



BR0645217



BR0645217



AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

**TERAPIA LASER EM BAIXA INTENSIDADE NO TRATAMENTO
DA DOR E DISFUNÇÃO DA ARTICULAÇÃO
TEMPOROMANDIBULAR E DOS MÚSCULOS
MASTIGATÓRIOS: ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA,
BIOMÉTRICA E DE DOR**

LUÍS RICARDO DE PAULA EDUARDO

Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Mestre em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear - Materiais.

Orientadora:
Dra. Denise Maria Zezell

**São Paulo
2001**

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia associada à Universidade de São Paulo

**TERAPIA LASER EM BAIXA INTENSIDADE NO TRATAMENTO
DA DOR E DISFUNÇÃO DA ARTICULAÇÃO
TEMPOROMANDIBULAR E DOS MÚSCULOS MASTIGATÓRIOS:
ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA, BIOMÉTRICA E DE DOR**



Luís Ricardo de Paula Eduardo

Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do Grau
de Mestre em Ciências na área de
Tecnologia Nuclear / Materiais

Orientadora:
Dra. Denise Maria Zzell

São Paulo - 2001

A Flávia,
todo o meu amor e carinho.

A meus pais, Zélia e Ulysses,
que sempre apoiaram as minhas escolhas
e me ajudaram em todo o caminho.

A meus irmãos,
Ulysses e Juliana, meus eternos amigos.

A minha avó Amélia,
que sempre cuidou de todos
com suas preces e seu amor.

AGRADECIMENTOS

À **Profa. Dra. Denise Maria Zezell**, minha orientadora, pelas tantas horas tomadas de seu precioso tempo bem como pelo modo como me orientou, sempre serena e compreensiva, sabendo das dificuldades que a vida clínica nos proporciona e o tempo que nos toma; portanto o tempo dedicado ao mestrado foi sempre conseguido com muito esforço, principalmente nas noites e nos finais de semana diante da tela do computador. Gostaria de revelar a minha admiração e o respeito por Denise, desculpando-me por não ter sido mais presente, perdendo assim a oportunidade de ter aproveitado ao máximo os seus conhecimentos e sua experiência em pesquisa;

À **Profa. Dra. Martha Simões Ribeiro**, meu agradecimento pelas horas dedicadas à leitura do meu trabalho, e pelas sugestões e correções sempre oportunas;

Ao **Prof. Dr. Marcos Duarte**, um agradecimento muito especial, em primeiro lugar pela orientação referente à eletromiografia de nosso trabalho, e pela confiança depositada em minha pessoa no que diz respeito ao empréstimo do equipamento de eletromiografia durante as etapas da nossa fase experimental. Com certeza tratei do equipamento com o cuidado necessário, aprendi a realizar os exames e a interpretá-los, seguindo sempre as suas instruções;

Ao colega fisioterapeuta **Ulysses**, meu agradecimento pela ajuda quanto à avaliação da ATM;

Ao **Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo**, um exemplo de Professor que consegue dividir de forma cerebral a sua atividade clínica privada com a sua atividade acadêmica e de pesquisa,

revelando um excelente desempenho em todas. Tentar seguir o seu caminho seria muita pretensão, mas aprender com um verdadeiro mestre já é algo muito gratificante. Fomos todos “infectados” pelo “vírus” do Laser, sendo que o grande disseminador desta “virose” foi, sem dúvida, o Prof. Carlos. Esta “epidemia” ganhou força desde a união do grupo da Faculdade de Odontologia com o grupo do IPEN. Parabéns pela visão privilegiada;

Ao **Prof. Dr. Jorge Abrão**, meu agradecimento pelos anos que estivemos juntos na disciplina de Ortodontia da FOU SP, sempre sob sua experiente orientação e desfrutando de sua amizade. Obrigado, Jorge, por ter-me estimulado a pesquisar o tema articulação temporomandibular, tópico este que esteve presente em muitos de seus trabalhos;

Ao **Prof. Dr. Gessé Eduardo Calvo Nogueira**, meu agradecimento por nossas conversas durante todo o mestrado, e pelo acompanhamento de nosso estudo;

Aos colegas de Mestrado e de Laboratório: **Luciano, Claudia, Andréa, Paulo, Heloisa, Tarso, Walter, Sandro, Daniela**, e em especial a minha prima **Patrícia de Paula Eduardo**, meu agradecimento pelo companheirismo e coleguismo demonstrados durante toda essa nossa fase;

Aos técnicos do CLA, em especial ao **Tort**, pela ajuda com os cabos para o equipamento de eletromiografia;

Aos integrantes da secretaria: **Elsa, Edna e Alfredo** (*in memoriam*);

Às secretárias da Pós-Graduação do IPEN: **Aninha, Eliana e Vera**, por todas as informações e por toda a atenção durante esse período;

À **Cida** e à **Liliane**, do LELO, meu sincero obrigado pelo apoio e pela gentileza com que sempre me receberam, bem como pela maneira carinhosa que receberam os pacientes do nosso trabalho;

Ao **IPEN, EEF** e à **FOUSP**, pela infra-estrutura e pelos equipamentos utilizados;

Aos funcionários da Clínica SOL: **Graziela, Darques, Sônia, Roseli, Lina, Maria Selma, Sueli, Ivanete, Roseli, Regilene, Eliane, Antônia e Francisco**, muito obrigado pelo apoio;

Aos meus tios e às minhas tias, aos primos e às primas, obrigado pela amizade e pelo carinho.

A todos vocês, muito obrigado!

LASER EM BAIXA INTENSIDADE NO TRATAMENTO DA DOR E DISFUNÇÃO DA ARTICULAÇÃO TEMPOROMANDIBULAR E DOS MÚSCULOS MASTIGATÓRIOS: ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA, BIOMÉTRICA E DE DOR

Luis Ricardo de Paula Eduardo

RESUMO

Este estudo visou à proposição do experimento para o qual foram selecionados 11 pacientes portadores de dor e disfunção da articulação temporomandibular (ATM), uni ou bilateral. Exames clínicos foram realizados nos pacientes para definir o lado mais comprometido pela disfunção articular. Apenas o lado mais comprometido foi tratado pela terapia laser em baixa intensidade, utilizando-se de um equipamento laser de diodo (Al-Ga-As), que emite luz com comprimento de onda de 810 nm (infravermelho). Foram irradiados três pontos na ATM, com $22,5 \text{ J/cm}^2$; dois pontos no masseter, com 15 J/cm^2 ; e três pontos no músculo temporal, com $7,5 \text{ J/cm}^2$. Todos os pontos foram irradiados por 30 segundos. O outro lado, de menor queixa, recebeu terapia placebo.

Os pacientes responderam a um questionário sobre o grau de dor antes e após cada sessão de laser. O grau de abertura de boca, medido de incisivo central inferior a incisivo central superior, foi aferido por meio de um paquímetro digital, igualmente antes e após cada irradiação laser. O tratamento foi realizado durante duas semanas, sendo três irradiações com intervalo de 48 horas, na primeira semana, e duas com o mesmo intervalo, na segunda semana. A avaliação eletromiográfica dos músculos masseter e temporal anterior foi realizada antes e após a primeira irradiação, e antes e após a última irradiação (quinto dia de tratamento).

