpes, entre outras condições dermatológicas. Todavia, efeitos terapêuticos do laser de emissão visível, também têm sido citados como resultantes do uso do laser de emissão infravermelha, por exemplo, estudos realizados por SUGRUE et al, 1990, mostraram que os lasers de emissão infravermelha, causaram uma diminuição significativa no tamanho das úlceras venosas, com diminuição da dor. Estes benefícios ocorreram principalmente pela maior penetração no tecido, causando efeitos de cicatrização pela estimulação da micro-circulação e drenagem linfática<sup>121</sup>.

Existe um grande número de trabalhos clínicos da utilização desta terapia. A portabilidade, a diversidade e o baixo custo do laser de diodo, permitiram que esta modalidade de tratamento fosse introduzida em clínicas, hospitais e levado até as residências de pacientes impossibilitados de sair da cama, assim como ser utilizado como terapia imediata em injúrias do esporte, em distensões musculares, hematomas e tendinites.

TRELLES et al<sup>119</sup> (1987), revisando o uso local da irradiação com a terapia com laser de baixa intensidade, observou os seguintes tipos de efeitos:

- efeitos de bioestimulação em úlceras, granulomas, queimaduras, feridas sépticas e traumas superficiais nos tecidos.
- estimulação em células locais do metabolismo em tecidos danificados (*in vivo* e *in vitro*).
- estimulação da atividade enzimática local.
- melhoras na cicatrização e regeneração tecidual, aumento da atividade mitogênica e osteogênica.

TRELLES et al<sup>119</sup> (1987) e MUXENEDER (1987), também versaram os efeitos da terapia com laser de baixa intensidade em dores da coluna, dores de cabeça e respostas imunes locais.

Outros efeitos terapêuticos da terapia registrados por ILLARIONOV et al em 1993, foram:<sup>121</sup>

- analgésico, antiexsudativo, antihemorrágico.
- antiinflamatório.
- antineurálgico, antiedematoso, antiséptico.
- antiespasmódico.
- vasodilatador.

De acordo com LAAKSO et al<sup>70</sup> (1994), a resposta analgésica da fototerapia, pode ser medida por mecanismos hormonais/opioides e suas respostas dependem diretamente da dose e do comprimento da onda.

Nos tratamentos com laser, os parâmetros utilizados afetam diretamente os resultados.

Os dispositivos da terapia a laser geralmente são especificados em termos de potência (miliwatts) do laser e o comprimento de onda no qual a luz emite (nanômetros). Estas informações são fundamentais, porém, não são suficientes para definir com acuidade os parâmetros do sistema laser. Para isso temos também que ter o conhecimento do diâmetro do feixe (cm ou mm), na região a ser tratada (cm<sup>2</sup> ou mm<sup>2</sup>).

## Comprimento de onda

É fundamental a escolha do comprimento de onda específico para cada tipo de tratamento. Cada um possui uma melhor afinidade por determinado tecido, o qual irá produzir melhores efeitos terapêuticos.

Todavia, ainda não foi possível determinar exatamente qual o comprimento de onda específico para cada indicação. Os autores acreditam que o laser HeNe ou laser de InGa AIP laser (633-635nm), são as melhores opções para úlceras e regenerações nervosas, devido à pouca penetração destes lasers nos tecidos, porém, outros comprimentos de onda podem ser usados sem se conseguir a mesma eficiência<sup>25,66</sup>. O laser de GaAl é considerado a melhor escolha para o tratamento de alterações mais profundas, como injúrias do esporte e dor pós operatória além de uma boa alternativa para tratamentos de dor e edema (inflamação), com resultados positivos também em tratamentos de úlceras crônicas. É recomendável também, que se o profissional não possui o comprimento de onda "ideal" para determinado tratamento, que ele utilize aquele que tem em mãos. Atualmente a correta dose de radiação é tão importante quanto o comprimento de onda.

KARU<sup>63</sup> encontrou, através de medidas de quimioluminescência, que os processos oxidativos de células sanguíneas eram influenciadas por diferentes comprimentos de onda durante a fase inicial da doença respiratória viral aguda. Dos quatro diferentes comprimentos de onda testados (660nm, 820nm, 880nm e 950nm), o 660nm foi o mais efetivo.

## Área a ser tratada

Para se calcular a dose, a densidade de potência e o tempo de tratamento, é necessário o conhecimento da área a ser tratada, a qual é expressa em cm<sup>2</sup>. Também é importante para o cálculo da dose, a medida de profundidade da área objetivada.

Experiências práticas têm demonstrado que pode ser mais benéfico tratar uma área menor mais extensamente e depois tratar as áreas próximas, do que tratar uma grande área por um longo período de tempo em um único atendimento.

### Potência (P)

O conhecimento da potência do aparelho emissor do laser é fundamental para o cálculo da dose a ser administrada. Quanto maior a potência, menor o tempo que o aparelho necessita para alcançar as doses estimadas. A potência do laser é medida em watts e se refere ao número de fótons emitidos em um determinado comprimento de onda.

### Densidade de Potência ou Intensidade (I)

A densidade de potência mensura o potencial de efeito térmico dos fótons na área tratada. Ela é medida em watts por  $\text{cm}^2$ , estando, portanto, em função da potência do laser e da área do feixe, e é calculada pela expressão:

$$\text{Densidade de Potência (W/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Potência (W)}}{\text{Área do laser (cm}^2\text{)}}$$

### Energia (E)

A quantidade total de energia entregue aos tecidos por um laser de determinada potência durante um certo período, é medida em Joules e calculada da seguinte maneira:

$$\text{Energia (joules)} = \text{Potência (watts)} \times \text{Tempo (segundo)}$$

### Densidade de energia (DE)

O conhecimento da distribuição da energia total sobre uma determinada área a ser tratada fornecerá a dose do tratamento, que é medida em Joules/cm<sup>2</sup>. A densidade de energia é o fator mais importante na determinação da reação tecidual<sup>121</sup>. Ela é função direta da densidade de potência e do tempo, e pode ser calculada da seguinte maneira:

$$\text{Densidade de energia (J/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Potência(W)} \times \text{Tempo (s)}}{\text{Área (cm}^2\text{)}}$$

### 3. APLICAÇÃO DA TERAPIA COM LASER DE BAIXA INTENSIDADE NA ODONTOLOGIA

#### - Hipersensibilidade dentinária

A hipersensibilidade dentinária significa, clinicamente, uma dor originária de dentina exposta em resposta à grande variedade de estímulos.

A teoria mais aceita para explicação deste tipo de dor é a teoria hidrodinâmica, que propõe que a dor ocorre devido ao movimento mínimo no interior do túbulo, causando, assim, uma pressão nos odontoblastos e estimulação das fibras nervosas adjacentes.

Nestes casos, a terapia com laser de baixa intensidade atuará no reestabelecimento do equilíbrio fisiológico pulpar pela sua ação analgésica e antiinflamatória, além de promover um selamento por deposição de dentina secundária na região afetada. Observa-se uma considerável diminuição da sintomatologia logo após a primeira aplicação.

É importante salientar que a hipersensibilidade dentinária, quando ocorre por exposição do "colo" coronário, quase sempre é resultado de outras causas, como por exemplo, o trauma oclusal. Portanto, juntamente a laser terapia, devem ser corrigidos ou eliminados, caso contrário, é muito provável que aconteça uma recidiva de sintomatologia. Os dentes que não respondem positivamente a esta terapia por duas sessões são sérios candidatos a endodontia<sup>37</sup>.



#### - Endodontia

Freqüentemente nesta prática, observa-se um quadro de dor pós-operatório à instrumentação dos canais radiculares, que pode ser resultado de tratamento endodôntico traumático onde ocorre, por exemplo, uma sobre-instrumentação<sup>84</sup>.

A aplicação da terapia com laser de baixa intensidade tem como finalidades principais a desinflamação da região periapical, sua cicatrização, bem como uma ação analgésica. Isto deve-se, como já exposto, pela estimulação dos mecanismos naturais de defesa (macrófagos, granulócitos, neutrófilos), fatores que, então, devem colaborar para melhoria da eficiência dos capeamentos pulpare e regeneração de lesões periapicais de difícil solução, que não respondem a tratamentos convencionais.

Na apicectomia, a aplicação é realizada na cavidade aberta e no pós-operatório imediato, ajudará na recuperação da região propiciando uma pronta cicatrização e restabelecimento da função dos tecidos. Alguns autores preconizam o uso do laser antes da medicação intracanal onde atua seguindo seu efeito antibacteriano<sup>84</sup>.

#### - Ortodontia

A laser terapia é utilizada no sentido de alívio da dor desencadeada pelas ativações mecânicas da aparatologia ortodôntica<sup>51</sup>.

Outra consequência da instalação de aparelhos é o surgimento de aftas decorrentes de atrito localizado. O laser não tem um efeito diretamente curativo mas pode atuar como importante agente antiálgico e favorecer de maneira bastante eficaz a reparação da região lesada.

### - Cirurgia

Exodontia simples: quando a região para extração não for submetida a traumas intensos, ou seja, não envolver manobras de osteotomias<sup>2</sup>. Após extrações, o alvéolo poderá ser irradiado juntamente com a parede óssea bucal e lingual, o que resultará em coagulação e regeneração mais rápidas, além da diminuição do desconforto pós-operatório.

Atua também como prevenção contra o aparecimento da alveolite. Caso esse quadro já esteja presente, o tratamento consiste na aplicação do laser antes de se proceder ao tratamento convencional de tamponamento da região. Neste caso, o objetivo principal é a ação antiinflamatória e bioestimulante na cicatrização.

### - Implante

Segundo trabalho de GROTH E EDUARDO<sup>47</sup>, foram feitas aplicações antes, durante e imediatamente após a cirurgia implantológica, no sentido de estimular e reforçar os tecidos circunvizinhos à região operada. As manobras cirúrgicas mexem com tecido bucal de forma mais intensa, de modo que o pós-operatório tende a ser doloroso. Nos casos cirúrgicos onde foi aplicado o laser terapêutico não houve sensibilidade dolorosa, e a reparação tecidual foi melhorada, o que pode ter explicação na aceleração do tempo de mitose das células, aumento da vascularização da região, formação de tecido de granulação e segundo ABERGEL, aumento na produção de colágeno.