Os pacientes reportaram uma melhora com relação ao grau de dor sobretudo após a quarta irradiação laser, sendo que concluíram o tratamento com um grau de dor significativamente mais baixo do que no início deste.

Com relação ao grau de abertura de boca, a maioria dos pacientes mostrou um aumento significativo deste índice no quinto dia da avaliação.

Com relação aos resultados eletromiográficos, para o músculo temporal anterior foi notada uma tendência de melhora do padrão eletromiográfico, embora diferenças estatisticamente significantes não tenham sido encontradas. Para o músculo masseter, os

resultados eletromiográficos também não mostraram diferenças significantes entre o lado tratado e o não tratado.

LOW INTENSITY LASER THERAPY IN THE TREATMENT OF THE TEMPOROMANDIBULAR AND MASTIGATORY MUSCLES DISEASE: ELECTROMYOGRAPHY, BIOMETRICAL AND PAIN EVALUATION.

Luís Ricardo de Paula Eduardo

ABSTRACT

A sample of 11 patients showing temporomandibular joint disease, in one or both sides, was selected. Clinical examinations were performed on patients to define which side was the most compromised by the disease. Only the worst side was chosen to be treated by the laser therapy. The laser unit used was a diode laser (Al-Ga-As) which the wave length was 810 nm (infra-red spectrum). Irradiations were done in tree points of TMJ, with 22,5 J/cm²; two points in the masseter muscle, with 15 J/cm²; and tree points in the temporal muscle, with 7,5 J/cm². All points were irradiated for 30 seconds. The other side, of lesser complain, received a sham therapy.

Patients answered to a questionnaire about the level of pain they were suffering just before and after each irradiation. Besides that mouth opening was measured, from the central lower incisor to the upper central incisor, before anf after the therapy , using a digital calliper. The treatment was done during two weeks, tree irradiations with 48 hours interval in the first week, and two irradiations with the same interval in the second week. The electromyography evaluation of the masseter and anterior temporal muscles was done before and after the first irradiation and before and after the last irradiation.

Patients reported improvement in relation to the level of pain, mainly after the forth irradiation, and the level of pain decreased until the last day of treatment.

In relation to the degree of mouth opening, the majority of patientes showed a significant increase, mainly after the fifth day of irradiation.

In regard to the electromyography results, we could notice that for the temporal anterior muscle there was a tendency of improvement in the electromyographic pattern, when comparing the treated side to the non-treated side , but there were not significant results. In relation to the masseter muscles we could not see any significant results between both sides.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
3. DESORDENS TEMPOROMANDIBULARES.....	5
3.1 SINTOMATOLOGIA DOLOROSA DAS DTM.....	5
3.2 ARTICULAÇÃO TEMPOROMANDIBULAR.....	7
3.3 AVALIAÇÃO DAS DESORDENS TEMPOROMANDIBULARES POR ELETROMIOGRAFIA.....	9
3.3.1 ELETROMIOGRAFIA(COMO TÉCNICA DE AVALIAÇÃO).....	10
3.4 TERAPIAS DAS DISFUNÇÕES TEMPOROMANDIBULARES.....	12
3.4.1 TERAPIAS CONVENCIONAIS.....	12
3.4.2 NOVAS TERAPIAS.....	13
4. LASERS EM BAIXA INTENSIDADE.....	16
4.1 LASERS NO TRATAMENTO DA DISFUNÇÃO TEMPOROMANDIBULAR	20
5. MATERIAS E MÉTODOS.....	28
5.1 SUJEITOS DA PESQUISA.....	28
5.2 TRATAMENTO.....	29
5.3 PROTOCOLO DE AQUISIÇÃO DE DADOS.....	33
5.4 ELETROMIOGRAFIA.....	35

	Página
5.4.1 COLOCAÇÃO DOS ELETRODOS.....	36
5.4.2 COLETA DE SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS.....	36
5.5 ABERTURA MÁXIMA BUCAL.....	38
5.6 MENSURAÇÃO DA DOR.....	38
6. RESULTADOS.....	39
7. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	47
8. DISCUSSÃO.....	69
9. CONCLUSÕES.....	73
10. APÊNDICE.....	74
10.1 LISTA DE ABREVIATURAS.....	74
10.2 LISTA DE FIGURAS.....	76
10.3 LISTA DE TABELAS.....	78
ANEXO 1.....	80
ANEXO 2.....	81
ANEXO 3.....	82
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

1-INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, os distúrbios do sistema mastigatório têm sido identificados por uma grande variedade de termos. Esta variedade certamente contribuiu para causar algumas confusões nesta área. Em 1934, James Costen¹, descreveu um grupo de sintomas situados ao redor dos ouvidos e das ATMs. Por causa desse trabalho, foi criado o termo síndrome de Costen. Mais tarde o termo distúrbios da articulação temporomandibular se tornou popular e então em 1959 Shore² introduziu o termo síndrome da disfunção da articulação temporomandibular. Em seguida veio o termo distúrbios funcionais da articulação temporomandibular, designado por Ramjord e Ash³. Alguns termos descritos sugeriram fatores etiológicos, tais como distúrbios oclusomandibulares⁴ e mioartropatia da articulação temporomandibular⁵. Outros enfatizaram a dor, como síndrome da dor-disfunção⁶, síndrome da dor-disfunção miofacial⁷ e síndrome da dor-disfunção temporomandibular⁸.

Como os sintomas não estão sempre isolados na ATM, alguns autores acreditam que o acima descrito é muito limitado e que um termo mais amplo deveria ser empregado, como desordens craniomandibulares⁹. Bell¹⁰ sugeriu o termo desordens temporomandibulares, o qual obteve popularidade. Este termo não sugere meramente problemas que estão isolados das articulações, mas inclui todos os distúrbios associados com a função do sistema mastigatório.

Tal patologia não é encontrada apenas na sociedade moderna, relatos encontrados em papiros egípcios que tratam sobre a arte de curar, cujo descobridor foi um egiptólogo americano Edwin Smith¹¹, datam de 1650 a.C.. Os estudiosos consideram este documento uma cópia de um outro, escrito ao tempo da terceira dinastia, ao redor de 3000 a.C.

Outra importante civilização antiga a receber fortes influências egípcias foi a grega. Observa-se, com o advento da escola filosófica pré-socrática, uma separação entre a crença em deuses e milagres e o surgimento de uma medicina mais racional. Seu maior nome, sem dúvida, foi Hipócrates (IV a.C.), fundador da escola médica da ilha de Cos (situada na costa da Ásia Menor). Origina-se daí a coleção de textos médicos conhecida como "Corpus Hippocraticum", composta de contribuições de colaboradores do mestre e de conceitos emitidos pelo próprio. As fraturas mandibulares e as luxações da mandíbula são descritas no

“Livro das Articulações”, com riqueza de detalhes. São comentadas também a anatomia articular, as inserções dos músculos mastigadores e a relação entre a maxila e a mandíbula, mostrando um importante conhecimento anatômico. No texto é salientada a importância clínica do trismo e enfatizada a indicação, por este sinal, de um possível quadro de tétano.

Quem primeiramente introduziu para a carreira odontológica a área das DTMs foi um artigo escrito por James Costen¹ em 1934. Costen foi um otorrinolaringologista que, baseado em onze casos, primeiramente, sugeriu para os dentistas que mudanças nas condições dentais eram responsáveis por vários sintomas nos ouvidos. Logo após seu artigo, os clínicos começaram a questionar a precisão das conclusões de Costen com relação à etiologia e tratamento. Nos finais dos anos 30 e meados dos anos 40, apenas alguns dentistas se tornaram interessados em lidar com problemas que causassem esse tipo de dor. A terapia mais comum oferecida naquela época eram aparelhos levantadores que aumentavam a mordida, os quais foram primeiramente sugeridos e descritos por Costen. No final dos anos 40 e nos anos 50, a Odontologia começou a questionar estes aparelhos para levantar a mordida como a terapia de escolha para as disfunções mandibulares. Foi então nessa época que a profissão começou a olhar mais de perto para as interferências oclusais, como sendo os principais fatores etiológicos nas queixas de DTMs.

Investigações científicas das DTMs começaram no início dos anos 50. Os primeiros estudos científicos sugeriram que a condição oclusal poderia influenciar na função da musculatura mastigatória. Estudos de eletromiografia foram usados para constatar esta relação. No final da década de 50, foram escritos os primeiros livros, descrevendo as disfunções mastigatórias^{2,8}. As condições mais comuns descritas naquela época foram as desordens da dor na musculatura mastigatória. Pensava-se geralmente que a causa mais comum destas desordens era a desarmonia oclusal. Oclusão e mais tarde o estresse emocional foram aceitos como os principais fatores etiológicos das desordens funcionais do sistema mastigatório nos anos 60 e meados dos anos 70. Então a partir dos anos 70, houve uma explosão de interesse nas DTMs. Foi também nessa época que a carreira odontológica tomou conhecimento de que as dores das desordens eram provenientes de fontes intracapsulares. Estas informações redirecionaram os pensamentos dos profissionais na área das DTMs. Foi no final dos anos 70, que os profissionais começaram a reconhecer totalmente e apreciar a complexidade das

DTMs. Esta complexidade agora tem o esforço da profissão para achar o seu papel adequado no que diz respeito às DTMs e dor orofacial.

O dentista clínico geral ou mesmo o especialista em ortodontia, prótese ou cirurgia bucomaxilofacial, vem recebendo em seus consultórios um número cada vez maior de pacientes com queixa de dor e disfunção na articulação temporomandibular. Na maioria das vezes, esses pacientes já consultaram médicos de diversas especialidades, tais como neurologistas, otorrinolaringologistas ou mesmo fisioterapeutas, na tentativa de solucionar a sintomatologia dolorosa de músculos da cabeça, da face, do pescoço ou dos ombros. Após diversos exames à procura de um agente causador da sintomatologia dolorosa, tais pacientes vão procurar o cirurgião dentista para tentar solucionar seu problema.

Existem na literatura diversas formas de se abordar o tratamento das disfunções temporomandibulares, e mais recentemente o cirurgião dentista ou mesmo o fisioterapeuta podem lançar mão de mais um método de terapia que é uso da irradiação laser em baixa intensidade. A literatura nos revela que por meio desta modalidade de terapia resultados benéficos podem ser atingidos principalmente em casos onde outras modalidades terapêuticas falharam.

2-OBJETIVOS

O presente trabalho visa avaliar a eficiência da terapia laser em baixa intensidade no tratamento de casos de dor e disfunção da articulação temporomandibular. Por se tratar de uma terapia não invasiva, sem efeitos colaterais, de baixo custo e fácil de ser instituída a terapia com laser de baixa intensidade foi escolhida.

A avaliação da eficiência da terapia escolhida foi realizada mediante avaliação biométrica, pelo qual foi mensurado o grau de abertura de boca. Além da avaliação biométrica foi realizada uma avaliação eletromiográfica dos músculos masseter e temporal anterior, monitorando as atividades elétricas durante as contrações musculares e repouso. A avaliação eletromiográfica visou comprovar de forma objetiva o possível efeito de relaxamento muscular promovido pela terapia laser. Os pacientes responderam a um questionário de grau de dor (avaliação subjetiva), que visou comprovar o efeito da analgesia atribuído a esta modalidade terapêutica.

3-DESORDENS TEMPOROMANDIBULARES

3.1 SINTOMATOLOGIA DOLOROSA

As dores de cabeça são subjetivas, em geral têm uma característica não tratável durante a vida e são uma reclamação física comum na população adulta¹². Desordens de dor de cabeça primárias são um grupo de desordens dolorosas que têm sua origem em patologia vascular bem como em neuropatologia. A etiologia da dor de cabeça migrante (enxaqueca), dor de cabeça tensional e dor de cabeça crônica é ainda desconhecida. Enxaquecas, por exemplo, podem ser ativadas por certos alimentos em algumas pessoas, por fatores hormonais ou pela falta de ingestão alimentar. Desordens de dor de cabeça secundárias são aquelas associadas com uma variedade de causas orgânicas e representam sintomas de processos orgânicos patológicos. Uma desordem secundária pode estar relacionada a uma desordem músculo-esquelética primária, patologia nervosa, hemorragia intracranial, ou a desordens temporomandibulares (DTM)¹³.

Desordens temporomandibulares são problemas clínicos que envolvem os músculos mastigatórios, as articulações temporomandibulares ou ambos¹⁴. É comum para os pacientes DTM a queixa de dores de cabeça, vertigem e obstrução dos ouvidos, embora para alguns casos nenhuma associação possa ser encontrada. Condições clínicas comuns incluem dor na área pré-auricular, limitações ou desvios na movimentação da mandíbula e ruídos nas articulações temporomandibulares durante a função, dor em função e dor na palpação dos músculos mastigatórios^{15,16}. Dores de cabeça associadas com DTM podem resultar de dor referida dos músculos mastigatórios, das articulações temporomandibulares, dos dentes ou de áreas cervicais¹⁴.

Dor de cabeça é um sintoma comum em pacientes DTM^{17, 18, 19, 20}. Muitos estudos do passado mostraram uma associação entre a presença de dor de cabeça e sintomas DTM^{21, 22, 23}. Mais de um artigo define a dor de cabeça DTM específica como uma dor de cabeça unilateral com severas dores não pulsáteis nas áreas temporais e auriculares. Uma história positiva de

sintomas DTM tais como *clicking* doloroso, dor na mastigação ou dor muscular facial também estarão presentes^{23,24,25,26}.

Uma associação estatística foi mostrada entre pacientes DTM com dores de cabeça e sensibilidade na palpação dos músculos mastigatórios e/ou dor na palpação da articulação temporomandibular²³. Outro estudo mostrou que a percentagem de prevalência de dor de cabeça era maior em grupos DTM quando comparada com grupos não DTM²⁷.

Frequência e intensidade de dor de cabeça têm uma associação com DTM em grupos de pacientes DTM. Mulheres, em particular, com ou sem diagnóstico de DTM reportam maiores frequências e intensidades de dor de cabeça do que os homens^{22,23}. A constância de dor de cabeça também é estatisticamente maior em pacientes DTM do que em pacientes não DTM²⁸.