### - Pediatria

O uso do laser nessa especialidade alivia a ansiedade da criança, uma vez que ela não sentirá nenhum tipo de ameaça. Entretanto, o tratamento não difere do utilizado na clínica para adultos.

Algumas sugestões de terapias:

- dentes de difícil erupção, que causam incômodo à criança e apreensão aos pais. A terapia produzirá um efeito analgésico e evitará que a criança faça uso de medicação sistêmica, além de tranquilizar-se bastante.
- pode-se utilizar como pré-anestésico, no local onde irá ser introduzida a agulha. Isso causa um pequeno efeito anestésico na região, e o paciente terá uma anestesia sem dor.
- após a anestesia, quando o procedimento clínico estiver concluído, pode-se aplicar sobre o ápice do dente, diminuindo a duração de anestesia, com conseqüente diminuição do risco de o paciente morder os lábios, a língua ou a bochecha.
- ao se fazer o preparo cavitário, há uma sensação de desconforto ou de pequena dor e que muitas vezes não justifica submeter o paciente a uma anestesia. Nestes casos podemos aplicar diretamente sobre o preparo exposto, eliminado consideravelmente a sensação.
- é muito comum as crianças sofrerem quedas, apresentando ferimentos nos lábios e nos dentes vestibulares. Aplicando o laser sobre a lesão de lábio, consegue-se a diminuição do edema, eliminação da dor e se estimula a reparação dessa região. Em dentes traumatizados, podemos aplicar o laser melhorando a reparação da região e facilitando a oclusão do paciente.
- como terapêutica complementar nos casos de capeamento e de pulpotomias e pulpectomias: antes da medicação convencional, aplica-se diretamente sobre o preparo.

- Periodontia

Inicialmente, a gengivite deve ser tratada dentro dos padrões convencionais de curetagem para remoção de placa e tártaro além de orientação de escovação. A sensibilidade resultante desses procedimentos poderá ser minimizada com a ação do laser além de sua atuação no processo de reparação tecidual e também pode agir de maneira eficiente nos pós-operatórios.

A pericoronarite, caracterizada pela inflamação do tecido mole sobre um dente parcialmente erupcionado, é um quadro de dor aguda e edema, podendo evoluir em alguns casos para aparecimentos de trismos, linfadenopatias e febre. Para o tratamento, além da profilaxia prévia e orientação ao paciente quanto a técnica de escovação e rigorosa higiene do local, o laser pode ser utilizado na diminuição da dor e inflamação.

#### - Acupuntura

Um largo estudo de acupuntura com terapia com laser de baixa intensidade, envolvendo 562 casos de exodontia e 48 casos de cirurgia oral menor, demonstrou sua capacidade em proporcionar adequada analgesia pós-operatória em todo os casos. Não foram administrados sedativos ou analgésicos antes ou durante os procedimentos. Resultados semelhantes foram obtidos em diferentes casos, nos quais sítios cirúrgicos em 3.000 pacientes foram irradiados em vez de pontos de acupunturas relacionados<sup>2</sup>.

Alguns autores preconizam o uso do laser em determinados pontos de acupuntura para o alívio indireto de alguns tipos de dor<sup>17,19</sup>. Neste caso ao invés de se conseguir o efeito analgésico pela irradiação direta sobre o tecido alvo, a analgesia se dá pela irradiação de pontos gatilho na pele. Ex: nevralgia do trigêmio.

Aplicações clínicas: O mais importante nesses casos é o diagnóstico preciso do ramo do trigêmio envolvido, assim como o ponto gatilho do paciente.

#### - Nevralgia do trigêmio

O mais importante nestes casos é o preciso diagnóstico de sua origem, que podem ser tanto idiopática quanto secundária.

Quando idiopática, tem origem desconhecida e quando secundária, pode ter como agente causal extração traumática de dente ou evolução crônica de tratamento endodôntico mal sucedido.

Quando diagnosticada a alteração, deve-se ter claro quais os ramos do trigêmio envolvidos, assim como a zona de gatilho do paciente. É importante, porém, nesses casos, que se faça um tratamento coadjuvante do dente ou região em questão, para garantia da cura<sup>17</sup>.

#### - Herpes

##### - Herpes simples

A ação do laser tem um papel importante sobre os processos viróticos que envolvem fatores imunitários. No caso do herpes simples, obtêm-se um melhor resultado quando a intervenção acontece no estágio prodrômico da doença caracterizado pelo ardor ou prurido na região de manifestação. Nesta fase, a irradiação desfavorece a erupção de vesícula através do enfraquecimento do DNA viral.

Alguns autores acreditam, que o laser neste tipo de patologia, produz um efeito antiviral proporcional ao efeito estimulante da imunidade do paciente. Outros concordam que, em qualquer fase que se aplique o laser, obtêm-se uma ação analgésica, regenerativa e reparadora bastante eficaz.

##### - Herpes zoster

Trata-se de um tipo de patologia em que se tem como resultado comum, o aparecimento de dor subsequente à cicatrização – dor pós herpética – que pode atingir em alguns casos o nervo trigêmio, desencadeando um quadro de neuralgia. O tratamento indicado é exatamente como para o herpes simples.

- Dor fantasma

A dor fantasma após os procedimentos de amputações é um sério problema. TAGUSHI descreve a terapia a laser como sendo um método eficiente para alívio da dor<sup>121</sup>.

BRADLEY cita que o laser também tem sido aplicado com sucesso no tratamento da dor fantasma dental.\*

\*Comunicação privada do Prof. Paul Bradley

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Experimental de Laser na Odontologia – LELO, localizado na Universidade de São Paulo, após aprovação do Comitê de Ética da FOU SP e IPEN, parecer números 125/00 e 022/CEP, respectivamente. (Anexo 1)

Para seleção dos pacientes, foram utilizados os seguintes critérios:

- faixa etária: 25 a 55 anos; com propósito de eliminar qualquer possibilidade de crescimento ou desenvolvimento das ATMs ou presença de alterações morfológicas.
- sexo feminino; devido à prevalência de desordens nas ATMs com sintomatologia dolorosa em mulheres.
- portadores de disfunção extra-articular e sintomatologia dolorosa nas ATMs. e/ou músculos.
- não estava sendo submetido a qualquer tipo de tratamento específico para dor, concomitante à aplicação do laser.

Para a pesquisa foi utilizado um laser de diodo GaAlAs com 785nm de comprimento de onda, emissão contínua e potência de 70mW (Foto 1).

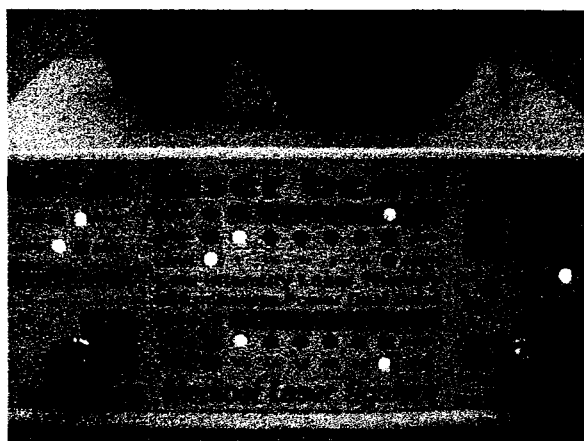


Foto 1 – Multi Laser – Laser Beam – DR 500

Com a intenção de gerar uma intensidade que não fosse maior que  $500\text{mW}/\text{cm}^2$ , uma vez que isto poderia gerar um aumento da temperatura dos tecidos, confundindo os resultados obtidos, foi idealizado um anteparo para ser acoplado à caneta do laser, que aumentou o tamanho do spot de  $0,02\text{cm}^2$  para  $0,14\text{cm}^2$ , especialmente confeccionado pela Laser Beam (Fotos 2 e 3).

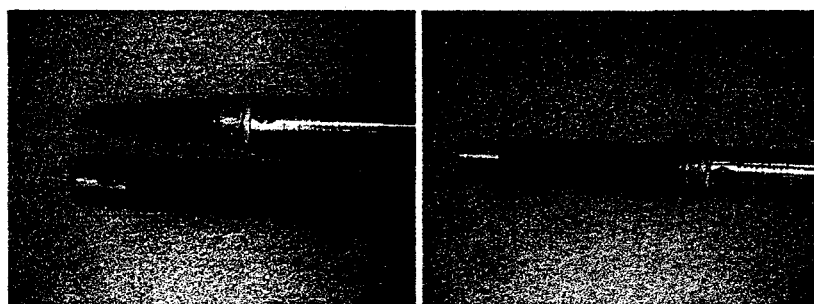


Foto 2 - Caneta laser e anteparo separados      Foto 3 - Caneta laser e anteparo acoplados

Foram selecionados vinte pacientes, baseando-se em completo exame clínico, incluindo palpação manual dos músculos da face e cervicais, palpação das articulações têmporo-mandibulares e medições dos movimentos mandibulares através de paquímetro eletrônico (Fotos 4, 5, 6, 7, 8, 9). Neste processo foram utilizadas fichas padrão para uma anamnese criteriosa a fim de se avaliar o quadro sistêmico e bucal de cada paciente.



Para que se pudesse manter um padrão de repetição nos pontos de palpação manual nos músculos e nas ATMs, foram feitas fotos dos locais palpados na primeira sessão, as quais serviram como guia em todas as sessões subseqüentes.

A resposta quanto a dor à palpação foi classificada num *score*, que tem sido utilizado no Mestrado Profissionalizante Lasers em Odontologia, com a finalidade de limitar a ocorrência de variações de interpretações, representado abaixo:

- 0 – ausência de dor
- 1 – sensível
- 2 - dor moderada
- 3 – dor severa

Estas avaliações quanto a dor à palpação bem como a mensuração do grau de mobilidade nos movimentos de abertura e lateralidade de cada paciente, foram anotados em fichas clínicas dirigidas (Anexo 2) a cada sessão, onde foi possível observar o comportamento do paciente antes e depois de submetido às aplicações.