O tratamento da dor facial pode ser difícil devido à natureza multifatorial do problema. É importante entender os fatores etiológicos possíveis da dor facial. Em geral, um tratamento multidisciplinar é necessário para direcionar o tratamento para a causa principal do problema. Desordens temporomandibulares predispõem o paciente a dores faciais e dores de cabeça. A etiologia é multifatorial, envolvendo componentes miogênicos e articulares. A maioria da população com dor facial consiste de dois subgrupos maiores: um grupo com dor facial miogênica e um grupo com degeneração interna da articulação temporomandibular²⁹.

Muitos investigadores concordam que a hiperfunção muscular tem um papel importante na patogênese da DTM^{30, 31, 32, 33, 34, 35}, e ao mesmo tempo, a sensibilidade muscular tem sido encontrada como conectada às dores de cabeça^{36, 37, 38}. Além disso, sensibilidade e dor na articulação temporomandibular tem sido relatada em níveis significativos em pacientes com enxaqueca³⁹, e dores faciais e de cabeça são comumente observadas em associação com degeneração e inflamação da ATM⁴⁰.

Observam-se relatos controversos sobre o papel da oclusão na DTM⁴¹, e nenhuma evidência forte tem sido encontrada a respeito do efeito de distúrbios oclusais na dor facial^{39, 40, 41, 42}.

Na conclusão de outro estudo, um dos fatores etiológicos de maior importância na dor facial pode ser considerado a dor dos músculos mastigatórios causada por uma sobrecarga funcional destes músculos mediante hábitos parafuncionais e distúrbios oclusais⁴³.

3.2 ARTICULAÇÃO TEMPOROMANDIBULAR

A Articulação Temporomandibular (ATM) é uma diartrose sinovial bilateral (**Figura 1**). Esta diartrose permite que a mandíbula seja protruída, retruída, movimente-se lateralmente e realize abertura e fechamento. Durante esses movimentos, a cápsula articular, junto com os ligamentos laterais e esfenomandibulares, proporciona estabilidade estrutural⁴⁴.



Figura 1- ATM (Disco Articular ,18 e parte da cápsula articular,19)⁴⁵

Esta articulação pode ser afetada por alterações que se manifestam mediante sinais e sintomas indicativos de uma disfunção nessa região anatômica.

Os autores abordam a disfunção sob muitos aspectos, procurando caracterizar: sinais, sintomas, etiologia, tratamento e consequências dessa anomalia. Dentre os sinais e sintomas frequentemente descritos na literatura, podemos verificar: fadiga ou cansaço da musculatura mastigatória, cefaléia, otalgia, ruídos articulatorios, limitação de abertura ou fechamento de boca, zumbido, entre outros. Alguns fatores etiológicos vêm sendo

analisados, dentre eles os desequilíbrios oclusais, hábitos bucais, as forças neuromusculares excessivas e alterações psicológicas.

Pacientes com sintomas de ATM podem ser divididos em dois amplos grupos: aqueles com patologia interna da articulação, incluindo o deslocamento ou a destruição do disco intra-articular; e aqueles com sintomas primeiramente de origem muscular, causados por espasmo e fadiga dos músculos que posicionam a mandíbula e a cabeça⁴⁶.

A maioria das pessoas desenvolve alguns sintomas de moléstia degenerativa da articulação a medida que envelhecem, e não é de surpreender que as articulações dos maxilares mostrem algumas mudanças internas degenerativas. O envolvimento artrítico da articulação temporomandibular é a causa mais provável de sintomas de ATM em pacientes com mudanças artríticas em outras articulações do corpo, portanto a suspeita deveria ser a de um componente de espasmo e dor muscular em indivíduos cujos únicos sintomas são na área da ATM, ainda que radiografias mostrem degeneração artrítica moderada da articulação.

O deslocamento do disco pode originar-se de numerosas causas. Uma possibilidade é o trauma na articulação, de maneira que os ligamentos que se opõem à ação do músculo pterigoideo lateral são estirados ou rompidos. Nessa circunstância, a contração muscular move o disco para a frente à medida que os côndilos mandibulares transladam para a frente na abertura ampla, entretanto os ligamentos não devolvem o disco à sua posição apropriada quando a mandíbula está fechada. O resultado é um estalo na abertura e no fechamento, à medida que o disco desloca-se em posição sobre a cabeça condilar conforme o paciente abre a boca, porém está deslocado anteriormente no fechamento⁴⁶.

A dor miofacial se desenvolve quando os músculos estão totalmente fatigados e tendem a encaminhar-se para o espasmo. É impossível trabalhar excessivamente os músculos nessa extensão durante a função oclusal normal. Para produzir dor miofacial, o paciente precisa apertar ou ranger os dentes muitas horas por dia, presumivelmente como resposta ao estresse. Grandes variações são vistas na maneira diferente de os indivíduos responderem ao estresse, no sistema de órgãos que sentem a pressão (aqueles que desenvolvem úlceras raramente têm sintomas de ATM) e na quantidade de estresse que pode ser tolerada antes de aparecerem os sintomas (indivíduos tensos desenvolvem sintomas relacionados ao estresse antes de seus colegas relaxados os terem). Por essa

razão, é impossível afirmar que discrepâncias oclusais de qualquer grau levarão a sintomas de ATM⁴⁶.

É preciso levar em consideração a necessidade da presença de dois fatores para produzir sintomas de ATM por dor miofacial: uma discrepância oclusal e um paciente que aperta ou range os dentes.

3.3 AVALIAÇÃO DAS DESORDENS TEMPOROMANDIBULARES POR ELETROMIOGRAFIA

O uso da eletromiografia, que é um método de avaliação objetivo, visa o estudo da função muscular por meio da análise do sinal elétrico emanado durante as contrações musculares de um determinado grupo ou fibra muscular. Assim, uma avaliação do “estado” da atividade muscular de um determinado grupo muscular comprometido pela sintomatologia dolorosa da síndrome da dor e disfunção da articulação temporomandibular, pode ser feito, e os gráficos dos sinais elétricos emanados poderão ser comparados antes da terapia laser em baixa intensidade e após a mesma. Pela revista de literatura feita, é de se esperar que após a ou após as irradiações laser, que a musculatura edemaciada pelo quadro da disfunção muscular, relaxe, e que apresente uma melhor circulação, possibilitando ao grupo muscular aferido trabalhar de uma forma mais eficiente, que emita sinais elétricos com potenciais mais altos, desta forma alterando o perfil do gráfico, demonstrando, de uma forma científica que a terapia foi, ou não, realmente eficaz. Desta forma, os fatores individuais e subjetivos de limiar de dor não poderiam mascarar um efeito da ação do laser em baixa intensidade, que pode ser comprovado pelo registro da alteração da atividade muscular e que, se for significativo, fornecerá parâmetros que poderão ser repetidos ou seguidos em pesquisas futuras.

3.3.1 ELETROMIOGRAFIA (COMO TÉCNICA DE AVALIAÇÃO)

A Eletromiografia (EMG) é o estudo da função muscular por meio da análise do sinal elétrico emanado durante as contrações musculares, e tem sido utilizada largamente para o estudo do movimento humano, uma vez que ela permite um fácil acesso ao processo fisiológico que leva o músculo a gerar força e produzir movimento^{47, 48}.

O estudo da dinâmica muscular, isto é, da função dos músculos como estruturas vivas, baseia-se num princípio estabelecido há mais de 200 anos por Galvani, segundo o qual um músculo esquelético, se estimulado eletricamente, contrai-se e, por outro lado, produz corrente elétrica quando se contrai de modo voluntário⁴⁹.

Para que seja possível a contração muscular, é necessário que haja uma série de fenômenos químicos, elétricos e mecânicos. Um dos primeiros passos é a geração do potencial de ação nervoso-periférico, cuja finalidade é levar um impulso elétrico até o órgão efetor ou músculo de destino. O termo potencial de ação pode ser definido como um conjunto de alterações de potencial elétrico, as quais ocorrem entre o meio intracelular e extracelular das células nervosas e musculares, cujo tempo necessário é em geral de 1 ms⁴⁹. Essas diferenças de potencial elétrico devem-se principalmente às diferenças de concentração de sódio e potássio entre o meio intra e extracelular. Este fluxo de íons promove mudanças de potencial elétrico entre os meios, favorecendo a despolarização, que é a alteração do potencial elétrico de repouso da membrana de aproximadamente -90 mV para valores próximos a $+30$ mV. Imediatamente após o potencial de membrana atingir valores próximos a $+30$ mV, ocorre a repolarização, que é o retorno aos valores iniciais de potencial de membrana, da ordem de -90 mV. Esta alteração na permeabilidade se dá por meio de um estímulo químico, elétrico ou mecânico, desde que seja supralimiar⁴⁹.

Faz-se importante a observação de que na eletromiografia de superfície não é possível a identificação de um único potencial de ação isoladamente, porém de uma série deles. Também é importante lembrar que um único potencial de ação deflagra o fenômeno de contração muscular em várias fibras no mesmo instante. Isso ocorre porque, para cada motoneurônio, existe um conjunto de fibras musculares e não uma única fibra isolada, como mostra a

Figura 2. Este conjunto de fibras musculares e respectivo motoneurônio defini-se por unidade motora, que é a unidade funcional do movimento⁵⁰.

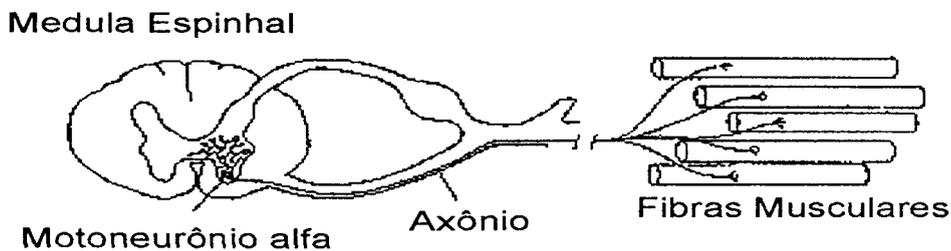


Figura 2- Elemento funcional básico do sistema neuromuscular, a unidade motora.

Inicialmente podemos assumir que as diferenças de potencial elétrico existentes nos tecidos biológicos devem-se ao fato de que todas as células vivas são cercadas por uma membrana permeável e seletiva, cuja função é, entre outras, a de separar o meio intra do extracelular, funcionando dessa forma como uma barreira à passagem de íons de um meio para outro. Considerando-se que os íons possuem cargas elétricas, pode-se explicar a existência permanente de diferenças de potencial elétrico de membrana, cuja grandeza é da ordem 70-90 mV para um axônio ou para uma fibra muscular⁴⁹.

Uma vez gerado, o potencial de ação se propagará pelo axônio até chegar à junção neuromuscular (placa motora terminal), de onde o impulso elétrico é transmitido, por via de transmissores químicos, para um conjunto de fibras musculares cuja inervação é a mesma. Quando a fibra muscular sofre a despolarização, um potencial de ação propaga-se em ambos os sentidos, causando uma onda de contração e subsequente relaxamento. Assim, um potencial de unidade motora é o resultado do somatório dos potenciais de ação das fibras musculares que compõem essa unidade. Ao se colocar eletrodos de captação entre as fibras musculares ou superficialmente a elas, pode-se captar essas diferenças de potencial elétrico decorrentes do fenômeno da contração muscular⁵¹.

Diferentemente de métodos que determinam parâmetros mecânicos do movimento, a eletromiografia indica o estímulo neural para o sistema muscular^{51, 52}. O resultado básico é o

padrão temporal dos diferentes grupos musculares sinérgicos ativos no movimento observado. O instrumento básico em eletromiografia é o eletrodo que mede a atividade elétrica do músculo.

3.4 TERAPIAS DAS DISFUNÇÕES TEMPOROMANDIBULARES

3.4.1 TERAPIAS CONVENCIONAIS

Após um adequado diagnóstico dos fatores etiológicos causadores da dor e disfunção articular, o importante é a administração de uma terapia para que os sintomas dolorosos desapareçam. Segundo Minoru Ai³³, uma vez que se chegou ao diagnóstico, mesmo que seja provisório, o tratamento pode começar. O tratamento das causas e dos sintomas é necessário, mas quando não há diagnóstico definitivo e as causas não são claras, ou se o tratamento é difícil, é possível providenciar apenas tratamento imediato para os sintomas. Segundo Wexler e McKinney⁵³, pacientes DTM que receberam tratamentos ativos manifestaram melhoras significativas dos sintomas, ao passo que pacientes não tratados reportaram pequenas ou insignificantes variações dos sintomas.

Na literatura, diversas formas de terapia são relatadas, entre elas: a terapia com uma placa oclusal ou *Splint* para uso noturno, diurno ou integral; fisioterapia, com a aplicação de exercícios musculares e também pela aplicação de calor ou ultra-som bem como eletroestimulação. Segundo Minoru Ai, a termoterapia por intermédio da irradiação infravermelha é possível para aquecer uma área que manifesta dor, mas toalhas úmidas aquecidas ou bolsas de água quente são de fato muito convenientes e fáceis de usar³³. A circulação aumenta e a dor diminui. Ainda segundo o mesmo autor, a massagem é efetiva para diminuir a tensão muscular. Medicação como analgésicos antiinflamatórios orais, relaxantes musculares e medicação para estabilizar condições psicológicas muitas vezes é utilizada, e quando há intensa dor muscular, a anestesia local pode ser administrada para a área de queixa.

3.4.2 NOVAS TERAPIAS PARA O TRATAMENTO DA DISFUNÇÃO TEMPOROMANDIBULAR

A acupuntura é uma técnica antiga originária da China, há mais de 3000 anos^{54,55,56}. Ao inserir agulhas em diferentes partes do corpo um grande número de doenças podem ser curadas ou apresentar alguma melhora nas suas condições. Até recentemente, uma grande parte dos profissionais consideravam a acupuntura como um placebo ou como um tratamento de valor limitado. Atualmente, a acupuntura é aceita como ativadora das pequenas fibras nervosas mielinizadas no músculo, mandando impulsos para a espinha dorsal e posteriormente ativando a parte média do cérebro e o hipotálamo pituitário. Além disso, tem sido demonstrado que a encefalina, beta-endorfina, dinorfina, serotonina e noradrenalina estão envolvidas no processo⁵⁵.