Foto 4 – Palpação do músculo masseter

Foto 5 – Palpação do músculo temporal



Foto 6 – Palpação do músculo  
esternocleidomastoideo



Foto 7 – Palpação dos músculos  
posteriores do pescoço



Foto 8 – Palpação anterior e posterior da ATM

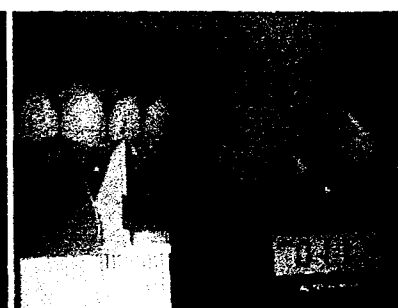


Foto 9 – Medição da abertura e lateralidade com paquímetro  
eletrônico

Local de aplicação:

Foi feita a aplicação de acordo com o protocolo sugerido por BRADLEY<sup>22</sup>, em virtude dos bons resultados apresentados na literatura:

1. Nas ATMs:

Três pontos ao redor das articulações com dor (Foto 10):

- na porção posterior da articulação, com a boca aberta (região do nervo aurículo temporal e zona bilaminar);
- na porção anterior da articulação na chanfradura sigmoidéia, com a boca em posição de repouso (dentes desencostados). Nesta área se encontram as inserções dos feixes superior e inferior do músculo pterigóideo lateral;
- na porção superior da articulação com a boca aberta, conseguindo assim cobrir toda a área que circunda as ATMs.

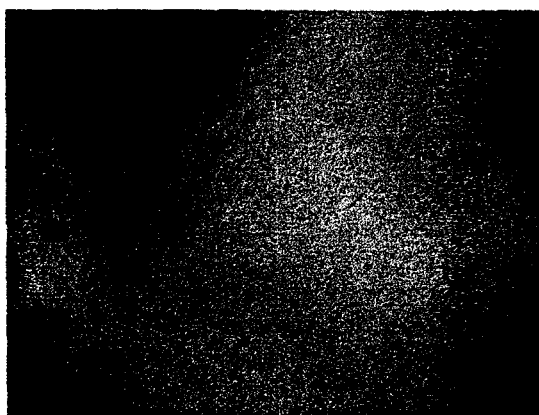


Foto 10 - Visualização dos pontos para aplicação do laser na ATM

## 2. Nos músculos afetados:

Depois da localização do músculo em questão através da palpação, aplicou-se sobre os pontos mais dolorosos (inclusive *trigger points*) com equidistância entre os pontos de 1 cm (Fotos 11 e 12):

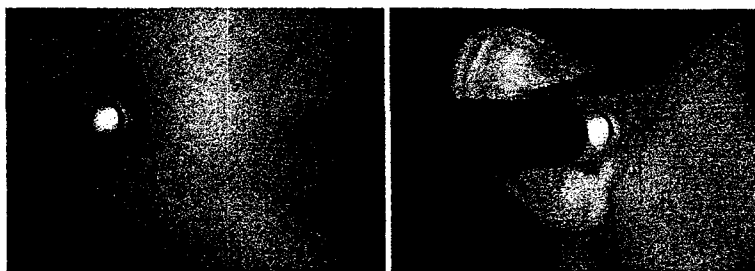


Foto 11 Aplicação do laser  
no músculo com dor

Foto 12 Aplicação do laser sobre  
a ATM

A dose utilizada foi  $45\text{J}/\text{cm}^2$  e o grupo controle recebeu  $0\text{J}/\text{cm}^2$ , no tempo de 90 segundos.

Número de aplicações: três vezes por semana, durante três semanas, em um total de nove aplicações.

Preparo do local de aplicação: pele limpa e seca.

Dos vinte pacientes selecionados, dez foram utilizados como grupo de controle onde todo o protocolo foi seguido, mas o laser era desligado.

As normas de proteção para a utilização de lasers na prática clínica foram rigorosamente seguidas.

Todos os pacientes assinaram um termo de consentimento informado que foi elaborado para atender às normas do projeto.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Análise Estatística

#### Grupo Tratado

Foi observada uma diminuição da média de dor após cada sessão de aplicação do laser, porém, esta média aumentava no início da sessão seguinte sem contudo, alcançar o patamar de dor inicial da sessão anterior. Situação esta, que se repetiu da primeira à nona aplicação.

Ao final da quarta aplicação, a média de dor já se apresentou significativamente menor = 1,3, quando comparada à média, ao final da primeira aplicação.

Em média, o grau de dor era 2,8 antes da primeira aplicação e diminuiu para 0,33 ao final da nona aplicação. Pôde-se observar que ao início da sexta aplicação, a média de dor diminuiu visivelmente (de 2,7 para 1,5) e a partir daí sempre diminuiu até a nona aplicação como demonstra o Gráfico 2.

É importante salientar que, para esta análise foram consideradas as perdas de dois pacientes antes de concluídas as nove sessões devido ao desaparecimento completo da dor em ambos os casos.

Os gráficos indicam o grau de dor avaliado antes das aplicações.

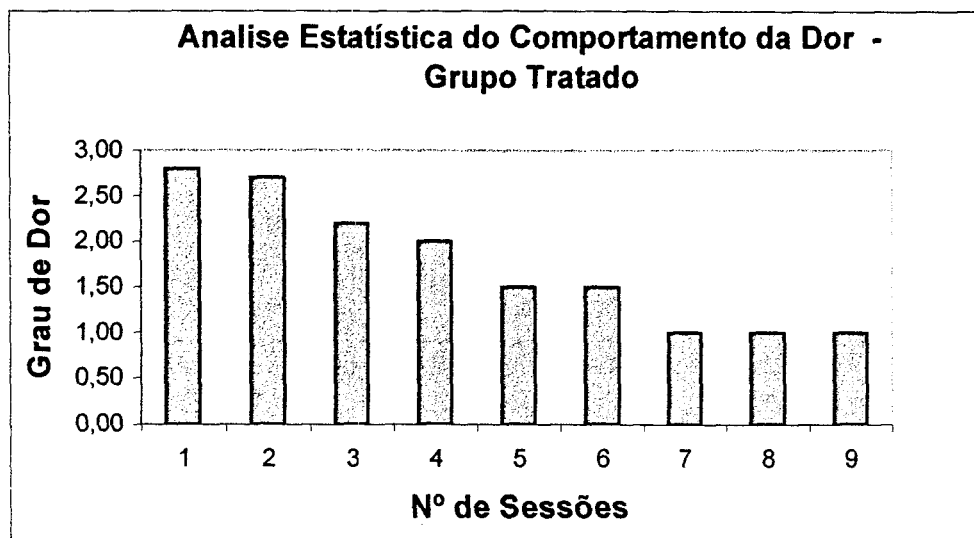


Gráfico 2

#### Grupo Controle

Até a nona aplicação, não foi observada uma diminuição significativa da dor, a média manteve-se igual ao longo do tratamento placebo, oscilando entre 2,6 e 2,0 quando analisados os resultados antes e após as aplicações (Gráfico 3).

Comparando-se o início da primeira aplicação com o início da sétima aplicação, pôde-se observar que ocorreu uma sensível diminuição dos sintomas, de 2,6 para 2,2 e ainda para 2 ao final da sétima aplicação, em média.

Enfim, foi de significância estatística a diminuição da dor, quando comparados o final da primeira aplicação e o final da nona aplicação.

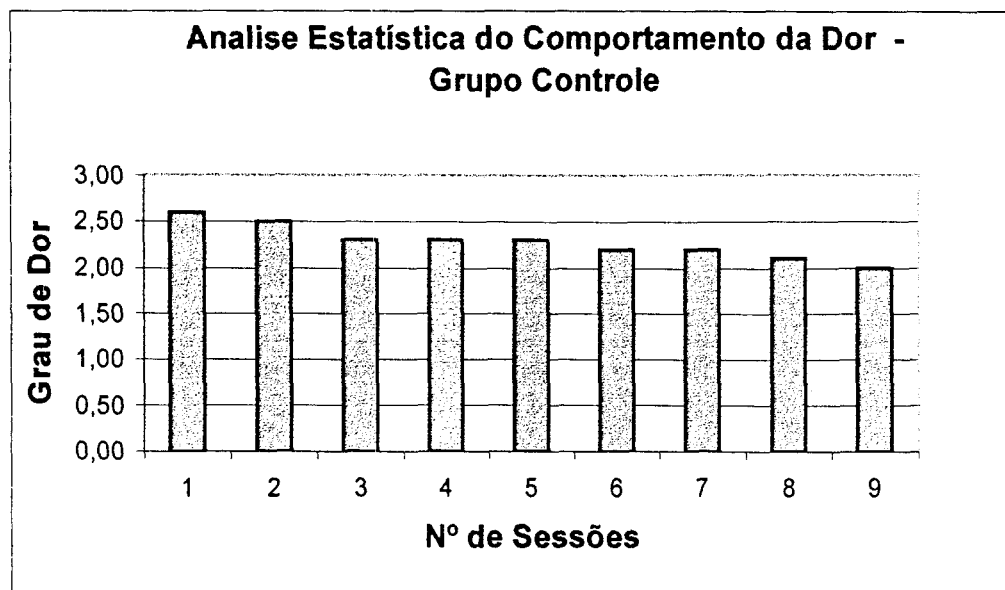


Gráfico 3

### **Comparação dos Grupos Tratado e Controle segundo o Teste de Mann-Whitney**

Ao final da quarta aplicação, pôde-se observar um comportamento diferente entre os dois grupos (Gráfico 4).

Esta diferença de comportamento foi tornando-se mais significativa a cada sessão, ou seja, enquanto o grupo controle manteve um patamar de estabilidade quanto às médias encontradas, o grupo tratado apresentou um comportamento decrescente. Segundo o resultado do teste, foi encontrado após a quarta aplicação, um valor comparativo de 1,5% e ao final da última aplicação, 0,1%, o que, estatisticamente, representa uma diferença de comportamento realmente significativa.