A principal indicação para o uso da acupuntura nos dias atuais são as doenças de dor de origem músculoesquelética e a técnica tem sido mostrada ser eficiente nestas condições. Algumas teorias sugerem que a acupuntura pode também ser usada para melhorar o sistema imunológico. Tem-se a impressão que a acupuntura é somente utilizada para o tratamento de stress, mas na realidade ela pode ser de grande valia para o uso na odontologia. Nos dias atuais, podemos encontrar técnicas adicionais à acupuntura como, por exemplo, eletroacupuntura, acupuntura na parte externa da orelha e estimulação nervosa transcutânea⁵⁷.

A acupuntura ativa as pequenas fibras nervosas mielinizadas no músculo, as quais irão posteriormente enviar impulsos para a espinha dorsal e assim ativar a parte média do cérebro e o hipotálamo pituitário. Tem sido demonstrado que a encefalina, a beta endorfina, a dinorfina, a serotonina e a noradrenalina estão envolvidas neste processo. É conhecido que a estimulação da dor irá ativar dois tipos de fibras no sistema nervoso periférico: fibras tipo A- δ e fibras tipo C que primariamente irão terminar na segunda camada do corno posterior. Partindo da segunda camada do corno posterior, a sensação de dor é transmitida via interneurônios para o córtex e neste momento iremos experimentar a sensação de dor.

Atualmente é aceito que a inserção das agulhas nos pontos de acupuntura irão criar um pequeno processo inflamatório que libera neurotransmissores como a bradicinina, histamina, etc. e subsequente estimulação das fibras tipo A- δ localizadas na pele e nos músculos. As

fibras tipo A- δ terminam na segunda camada do corno posterior e inibe a nova sensação de dor que é liberada pela encefalina. Este modelo é o mais simples dos modos de ação e é considerado o efeito de liberação de dor na maioria dos casos de acupuntura. Partindo da segunda camada do corno posterior, as fibras tipo A- δ continuam para a Quinta camada do corno posterior, atravessando para o lado oposto e sobem do trato espinotalâmico para a parte média do cérebro onde o núcleo rafemagno é estimulado. O núcleo rafemagno é o principal produtor de serotonina no cérebro e acredita-se que este tenha um importante papel no modo de ação da acupuntura. Com isso, tem sido demonstrado que a serotonina é uma pré droga para endorfina que provavelmente explica o efeito central da acupuntura. Além disso, tem-se demonstrado que a serotonina é uma pré droga para ACTH, que provavelmente leva a um aumento do cortisol, via glândula pituitária, o que é demonstrado após a acupuntura e que provoca uma melhora no sistema imunológico. Além disso, a serotonina tem um efeito direto no córtex, o que irá beneficiar a sua atuação frente os quadros de stress e de ansiedade⁵⁶.

Acredita-se que a acupuntura é favorável para o tratamento de controle da dor. Na odontologia, a acupuntura pode ser usada para tratamentos de dor na ATM, para amenizar dores pós-cirúrgicas e para tratamento de dor facial⁵⁴.

A quantidade de sessões necessárias para cada tratamento irá depender da resposta de cada indivíduo, e do tipo de problema que se queira solucionar. Em nenhum caso o efeito é imediato, apesar de muitas vezes se encontrar um alívio do quadro de dor nas primeiras sessões.

Mais recentemente encontramos na literatura referências sobre a utilização da luz laser aplicada sobre a musculatura envolvida e diretamente sobre a articulação temporomandibular^{30, 35, 41, 42, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65}.

Um dos primeiros pesquisadores a usar a terapia laser infravermelha na articulação temporomandibular foi Hansson⁶⁵, em 1989. Segundo este autor, a influência da luz laser no processo de cura de tecidos lesionados é sugerida pelas observações de que a luz vermelha monocromática polarizada ativa ou dispara a resposta celular.

De acordo com trabalhos de Simunovic⁴¹, entre vários métodos e diferentes modalidades de técnicas de aplicação da terapia laser em baixa intensidade, com luz vermelha visível de HeNe (632,8 nm) ou infravermelha (de 820-830 nm de onda contínua ou de 904 nm de emissão pulsada), a irradiação laser dos *trigger points* (TPs), em zonas miofaciais de

sensibilidade particular e de alta projeção de pontos dolorosos focais, poderia ser muito promissora.

4- LASERS EM BAIXA INTENSIDADE

Em julho de 1960, Theodore H. Maiman⁶⁶, do Hughes research Laboratories, EUA, anunciou a primeira operação com êxito de um "maser óptico", com emissão estimulada na faixa visível do espectro, $\lambda = 694$ nm, a partir da excitação de um cristal de rubi através de uma lâmpada flash fotográfica. Surgiu então o LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation-- amplificação da luz por emissão estimulada de radiação).

Os lasers em baixa intensidade foram introduzidos como modalidade terapêutica na década de 60, devido às baixas densidades de energia utilizadas e aos comprimentos de onda capazes de penetrar nos tecidos. Vários estudos foram descritos sobre os efeitos desses tipos de lasers em funções celulares, buscando entender os mecanismos de interação da luz com as células. A relação exposição-resposta ainda não foi esclarecida, e os mecanismos básicos responsáveis pelos efeitos observados no intervalo de doses terapêuticas não são completamente entendidos⁶⁷.

Com relação aos lasers em baixa intensidade, que emitem densidades de energia muito baixas para causar aumentos de temperaturas além de $0,5^{\circ}$ C no tecido alvo, seus efeitos não são atribuídos aos eventos térmicos, como descrito por Basford⁶⁸. A terapia utilizando lasers em baixa intensidade não é baseada em aquecimento, ou seja, a energia dos fótons absorvidos não será transformada em calor, mas sim, nos efeitos fotoquímicos, fotofísicos e/ou fotobiológicos nas células e nos tecidos. Quando a luz interage com as células ou o tecido, se administrada na dose adequada, certas funções celulares poderão ser estimuladas. Esse efeito é particularmente evidente se a célula em questão têm a sua função debilitada⁶⁹. Trabalhos encontrados na literatura mostram que a terapia com luz laser em baixa intensidade (LILT - Low Intensity Laser Therapy) tem efeitos mais pronunciados sobre órgãos ou tecidos enfraquecidos, tais como em pacientes que sofrem algum tipo de desordem funcional ou de injúria ao tecido⁶⁹.

Nos anos 70, relatos de estudos clínicos mais controlados foram feitos tanto em modelos animais como em humanos e avaliaram a resposta da cicatrização de feridas ao tratamento com lasers em baixa intensidade. Subsequentemente, considerável interesse apareceu sobre a

biomodelação dos tecidos e no metabolismo celular produzido pelos lasers em baixa intensidade. Muitos dos estudos recentes lidam com os efeitos dos lasers em baixa intensidade sobre o metabolismo celular, a produção de matriz extracelular, a reparação tecidual, e as funções imunológicas das células. Embora estes estudos sejam em geral cuidadosamente controlados e os parâmetros do laser bem definidos, os resultados como um todo permanecem controversos, e a eficácia da irradiação laser em baixa intensidade no contexto de certas funções biológicas permanece questionável⁷⁰.