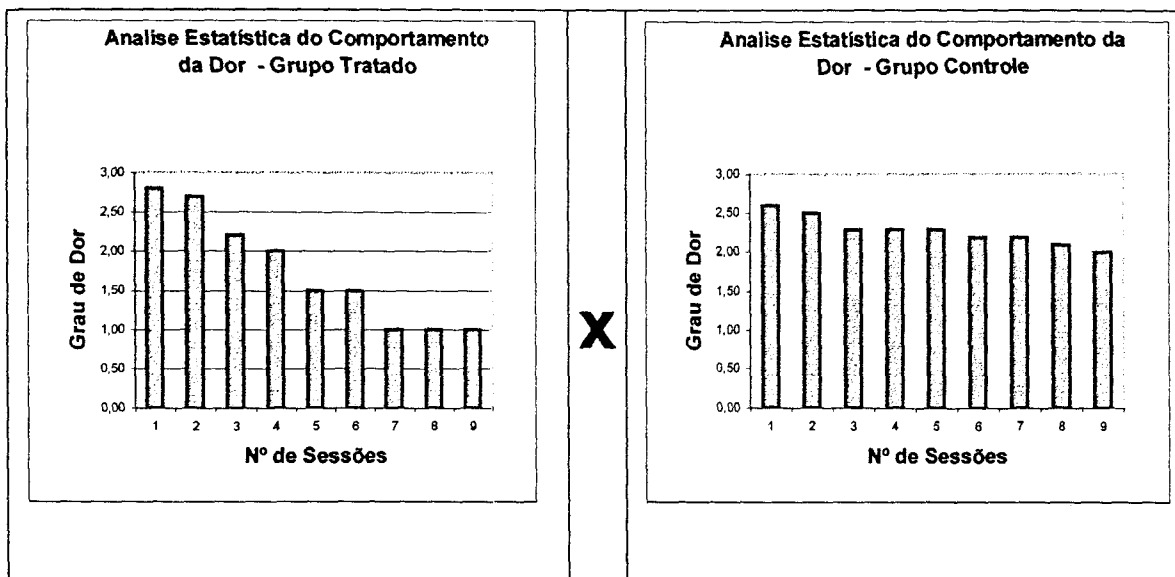


Gráfico 4

A última média de dor encontrada para o grupo tratado foi = 0,33 e para o grupo controle foi = 2 (Gráfico 5)

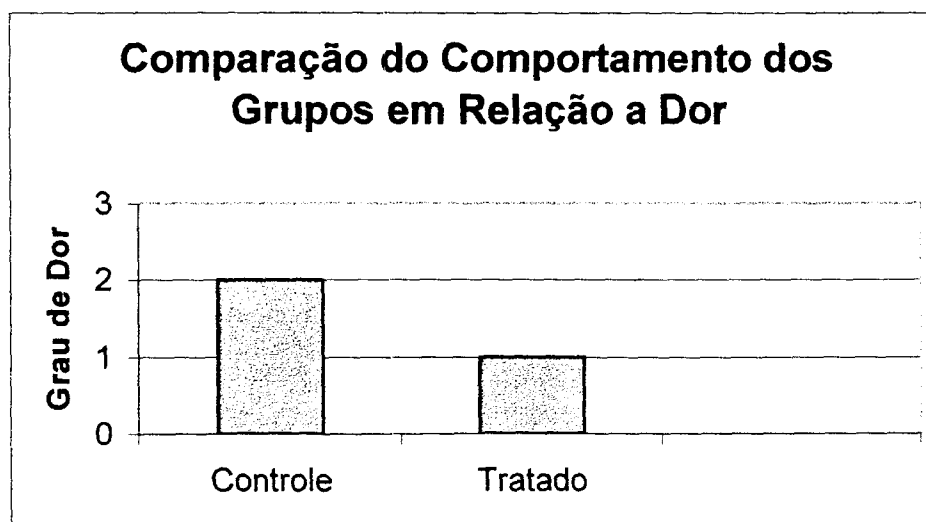


Gráfico 5

Foi utilizado o teste exato de Fisher para comparação estatística dos limites de abertura de boca do grupo caso e controle, porém, sendo esta uma medida estritamente individual, o resultado obtido torna-se insignificante.



## 5.2 Análise Clínica

### Grupo Tratado

Dos dez pacientes que se submeteram ao protocolo, 10% chegaram ao final da última aplicação com média de dor=0,33 e 90% dos pacientes=0 (Gráfico 6).

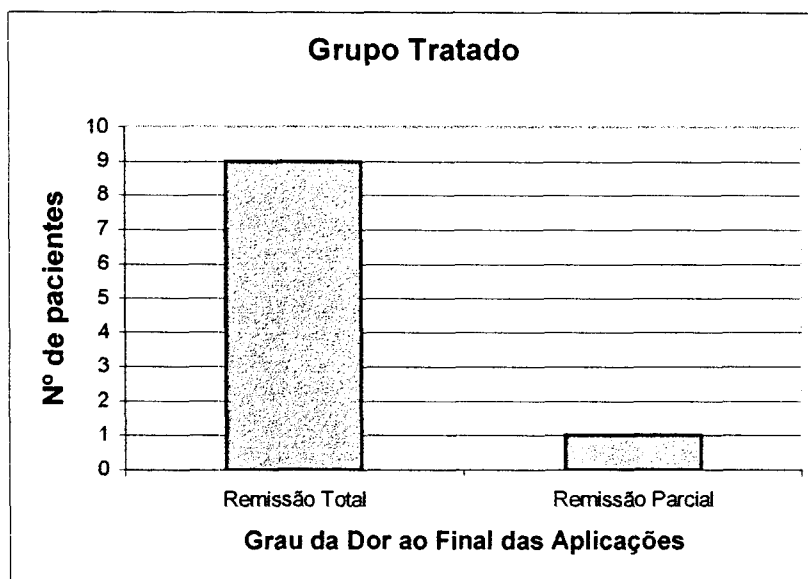


Gráfico 6

Confirmando a análise estatística, observou-se que cada paciente experimentou uma melhora da dor logo após cada uma das aplicações, e que o grau da dor aumentava novamente, porém, já em menor intensidade quando o mesmo apresentava-se para a sessão subsequente, episódio que se repetiu da primeira à última aplicação, enquanto existia algum tipo de dor.

Comparação do grau de mobilidade para a abertura de boca antes da primeira e após a última aplicação:

- 20% - mantiveram a mesma abertura
- 20% - diminuíram o grau de abertura
- 60% - aumentaram o grau de abertura (Gráfico 7)

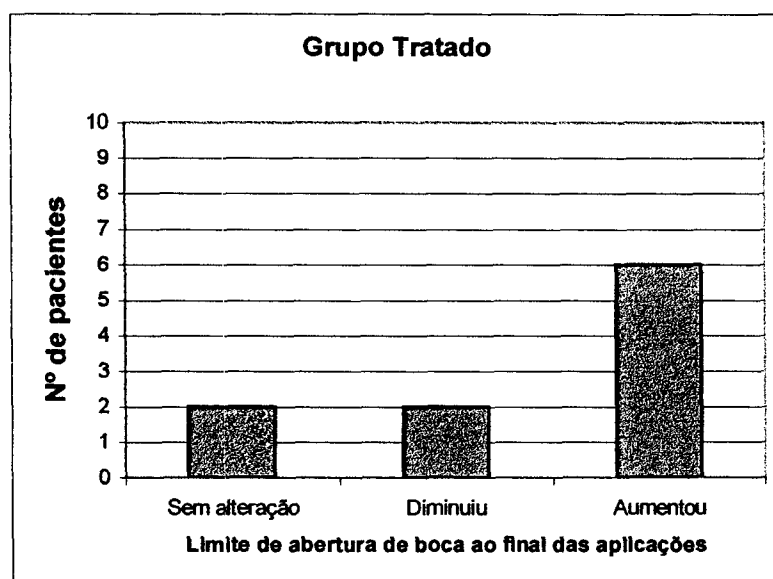


Gráfico 7

Comparação quanto ao grau de mobilidade em lateralidade antes da primeira e após a última aplicação:

- .10% - mantiveram o mesmo limite
- .10% - diminuíram o limite
- .80% - aumentaram o limite (Gráfico 8).

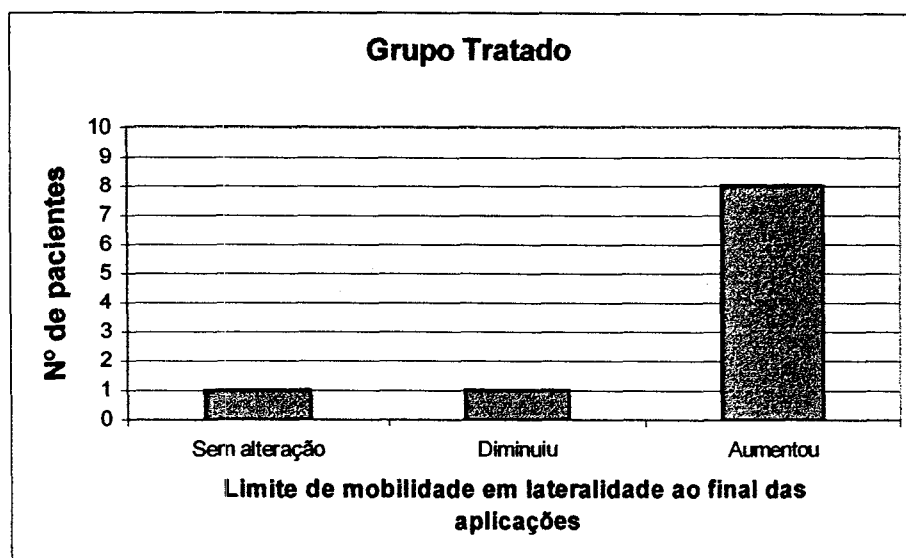


Gráfico 8

### Grupo Controle

Dos dez pacientes que passaram pelo tratamento placebo, 20% experimentaram alguma diminuição da dor e 80% mantiveram o mesmo grau da dor (Gráfico 9).

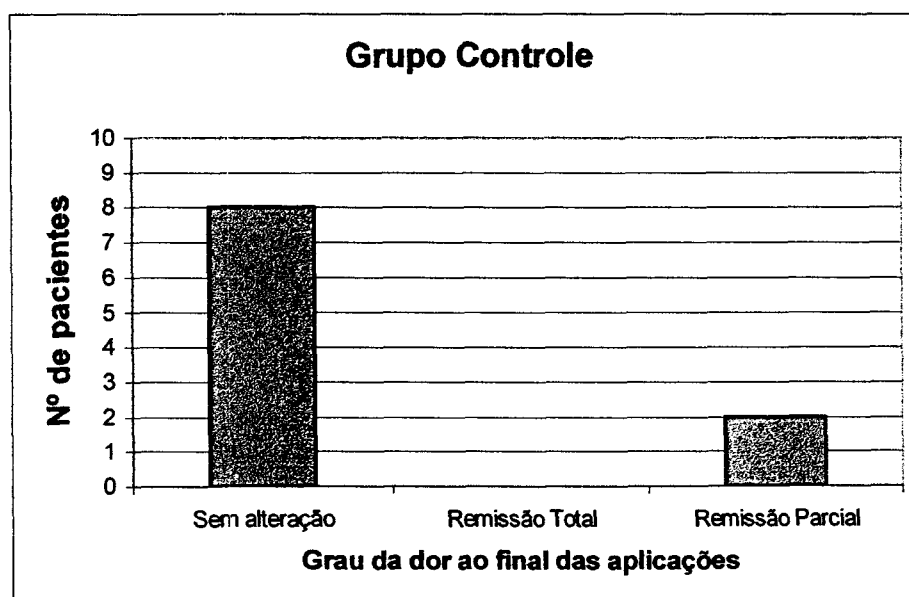


Gráfico 9

Os dois pacientes que apresentaram diminuição dos sintomas apresentaram-se inicialmente para o tratamento com grau de dor = 2 diminuindo para 1 ao final das aplicações (não houve remissão total da dor em nenhum dos casos).

Comparação quanto ao grau de mobilidade para abertura de boca antes da primeira aplicação e após a última aplicação:

80% - mantiveram a mesma abertura

0 - diminuiu a abertura

20% - aumentaram a abertura (Gráfico 10)

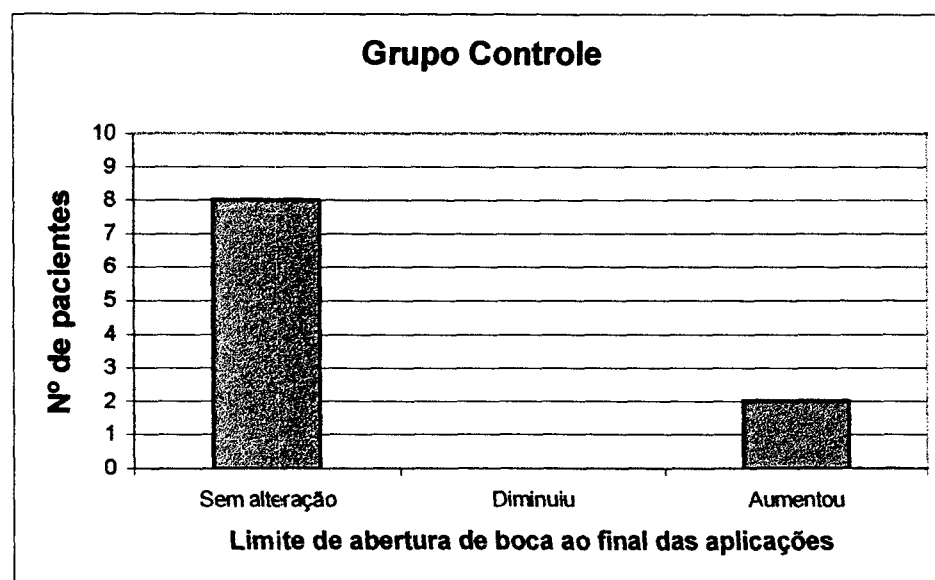


Gráfico 10

Comparação quanto ao grau de mobilidade nas lateralidades antes da primeira aplicação e após a última aplicação:

50% - mantiveram o mesmo limite

40% - aumentaram o limite

10% - diminuíram o limite (Gráfico 11).

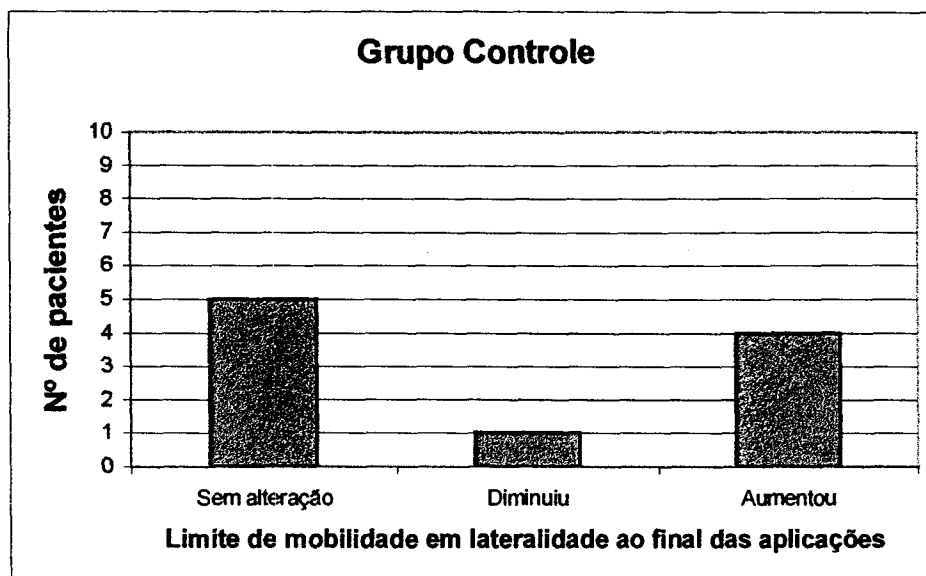


Gráfico 11

## 6. DISCUSSÃO

A terapia com laser de baixa intensidade, é uma forma de tratamento que não deve ser diferenciada de outras modalidades médicas de tratamento, portanto, como em qualquer terapia, nem todos os pacientes reagem da mesma maneira à irradiação com laser de baixa intensidade, pois essa reação depende não só do laser como também das condições do tecido e do sistema imunológico do paciente. Como comparação, pode-se citar as injeções anestésicas onde, alguns pacientes necessitam do dobro da dose que outros, para produzir o mesmo efeito. Em termos gerais, espera-se que a maioria dos pacientes responda positivamente à terapia, e caso isso não ocorra, não podemos esquecer que talvez os parâmetros que funcionam para uns podem não funcionar para outros.

Um resultado insatisfatório, pode ser devido à doses pequenas, ou doses grandes, diagnóstico incorreto, poucas sessões, densidade de energia inadequada entre outros<sup>120</sup>.

As pessoas que estudam a literatura podem muitas vezes se perder com as diferentes informações a respeito da terapia com laser de baixa intensidade. Alguns comprimentos de onda sugerem melhores efeitos em determinadas situações, enquanto em outros casos os efeitos são pobres ou inexistentes. Algumas doses produzem efeitos satisfatórios, doses estas que quando aumentadas os efeitos desaparecem. Se a administração do tratamento for à distância, não se consegue o mesmo efeito de quando se trata com a ponta do laser em contato, ou sob pressão. Algumas frequências produzem efeitos na dor, outras no edema. Enfim, as dúvidas são muitas, e a principal pergunta é: quais os parâmetros que se deve utilizar para se encontrar os melhores efeitos? Ainda existe muito para ser aprendido à respeito da terapia com laser de baixa intensidade, e para isto, o caminho se encontra nas pesquisas e nos resultados

dos tratamentos clínicos. Neste trabalho, obtivemos resultados muito satisfatórios, dentro do protocolo utilizado.

Com relação à dor, um dos aspectos positivos encontrados na terapia com laser de baixa intensidade, é que a dor pode ser aliviada no início do tratamento, e para isso, normalmente altas doses são aplicadas. A dor muitas vezes pode ser muito mais do que o sentimento referido pelo paciente, ela pode ser um obstáculo para qualquer tipo de tratamento convencional, e quando presente na região maxilo facial, pode impossibilitar que o paciente abra a boca o suficiente para um tratamento oclusal, ou uma moldagem para construção de uma placa interoclusal. Nestes casos, reduzindo a dor e relaxando a musculatura através da terapia com laser de baixa intensidade, está se possibilitando a realização da terapêutica indicada.

LAAKSO<sup>70</sup> estudou a possível relação entre a terapia com laser de baixa intensidade e opióides em um estudo duplo cego, onde 56 pacientes com dor crônica foram tratados com 820nm, 25mW / 670nm, 10mW e LED 660nm, 9.5mW. Os níveis de ACTH e  $\beta$  endorfina foram significativamente elevados nos grupos que receberam a terapia com laser de baixa intensidade, mas não no grupo dos LED, justificando o seu efeito analgésico. No nosso estudo, todos os pacientes que receberam irradiação tiveram os seus níveis de dor diminuídos ou ausente, o que sugere um efeito analgésico por ação dos níveis de ACTH e  $\beta$  endorfina.

As disfunções das articulações têmporo-mandibulares são muito comuns na população mundial, gerando como sintomatologia principal a dor, que limita as condições de vida da maioria dos indivíduos portadores. Estas disfunções têm sido tratadas através de vários métodos isoladamente, porém, na maioria dos casos, o tratamento se faz por associação de terapias através do uso de placas interoclusais, medicamentos, fisioterapia, estimulação elétrica transcutânea (TENS), iontoforese, entre outros.

O uso da terapia com laser de baixa intensidade de emissão infravermelha é muito recomendada para uso clínico, especialmente em tratamentos como

úlceras ou desordens inflamatórias, desordens funcionais e condições que apresentam dor crônica. As recomendações são baseadas principalmente em experiências clínicas positivas e comparação entre grupos tratados e grupos placebos.

No nosso trabalho, dos dez pacientes do grupo tratado, oito pacientes apresentavam um grau de dor = 3 antes do tratamento, ou seja, pelo menos uma região palpada era referida com este grau de dor, e dois pacientes iniciaram o tratamento com grau de dor = 2. Este foi o padrão utilizado para análise do comportamento de cada indivíduo. Por ser subjetiva, a dor manifestada por um paciente como grau 3 em uma única região palpada, pode significar para ele, algo mais desconfortável do que para aquele paciente que refere um grau de dor 3 em todas as regiões palpadas

O que se obteve como resposta em todos os casos, foi que todos os pacientes, sem exceção, responderam positivamente ao tratamento já na primeira sessão, e que a dor foi diminuindo gradativamente ao longo das nove aplicações, sendo que, dois pacientes apresentaram remissão total da sintomatologia na sexta e oitava sessão, respectivamente, e, portanto, não foi necessária a irradiação até a nona sessão.