Uma variedade de diferentes tipos de fontes de luz laser tem sido usada para liberar a energia laser em níveis baixos. Tais lasers liberam energia em diferentes comprimentos de onda, que atingem estruturas distintas, moléculas, ou ambas, com diferentes espectros de absorção dentro das células e dos tecidos. Os lasers de Hélio-Neônio (He-Ne), Arseneto de Gálio-Alumínio (Al-Ga-As) e Arseneto de Gálio (Ga-As) têm sido usados na maioria dos estudos recentes, mas a densidade de energia incidente utilizada, a dose total liberada, e o protocolo de tratamento seguido variam consideravelmente de um estudo para outro. Essa variabilidade, combinada ao fato de que células e tecidos diferentes têm sido usados como alvos da irradiação, podem explicar algumas das variáveis e até resultados controversos alcançados.

Resultados dos estudos pioneiros mostraram que a luz laser em baixa intensidade pode promover uma melhor cicatrização de feridas em humanos. Por exemplo, Mester et al.⁷¹, em 1973, constataram que a cicatrização de feridas parecia ser acelerada em seis pacientes com úlceras de pele tratadas com o laser de He-Ne. Micrografias eletrônicas dos tecidos da ferida mostraram que a estimulação da cicatrização era possível devido à ativação da produção de colágeno. Outros estudos mostraram a normalização da resposta imunológica humoral, medida pela atividade complementar sérica e pelos níveis de imunoglobulinas, como mecanismos responsáveis para a melhora da cicatrização.

Existem diferenças críticas em termos de resposta a diferentes lasers e à magnitude do efeito produzido. Por exemplo, a irradiação com Ga-As, em um estudo, demonstrou a supressão da replicação de DNA em culturas de fibroblastos de pele humana^{72, 73}. A replicação de DNA foi inibida aproximadamente em 80% após exposições em um dia a $0,3 \text{ J/cm}^2$ ⁷². Contudo, a incubação de culturas paralelas com laser de He-Ne, usando um protocolo experimental similar, não revelou nenhuma mudança na replicação de DNA.

Considerando a complexidade dos sistemas biológicos que foram objetos da irradiação laser e a variabilidade nos diferentes modelos experimentais estudados, torna-se difícil formular uma hipótese única a respeito dos mecanismos dos lasers em baixa intensidade.

A estimulação da expressão gênica do colágeno e uma alteração na síntese protéica nos níveis transcricionais ou pós-transcricionais são dois mecanismos que foram postulados⁷⁴. Esses efeitos podem ser atribuídos à modulação direta de elementos reguladores dentro das células, tais como as regiões promotoras dos genes de colágeno tipo I e tipo III, que têm sido mostradas como sendo exacerbadas após a irradiação laser^{72, 73}. Similarmente, a radiação laser pode ter um efeito direto na proliferação celular afetando a estrutura da cromatina nuclear e outros elementos que regulam a proliferação celular. Os efeitos poderiam também ser mais indiretos, como sugerido pela descoberta de um aumento na captura de ácido ascórbico após a irradiação laser, esta vitamina sendo um co-fator crítico na formação do colágeno.

A irradiação laser poderia afetar a função imunológica em diferentes níveis, incluindo alterações nos fatores circulatórios que exercem efeitos sistêmicos no nível tecidual. De outro lado, alterações na função de linfócitos residentes no local da irradiação laser poderia modular os processos de reparação de tal modo que melhorasse a cicatrização tecidual⁷⁵.

Karu⁶⁹, em 1989, propôs uma hipótese unificadora envolvendo vários eventos moleculares disparados pela irradiação laser. O tema central da sua proposta é que componentes da cadeia respiratória são os fotorreceptores primários da energia laser. A transdução do fotossinal e da amplificação ocorridos é determinada pelo estado fisiológico da célula no momento da irradiação laser. Por exemplo, se o potencial de redução nas células está baixo, a magnitude do efeito laser será mais forte do que nas células com um potencial de redução mais alto. Esta sugestão é compatível com a observação de que as células, que constitucionalmente mostram um nível baixo de produção de colágeno em cultura, são consideravelmente mais susceptíveis a uma regulação pela energia laser do que as células que produzem considerável colágeno⁷².

A mecânica da transdução do fotossinal foi proposta para envolver a absorção da energia laser por enzimas que ativam a cadeia respiratória mitocondrial. As mudanças resultantes na cadeia respiratória alteram o potencial de redução, acelerando a transferência de elétrons, que ativa o potencial elétrico da mitocôndria e aumenta a quantidade intracelular de ATP. Estes eventos podem levar a um aumento da concentração do íon hidrogênio intracelular, um componente necessário para a transmissão do sinal mitótico nas células⁶⁹. Tais eventos podem

também alterar certo fenômeno que ativa os sistemas de transporte iônico da membrana, incluindo a relação sódio/potássio e as atividades da ATPase. As mudanças no potencial de redução celular podem alterar a proliferação, a síntese macromolecular e a resposta das células às moléculas moduladoras imunológicas.

A literatura mostra que não há efeitos colaterais e contra-indicações relacionados à LILT, desde que essa terapia seja administrada corretamente. Também não há efeitos prejudiciais relacionados a tal terapia, excetuando-se a incidência do feixe, direta ou indireta, nos olhos⁷⁶.

Segundo a literatura, lasers em baixa intensidade podem produzir efeitos em outras partes do corpo, além do local onde o tecido foi irradiado. Uma possível razão para o efeito sistêmico é que as células no tecido irradiado produzem substâncias que se espalham e circulam nos vasos sanguíneos e no sistema linfático^{41,42}. Entretanto, efeitos sistêmicos associados à LILT ainda não estão claros. Há trabalhos na literatura que mostram resultados estatisticamente significantes nos grupos irradiados quando comparados ao grupo-controle, mesmo quando o controle situa-se no próprio animal ou no indivíduo tratado⁷⁷.

4.1 LASERS NO TRATAMENTO DA DISFUNÇÃO TEMPOROMANDIBULAR

Um dos primeiros pesquisadores a usar a terapia laser infravermelha na articulação temporomandibular foi Hansson⁶⁵, em 1989. Segundo este autor, a influência da luz laser no processo de cura de tecidos lesionados é sugerida pelas observações de que a luz vermelha monocromática polarizada ativa ou dispara a resposta celular. Por exemplo, a exposição à luz laser aumenta a concentração endógena de adenosina trifosfato (ATP). A quantidade de fibroblastos durante a cura de feridas experimentais em ratos mostrou-se ser influenciada pela frequência da luz infravermelha em vez da própria luz laser. A frequência de 700 Hz aumentou a atividade, em que a formação de fibroblastos em uma frequência de 1.200 Hz não mostrou diferença do grupo que não foi exposto à luz laser. Os estudos experimentais sobre cura tecidual em ratos mostraram um número aumentado de fibroblastos e uma boa vascularização no grupo de animais tratados ou expostos diariamente à luz infravermelha de 904 nm de comprimento de onda. A duração das sessões foi de 10 minutos, e a ponta do laser foi segura perpendicularmente à ferida, a uma distância de 5 mm. O autor concluiu que a luz laser não é agressiva, pois afeta apenas as células patológicas. Pela sua experiência terapêutica e pelos resultados de estudos experimentais, sugerem um papel para a terapia laser com os seus efeitos antiflogísticos, antiedematoso e estimulantes do metabolismo celular, com efeitos secundários sobre a dor. Ainda segundo este autor, já que a distinção entre a dor artrogênica e a miogênica é possível, a aplicação clínica da tecnologia laser para eliminar um processo inflamatório intra-articular deveria ser considerada.