Os limites de abertura de boca e lateralidade também apresentaram-se positivos, pois oito dos pacientes tiveram este quadro melhorado, o que pode estar relacionado, evidentemente, com a remissão da dor. Quando comparamos estes resultados com os de outros trabalhos que se utilizaram de um protocolo similar, pudemos verificar uma equivalência dos resultados. Por exemplo, no estudo de PINHEIRO<sup>97</sup>, onde 124 pacientes com quadro de dor foram selecionados e tratados com laser de diodo, foram obtidos como resultado a remissão total dos sintomas em 66% dos pacientes, redução parcial em 16% e em 17% os sintomas permaneceram.

Confirmando o trabalho de HATANO<sup>52</sup>, os pacientes que receberam o tratamento experimentaram uma diminuição da dor à palpação logo após cada aplicação.



Segundo alguns trabalhos de BRADLEY<sup>20</sup> os resultados positivos obtidos podem estar diretamente relacionados à dose utilizada, ou seja, quanto maior a dose, maior a eficiência do tratamento. Na nossa pesquisa, os pacientes quando analisados individualmente, apresentaram uma remissão mais significativa de seus sintomas iniciais a partir da oitava sessão.

É importante salientar que para o sucesso de qualquer tratamento, é fundamental o correto diagnóstico e a remoção do fator etiológico. A possibilidade da aplicação de uma técnica inovadora auxiliar no tratamento das ATMs. visa melhorar a qualidade destes tratamentos, diminuindo o sofrimento dos pacientes.

## 7. CONCLUSÃO

Como resultado desta pesquisa clínica, a terapia com laser de GaAIs,  $\lambda=785\text{nm}$ , demonstrou eficácia na remoção da sintomatologia dolorosa em pacientes com disfunção nas articulações têmporo-mandibulares, assim como melhorou as condições de mobilidade da mandíbula, permitindo um aumento nos movimentos de abertura e lateralidade.

Os resultados obtidos indicam que a terapia com laser de baixa intensidade, quando aplicada dentro dos parâmetros utilizados nesta pesquisa, pode ser uma importante modalidade de tratamento coadjuvante nos pacientes com disfunções das articulações têmporo mandibulares.


## ANEXO 1

**Faculdade de Odontologia**  
**Universidade de São Paulo**

**PARECER nº 125/00**

Com base em parecer de relator, o Comitê de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa "*Avaliação da ação do laser de baixa intensidade de Ga-Al-As no tratamento das disfunções da articulação temporomandibular*", de responsabilidade da pesquisadora Nelly T. M. Sanseverino, sob orientação do Professor Doutor Eduardo de Bertoli Groth.

São Paulo, 16 de novembro de 2000

  
Prof. Dra. **Célia Regina Martins Delgado Rodrigues**  
Coordenadora do CEP-FOUSP



## Parecer - Projeto N° 022/CEP-IPEN/SP

Com base nos pareceres apresentados pelos relatores, o protocolo de pesquisa "Avaliação da ação laser de baixa intensidade de GaAIs no tratamento das disfunções da articulação têmporo-mandibular", de responsabilidade da pesquisadora Nelly Tichauer Maluf Sanseverino, sob orientação do Professor Doutor Eduardo de Bortoli Groth, foi considerado **APROVADO**.

São Paulo, 30 de abril de 2001

**Profa. Dra. Martha Marques Ferreira Vieira**  
Coordenadora do CEP-IPEN

## ANEXO 2

**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE  
LASERS EM ODONTOLOGIA  
APLICAÇÃO DE LILT NAS ATMs E MÚSCULOS DA FACE**

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_ a \_\_\_ m

0 – Ausência de dor

A- Antes da aplicação

1 – Sensível

D- Depois da aplicação

2 – Dor moderada

3 – Dor Severa

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

Aplicação No. \_\_\_\_\_

		DIREITO		ESQUERDO	
		A	D	A	D
ATM Palpação externa	Anterior				
	Posterior				
Masseter	Superficial				
	Profundo				
	Inserção				
Temporal	Anterior				
	Médio				
	Posterior				
Esternoclei- Domastoideo	Posterior				
	Anterior				
Músculos posteriores do pescoço					

	A	D
Abertura		
Lateralidade direita		
Lateralidade esquerda		

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABERGEL, P. **Bioestimulación de la producción de colágeno en cultivos de fibroblastos de piel humana mediante laser de baja intensidad.** II Seminario teórico practico sobre las aplicaciones de los laseres terapéuticos. Láser – España 84, Madrid, 1994.
2. ALLING, C. **Laser Applications in Oral and Maxillofacial Surgery.** Ed 1997.
3. ANGLE, E.H. **Malocclusion of the teeth.** 7. ed., Philadelphia: S. S. White, 1907.
4. AUN, C.E.; BRUGNERA, A.; VILLA, R. Raio-Laser – Hipersensibilidade Dentinária. **Rev.APCD**, v. 43, n. 2, p. 65-68, 1989.
5. AVILA, R. **Histological effects of HeNe laser on chick embryo.** Proc X Internat Congress Int Soc Laser Surg Med, p. 164, Bangkok 1993.
6. BARAGONE, P.M.; COHEN, H.V. Long-term Orthopedic Appliance Therapy. **Dent Clin.N.Amer**, v. 35, n. 1, p.109-121, 1991.
7. BECHER, H.K. **Sue use of chemical agents in the control of pain.** In Knighton R. D.. P. R. Pain. Boston: Brown & Co., p. 221-231, 1966.
8. BELL, W.E. Understanding temporomandibular joint. **Br. Dent. J.**, p. 56-125, 1954.
9. BELL, W.E. **Orofacial pains: classification, diagnosis and management.** 4. ed., Chicago: Year Book Medical, 1989.
10. BELL, W.E. **Temporomandibular disorders: classification, diagnosis and management.** 3. ed., Chicago: Year Book Medical. p. 114-133, 1990.
11. BELL, W.E. **Dores orofaciais: classificação, diagnóstico e tratamento.** 3. ed., Quintessence Books, p. 127, 1990.
12. BENEDECENTI, A.; GOLA, G.; CINGANO, L.E.; LUPI, L. **Neuralgia do trigêmio.** Laser em Cirurgia e Terapia.

13. BENEDICENTI, A.; GOLA, G.; CINGANO, L.E.; LUPI, L. **Valoración Radioinmunológica del Nivel de Beta Endorfina em el Líquido Céfaloradiquiano, antes e después de Irradiación Luz Laser 904 nm, em La Neuralgia Del Trigémio**, *Inv.Clinica Laser*, v. 1,p. 7-12, 1984.
14. BERTELLI E.; CECCARIGLIA, A. Laser Therapy: clinical aspects of analgesic effect in dentistry. **G Anest Stomatol**, v. 19,n. 3,p. 21-45, *Jul-Sep*, 1990.
15. BEZUUR, N.J. The effect of therapeutic laser treatment in patient with craniomandibular disorders. **J Craniomand Disorders**, v. 2,n. 83, 1988..
16. BONWILL, W. G. A. **Geometrical and mechanical laws of articulators; anatomical articulation**. Transactions of the Odontological Society of Pennsylvania, p. 119-133, 1985.
17. BORAKS, S.; CARLOS, D.A. **Laser Clínico – Aplicações Práticas em Odontolestomatologia**, Ed. Robe, p. 95-158, 1998.
18. BOTTIRACI, G.; KARU, T.; LUBART, R. **Progress in Biomedical optes. Europ to series. Proceedings of – Effects of low power light on Biological Systems**. Sanremo, Italy: Ed.Choirs , sept., 1997.
19. BRADLEY, P. **Thermografic evaluation of Response to Low Level Laser Acupuncture**. Proc. Second Meeting of the Internacional Therapy Association, London, p. 32, sept. 1992.
20. BRADLEY, P.F. **The interface between high intensity laser treatment (HILT) and low intensity laser therapy (LILT) in the orofacial region. 4<sup>th</sup> International Congress on Laser in Dentistry**, Singapore, aug. 6-10, 1994.
21. BRADLEY, P.F. **Pain relief in Laser Therapy**. Bologna, Italy: Monduzzi, 1996.
22. BRADLEY, P.; GROTH, E.; GRUSOY, B.; KARASU, H.; RAJAB, A.; SATTAYUT, S. The maxillo facial region: recent research and clinical practice in low intensity laser therapy (LILT). In: **Laser in Medicine and Dentistry, European Medical Laser Association**, p. 385-401, 2000.



23. BRIAN X.P.; YU Z.Q.; LIU D.M. ***The Experiment studies of semiconductor GaAs-laser points irradiation the analgesic effect.*** Chen Tzu Yen Chiu, v. 14,n. 3,p. 379-382, 1989.
24. BROOKE R.I.; STERN P.G. ***Myofascial Pain Dysfuntion Syndrome: How effective is biofeedback - Assested relaxation training?*** in Bonica J.J., Lendblom Iggo A(eds): *Advances in Pain Research and Therapy*, New York: Raven Press., v. 5, p. 809-812, 1983.
25. BRUGNERA JUNIOR, A.; VILLA, R.; GENOVESSE, W. ***Laser na Odontologia*** – Ed.Pancast, 1991.
26. CARLSSON, G. E.; OBERG, T. Remodelling of the TMJ. ***Oral Sc. Review***, v. 6, p. 53-86, 1974.
27. CARRARO, J.J.; CAFESSE, R.G. Effect of Occlusal Splints on TMJ Symptomatology. ***J. Prosthet Dent.*** v. 40, p. 563, 1978.
28. CEKIC-ARAMBASIN, A.; DURDEVIC-MATIC, A.; MRAVAK-STIPETIC M.; BLIC, A. Use of soft laser in the treatment of oral symptoms. ***Acta Stomatol Croat*** v. 24, n. 4, p. 281-288, 1990.
29. CHEETHAN M.J.; YOUNG R.S.; DYSON M. ***Histological effects of 820 nm laser irradiation on the healthy growth plate of the rat.*** *Laser Therapy* v. 2, p. 59, 1992.
30. CLARCK G.T. ***Occlusal Therapy: Occlusal Appliances***, in Laskin D, Green Field W, Gale E, et al (Eds): *The President's Conference on the Examination Diagnosis and Management of Temporomandibular Disorders*. Chicago, American Dental Association, p. 137-146, 1983.
31. CONTI, P. Low Level Laser Therapy in the treatment of temporomandibular disorders (TMD): A double – blind pilot study. ***The Journ. Craniom Pract.*** v. 15, n. 2, p. 144-147, 1997.
32. COSTEN, J.B. Syndrome of ear and sinus syntoms dependent upon disturbed function of the temporomandibular joint. ***Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.***, v. 43, n. 1, 1934.
33. CRUAÑES, J.C. ***La Laser Terapia***, Holedita: Centro Documentacion Laser de Meditec Calle Dalman 11, Edició 1ª, 15-06-1984.
34. DAWSON, P.E. ***Avaliação, diagnóstico e tratamento dos problemas oclusais.*** 1. ed., Artes Médicas, 1980.

35. DOUGLAS, C.R. **Tratado de Fisiologia aplicada às Ciências da Saúde**. São Paulo: Robe Ed., 1994.
36. DOUGLAS, C.R. **Fisiologia Normal e Patológica Aplicada à Odontologia e Fonoaudiologia**. São Paulo: Pancast Ed., 1996.
37. EDUARDO, C.P.; BRUGNERA, A; VILLA, R. Raio-Laser – Hipersensibilidade Dentinária. **Rev.APCD**, v. 43, n. 2, p. 65-68, 1989.
38. EDUARDO, C.P.; CECCHINI, S.C.; CECCHINI, R.C. Benefits of low power lasers on oral soft tissue. **SPIE** – v. 2672, p. 27-33, 1998.
39. FARRAR, W.B. Characteristics of the condylar path in internal degenerations of the TMJ. **J. Prosthet. Dent.**, v. 39, p. 319-323, 1978.
40. FRANKS, A.T. The control of movements in the temporomandibular joints. **Ned Tijdschr. Tandheelkd.** v. 72, p. 605, 1965.
41. FREIRE JUNIOR., O.; CARVALHO, R.A. **O Universo dos Quanta – Uma breve história da física moderna**. Ed. FTD S.A. São Paulo, 1997.
42. GELB, E.D. **Clinical management of Head, Neck and TMJ Pain and Dysfunction**, ed.2, Philadelphia, WB Saunders CO, 1985.
43. GERBER, G.; STEINHARDT **Dental occlusion and the temporomandibular joint**. Quintessence Publishing Co.,Inc., 1990.
44. GIUSEPPE T., M.D. Low Power Laser Therapy Analgesic Action. **Journal of clinical laser medicine & surgery**. v.17, p. 29-33, 1999.
45. GORAN R. **Private communication**. Borlange, Sweden. 1993.
46. GREENE, C.S.; LASKIN; D.M. Long-Term status of TMJ clicking in patients with MPD. **J. A. D. A**, v. 117, p. 461, 1988.
47. GROTH, E.; EDUARDO, C. Laser em Prevenção. **Revista da APCD** v. 47, n. 2, p. 1005-1006, março/abril, 1993.
48. GUICHET, D.W. **A history of dentistry in Canada**. Toronto: University of Toronto Press, 1971.
49. HALPERN, L.M. **Drugs Against Pain**. In mines, S.(Ed).: The Conquest of Pain, New York, Grosset and Dunlop., 1974.
50. HANSEN, H; THOROE, V. Low power laser biostimulation of chronic orofacial pain. A double-blind placebo controlled cross-over study in 40 patients. **Elsevier Science Publishers B.V.**, p. 169-179, 1990.

51. HARAZAKI, M.; ISSHIKI, Y. Soft laser irradiation effects on pain reduction in orthodontic treatment. *Bull Tokyo Dent Coll*; v. 38, n. 4, p. 291-295, nov. 1997.
52. HATANO, Y. Lasers in the diagnosis of the TMJ problems. In : Lasers in dentistry.. *Elsevier Science Publishing B.V.*, Eds. Yamamoto Amsterdam, p. 169-172, 1989.
53. HELM, S. Malocclusion at adolescence related to self reported tooth loss and functional disorders in adulthood. Copenhagen: *Am. J. Orth.*, v. 65, n. 3, p. 393-400, may 1974.
54. HERNANDEZ, L.C. Changes in mRNA of thyroglobulin, cytoskeleton of thyroid cells and thyroid hormone level induced by IR-laser radiation. *Laser Therapy*. v. 4, p. 203, 1989.
55. JANKELSON, B. Neuromuscular aspects of the occlusion. *Dental Clin. N. Am.*, v. 23, n. 2, 1979.
56. JANKELSON, R.R. *Neuromuscular dental diagnosis and treatment*. Ishiyaku Euroamerica Inc. Publish, 1990.
57. JUNIOR, A.; PINHEIRO, A. *Lasers na Odontologia Moderna*. Ed.Pancast, 1998.
58. KAMI, T.; YOSHIMURA, Y.; NAKAJIMA, T.; OSHIRO, T.; FUJINO, T. Effects of low-power diode lasers on flap survival. *Ann Plast Surg* v. 14, n. 3, p. 278-283, mar. 1985.
59. KAROLAKOWSKA, W. Results of treatment of TMJ and muscle dysfunctional syndrome in adolescents. *Quintessence Int.*, v. 12, p. 1315-1321, 1982
60. KARU, T.I. Molecular Mechanism of the Therapeutic Effect of Low – Intensity Laser Radiation. *Lasers in the Life Sciences* v. 2, n. 1,p. 53-74, 1998.
61. KARU, T. Photobiological Fundamentals of Low Power Laser Therapy. *IEEE Journal of quantum electronics*, v. 23, n.10, Oct. 1987.
62. KARU, T; TIPHLOVAL, O; SAMOKHINA, M; DIAMANTO-PAULOS, C; SARANTESEV, V.; SHVEIKIN, V. Effects of near – Infrared Laser and Super-luminous Diode Irradiation on Escherichia Coli Division Rate. *Journal of Quantum Electronics*. v. 26, n.12, p. 2162-2165,1990.

63. KARU, T.; TIPHLOVA, O.; ESENALIEV, K.; LETOKHOV, V. Two different mechanisms of low intensity laser photobiological effects on escherichia coli. *Journal Photochem. Photobiological.*, v. 24, p.155-161, 1994.
64. KARU, T.; YOUNG, A. **Effects of Low – Power High on Biological Systems**. Europto Series. Barcelona, Spain. Sept. 1995.
65. KARU, T. **The science of low-power Laser Therapy**. Amsterdam: Gordon and Breach, 1998.
66. KERT, J.; ROSE, L. **Clinical laser therapy**. Scandinavian Medical Laser Technology, Copenhagen, Den Mark, 1989.
67. KIM, K.S.; KIM, Y.K. Comparative study of the clinical effects of splint, laser acupuncture and laser therapy for temporomandibular disorders. *J Dental College*, Seoul Nat Univ. v. 1, n. 12, p. 195, 1988.
68. KIM, K.S.; LEE, P.Y.; KIM, K.B.; SONG, Y.H.; LEE, J.H. **Application of low level laser therapy (LLLT) for the treatment of the infected wound**. Bologna – Italy: Monduzzi, 1996.
69. KRAUS, H. Diagnosis and Treatment of Muscle Pain. **Quintessence Publishing Co, Inc.** p. 39-50, 1988.
70. LAAKSO, E.L. Plasma ACTH and  $\beta$ -endorphin levels in response to low level laser therapy (LLLT) for myofascial trigger points. *Laser Therapy*. v. 6, p. 133-142, 1994.
71. LASKIN, D.M. Etiology of the pain-dysfunction Syndrome. *J. A. D. A.*, v. 79, p. 147, 1969.
72. LAST, A. Reflexes excitable in jaw muscle and there role during function and dysfunction : a review of the literature. Part 1: central connections of orofacial afferent fibers. *Cranio mandib. Practices*, v. 5, p. 247-253, 1987.
73. LERMAN, M.D. The Hidrostatic Appliance: A new Approach to Treatment of the TMJ Pain. Dysfunctin Syndrome *J. Am. Dent. Assoc.* v. 89, p.1343, 1974.
74. LOPEZ, V.J. El laser en el tratiamiento de las disfunciones de ATM. *Rev. de Actualidad de Odontoestomatologia Española*. v. 35, jun. 1986.

75. LOUREIRO, I.; ARITA, E.; EDUARDO, C.P. Raio laser **RBO**. v. VX LVIII, n. 6, p. 2-7, 1991.
76. LOW G. **Laser Non-Surgical Medicine** Challings for and Old Application. Ed. 1991.
77. LOWE, A.S.; McDOWELL, B.C.; WALSH, D.M.; BAXTER, G.D.; ALLEN, J.M. Failure to demonstrate any hypoalgesic effect of low intensity laser irradiation (830 nm) of Erb's point upon experimental ischaemic pain in humans. **Lasers Surg Med**, v. 20, n. 1, p. 69-76, 1997.
78. LUBART, R.; FRIEDMANN, H.; GROSSMANN, N.; ADAMEK, M. **The photobiological basis of low energy laser – tissue interaction**. Bologna – Italy: Monduzzi, 1996.
79. LUCIA, V.O. **Modern Gnathological Concepts**. St. Louis, C.V. Mosby Co., 1961.
80. McHARRIS, W. The importance of anterior teeth. **J. Gnathology**, v. 1, n. 1, p. 19-36, 1982.
81. MAILLET, H. **O laser – Princípios e Técnicas de aplicação**. Ed. Manole Ltda, 1987.
82. MAGNUSSON, T. Five year longitudinal study of signs and symptoms of mandibular dysfunction in adolescents. Goteborg: **J. Cran. Mand. Pract.**, v. 4, n. 4, p. 338-344, oct. 1986.
83. MAJOR, M.; ASH, J.R. **Anatomia, Fisiologia e Oclusão Dental**. São Paulo: Santos, p. 335-364, 1987.
84. MATSUMOTO, K. **Tooth Pain Control by Laser**. The 4th International Congress on Lasers in Dentistry Singapore, Aug. 1994.
85. MAUI, H. **Low Intensity Laser Therapy (LILT) for TMD Myofascial Pain. Results from a Pilot Study**, ISLD – Proceedings of the 6th International Congress on Lasers in Dentistry. USA, July, 1998.
86. MEYER, B.M. Bruxism in allergic children. **Am. J. Orthod.**, v. 77, n. 1, p. 48-59, Jan. 1980.
87. MISERENDINO, L.J.; PICK, R.M. **Lasers in Dentistry** Quintessence Publis., Chicago, 1995.

88. MIZOKAMI, T. LLLT Low Reactive Level Laser Therapy – A Clinical Study: Relationship Between Pain attenuation and the Serotonergic Mechanism, *Laser Therapy*, p. 165-168, 1993
89. MOFFET, B.C. Articular remodeling in the adult human temporomandibular joint. *Am. J. Anat.*, v. 115, p. 119, 1969.
90. MROWIEL, J.; SIERON, A.; PLECH, A.; CIÉSTER, G.; BINISZKIEWICZ, T.; BRUS, R. Analgesic Effect of Low-Power Infrared Laser Radiation in Rats. *Spie*, v. 3198.
91. MURPHY G.V. Electrical Physical Therapy in Treating TMJ Patient. *J.Craniomand. Pract.*, v. 1, p. 67, 1983.
92. NEFF, P.A. *TMJ occlusion and function*. Georgetown University School of Dentistry, 7. ed., Washington, Oct. 1993.
93. NILNER, M. Functional disturbances and diseases in the stomatognathic system among 7 to 18 years old. *J. Craniomand. Prac.*, v. 3, n. 4, p. 358-367, Sept. 1985.
94. NOGUEIRA, G.E.C.; ZECELL, D.M. *Lasers em Odontologia – Normas e Regulamentos de Segurança no uso de lasers*. Mestrado Profissionalizante em Lasers em Odontologia. IPEN/FOUSP 1999.
95. OKAMOTO, H.; IWASE, T.; MORIOKA, T. Dye – Mediated Bactericidal Effect of He-Ne Laser Irradiation on Oral Microorganisms. *Lasers in Surgery and Medicine*; v.12, p. 450-458, 1992.
96. PETRACHI, F.; MATZUZZI, G. Application of “cold” laser (I.R. with semiconductors) as antalgic and anti-inflammatory therapy in osteo-articular and musculotendinous pathologies. *Clin Ter* v. 133, n. 4, p. 219-222, may 1990.
97. PINHEIRO, A.L.B.; MANZI, C.T.A.; ROLIM, A.B.; VIEIRA, L.B. *Is LLLT effective in the management of TMJ pain?*. Federal Univ. of Pernambuco School of Dentistry. Brazil. 1999.
98. PIMENTA, L. *Laser em Medicina e Biologia*. E. Roc, vol I, 1990.
99. REIDER, C.E. The prevalence of mandibular dysfunction. Sex and age distribution of related signs. *J. Prosthet. Dent.*, v. 50, p. 81, 1983.
100. RIBEIRO, M.S. *Utilização clínica do laser* (Apostila de curso) – Mestrado Profissionalizante em Lasers em Odontologia . IPEN/FOUSP, São Paulo, 25 – 27 de março de 1999.

101. RICKETTS, R.M. Clinical implications of the TMJ. *Am. J. Orthod.*, v. 52, n. 6, p. 416-439, Jun. 1966.
102. RICKETTS, R.M. Variation of the TMJ as revalid by Cephalometric laminagraphy, *Am. J. Orthod.*, v. 36, p. 877-878, 1950.
103. SATO T, KAWATANI M, TAKESHIGE C, MATSUMOTO I Ga-Al-As laser irradiation inhibits neuronal activity associated with inflammation. *Acupunt Eletrother Res*, v. 19, n. 2-3, p. 141-151, Jun-Sept. 1994.
104. SATTAYUT, S. AND BRADLEY, P. F. *Low intensity laser therapy (LILT) for TMD myofascial pain: Results from a pilot study*. Maui, Hawaii, USA – July 1998.
105. SCHWARTZ, L. *Disorders of the temporomandibular joint*. Philadelphia: W. B. Saunders Co., p. 223-225, 1959.
106. SICHER, H.; DU BRUL, E.L. *Anatomia bucal* C. V. Mosby Co., 6 ed., 1975.
107. SICHER, H; DU BRUL, E.L. *Anatomia bucal*. Tradução da 6ª. ed. Por Milton Picosse. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 480-487, 1987.
108. SILVA, N.; CECCHINI, R.; EDUARDO, C. Aplicações clínicas do Soft Laser em Odontologia. *Rev.Paulista de Odontologia*. n. 4, p. 30-32, 1992.
109. SOLBERG, W.K.; CLARK, G.T. *Temporomandibular joint problems: biologic diagnosis and treatment*. 1. ed., Quintessence Publishing Co., 1980.
110. SOLBERG, W. K. Malocclusion associate with TMJ changes in young adults at autopsy. LA: *Am. J. Orthod.*, v. 89, n. 4, p. 326-330, Apr. 1986.
111. STRONG, C.A. Abnormal immune response to pulp infection. *Oral Surgery*, vol. 43, n. 6, p. 902-909; June 1977.
112. SHORE, N.A. *Occlusal equilibration and temporomandibular joint dysfunction*. Philadelphia: J. B. Lippincott Co., 1959.
113. SIMUNOVIC, Z. Low level laser therapy with trigger points technique: a clinical study on 243 patients. *J Clin Laser Med Surg.*, v. 14, n. 4, p. 163-167, Aug., 1996.

114. TAM, G. Low power laser therapy and analgesic action. *J Clin Laser Med Surg*, v. 17, n. 1, p. 29-33, Feb. 1999.
115. THOMPSON, J.R. Abnormal function of the TMJ related musculature: orthodontics implications. *Angle Orthod.*, v. 56, n. 2, p. 143, 1986.
116. TRAVELL, J.G. Raped Relief of Acute "Stiff Neck" by ethyl chloride spray. *J.Am.Med.Wom.Assoc.*, v. 4, p. 89, 1949.
117. TRAVELL, J.G. Ethyl Chloride Spray for Painful Muscle Spasm Arch. *Phys. Med. Rehabil.*, v. 33, p. 291, 1952.
118. TRAVELL, J.G. *Myofascial pain and dysfunction. The Trigger points manual* Williams and Wilkins, vol 1, p. 165-321, 1983.
119. TRELLES, M.A.; MAYAYO, E.; SCHMIDT, C.; IGLESIAS, J.M.; BARBER, J. I.; *Laser Para la salud y las estetica*. Barcelona: Eticnes, 1983.
120. TUNÉR, J.; HODE, L. *Laser Therapy in dentistry and Medicine*. Sweden: Prima Books , 1996.
121. TUNÉR, J.; HODE, L. *Low Level Laser Therapy*, Sweden: Prima Books, 1999.
122. VANDERAS, A. P. An epidemiol, approach to the etiology factors of craniomandibular dysfunction in children and adolescent. The host - agent model. *J. Craniomand. Pract.*, v. 6, n. 2, p. 172-178, Apr. 1988.
123. VIEIRA JUNIOR, N.D.; WETTER, N.U.; ROSSI, W. *Introdução aos Lasers*. Mestrado Profissionalizante em Lases em Odontologia USP. IPEN / FOU SP, 1999.
124. VIEIRA, M.M.; MIRAGE, A. *Interação da Luz com a Matéria*. Mestrado Profissionalizante em Lasers em Odontologia USP. IPEN / FOU SP, 1999.
125. WALSH, L. The Current Status of Low Level Laser Therapy in Dentistry. Parta. Soft Tissue Aplications. *Australian Dental Journal*, v. 42, n. 4, p. 247-254, 1997.
126. WEINBERG, L.A. Temporomandibular dysfunction pain: a patient oriented approach. *J. Prosth. Dent.*, v. 32, n. 3, p. 312-325, Sept. 1974.



127. WILKES, C.H. Arthrography of the TMJ. *Minn Med.*, v. 61, p. 645, 1978.
128. WILLIANSO, E.H. Temporomandibular dysfunction in pretreatment adolescents patients. Augusta: *Am. J. Orthod.*, v. 72, n. 4, p. 429-433, Oct. 1977.
129. WILLIANSO, E.H. Mandibular asymmetry and it's relation to pain dysfunction. *Am. J. Orthod.*, v. 76, n. 6, p. 612-617, Dec. 1979.
130. WILLIANSO, E.H. Swallowing patterns in human subjects with and without TMJ dysfunction. *Am. J. Orth.*, v. 98, n. 6, p. 507, Dec. 1990.
131. WOLF, H.G.; CETTO, A.M. *Die anatomische section in bildlicher darstellung*. Basel: S. Karger, 1967.
132. ZACHRISSON, B. Incisor position in scandinavian children with ideal occlusion. Oslo: *Am. J. Orthod.*, v. 83, n. 4, p. 341-352, Apr. 1983.
133. ZARB, G.A.; CARLSON, G.E. *TMJ function and dysfunction*. Munksgaard, 1979.
134. ZECELL, D.M.; MALDONADO, E.P.; RIBEIRO, M.S. *Interação da Luz Laser com Tecidos Biológicos: Aplicações*. Mestrado Profissionalizante em Lasers em Odontologia USP. IPEN / FOUSP, 1999.
135. ZECELL, D.M. Workshop: *Utilização clínica do laser* (Apostila de Curso) – FDCTO – USP, São Paulo, 25 –27 de março de 1999.



M22169



***Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares***  
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 - Cidade Universitária - CEP 05508-000  
Fone (0XX11) 3816-9000 - Fax (0XX11) 3812-3546  
SÃO PAULO - São Paulo  
[Http://www.ipen.br](http://www.ipen.br)

O ipen é uma autarquia vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, gerida técnica, administrativa e financeiramente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear e associada à Universidade de São Paulo para fins de ensino de Pós-Graduação.