No trabalho de Hansson, cinco pacientes com disfunção articular foram examinados por dois meses sem a percepção de melhora dos sintomas. As regiões doloridas foram expostas à luz infravermelha por três minutos durante 5 dias consecutivos. Foi utilizado um equipamento laser de 904 nm de comprimento de onda (Space laser, Italia), com potência de saída de 1,7 W, e frequência de 550/700 Hz. Como resultado o pesquisador relatou que nos casos de osteoartrose, a dor reportada pelos pacientes desapareceu nos primeiros dias do tratamento. Um aumento da capacidade de abertura de boca foi registrado (de 2 a 5 mm), e o ruído articular foi dramaticamente reduzido durante o tempo da irradiação laser. Nos casos de dor

pós-operatória, os pacientes relataram que ela começava a diminuir após as irradiações iniciais. A abertura de boca aumentou de 2 a 26 mm. A crepitação (ruído articular) reduziu em magnitude e na posição do movimento mandibular. Nos casos de deslocamento anterior do disco articular, a dor desapareceu após as primeiras sessões de aplicação. A abertura de boca aumentou cerca de 10 mm durante os 5 dias de aplicação. O efeito parece ser devido à frequência de 700 Hz da luz infravermelha utilizada. Tal frequência tem mostrado ser superior na bioestimulação. O resultado do tratamento com laser pode ser dependente da presença de uma estabilização oclusal durante o tempo do tratamento. A rápida redução da inflamação conseguida pelo laser infravermelho pode contribuir para a estabilização da oclusão e para a função muscular simétrica, que vão influenciar os processos reparativos. Uma possível sequência de tratamento para a dor craniomandibular artrogênica poderia ser:

1. *splint* oclusal reversível (placa de mordida);
2. aplicação do laser infravermelho, por cinco sessões de 3 minutos cada, com 700 Hz;
3. manutenção da estabilização mandibular (um mês);
4. estabilização permanente pelo uso de *splint* até que a reabilitação esteja completa.

Palano et al.⁷⁸, em 1985, expuseram as articulações temporomandibulares de pacientes com desordem crônica das ATMs ao tratamento laser a 900 Hz, por 10 minutos, por um período de tratamento de 6 dias. Dor, sons articulares e limitação de abertura da boca foram avaliados durante e após o tratamento. A avaliação no 15º e 30º dias após o tratamento mostrou ter ocorrido um efeito significativo no som e na limitação de abertura da boca. Concluiu-se que o tratamento com laser melhorou a função mastigatória pela redução das contrações musculares e da inflamação intra-articular.

De acordo com trabalhos de Simunovic⁴¹, entre vários métodos e diferentes modalidades de técnicas de aplicação da terapia laser em baixa intensidade, com luz vermelha visível de HeNe (632,8 nm) ou infravermelha (de 820-830 nm de onda contínua ou de 904 nm de emissão pulsada), a irradiação laser dos *trigger point* (TPs), em zonas miofaciais de sensibilidade particular e de alta projeção de pontos dolorosos focais, poderia ser muito promissora.

Diferentes tipos de *trigger points* são conhecidos: ativos ou passivos (latentes) e primários ou secundários. Todos os TPs estão associados a disfunção, mas apenas os ativos estão associados à dor. Os TPs ativos são muito dolorosos, medem 0,5 cm² de diâmetro, são nódulos duros à palpação. Podem variar na irritabilidade e podem estar associados a uma variedade de sintomas. Quando os TPs são comprimidos, se estiverem suficientemente hipersensíveis, a dor que os incorpora gera uma dor referida. De acordo este autor, o efeito analgésico do laser em baixa intensidade sobre os TPs trabalha em diferentes níveis e com diferentes mecanismos, os quais, do ponto de vista científico, não estão claramente definidos. As seguintes são algumas explicações para seu efeito:

1. O laser em baixa intensidade aumenta os níveis de β -endorfina no liquor espinal
2. Há um aumento da excreção urinária de glucocorticóide/ que é inibidor da síntese de β -endorfina.
3. Aumenta o limiar de dor mediante um mecanismo de bloqueio eletrolítico complexo das fibras nervosas. A permeabilidade da membrana das células nervosas para Na^+/K^+ diminui, causando uma hiperpolarização.
4. Aumenta a serotonina excretada na urina, que afeta negativamente a neurotransmissão.
5. O laser diminui a liberação de substâncias químicas como a bradicinina, um potente agente analgésico, que normalmente irrita os receptores dos nervos e causa dor; a histamina, um agente analgésico e antiinflamatório potente e acetilcolina, outro agente analgésico que é bloqueado por meio de um aumento na atividade da acetilcolinesterase.
6. O laser em baixa intensidade altera o balanço adrenalina/noradrenalina.
7. Ocorre um aumento na produção de ATP, que pode resultar em relaxamento muscular.
8. Aumento da microcirculação local e do suprimento de oxigênio para as células hipóxicas e para as áreas TPs. A asfixia dos tecidos é diminuída para um mínimo bem como se dá a remoção de radicais livres.
9. Há um aumento do fluxo linfático e a redução do edema.

O equipamento utilizado por Simunovic⁴¹ para seu estudo clínico foi um diodo de luz infravermelha, de 830 nm de comprimento de onda (onda contínua, AlGaAs, com uma potência de saída de 120 mW e uma área de focalização de 0,5 cm²). O sistema foi desenhado

para contato direto com a pele. A dose total inicial máxima de irradiação usada para determinar a resposta do paciente à terapia unilateral foi de 20 Joules para os casos agudos, e de 25 Joules para os casos crônicos. Para pacientes com boa tolerância, as doses de energia foram aumentadas individualmente até um máximo de 60 Joules por tratamento unilateral. O tratamento começou com cinco sessões diárias por semana e conforme a melhora observada, a frequência era diminuída para duas a três vezes por semana. O número mínimo de sessões foi de 6 e o máximo de 24, de acordo com a condição patológica específica. Nos seus resultados, em relação aos casos agudos, que representavam 25,64% da amostra, 64,52% dos pacientes atingiram 100% de alívio da dor; 14,52% atingiram de 60 a 90% de alívio e 3,22% alcançaram de 0 a 10% de alívio da dor. Já, nos casos crônicos, que representavam 74,36 % da amostra, 24,31% atingiram 100% de alívio; 35,36% alcançaram de 60 a 90% de alívio e 3,86% dos pacientes alcançaram de 0 a 10% de alívio da dor. No acompanhamento de seis meses após o tratamento, quanto aos casos agudos 14% necessitaram de um novo tratamento e dos casos crônicos, 31% precisaram de nova terapia. De acordo com parâmetros clínicos, observou-se que a rigidez diminuiu, a mobilidade foi restaurada e a dor espontânea ou induzida diminuiu ou até mesmo desapareceu durante o movimento.

Pinheiro e col.⁶², em 1997, em seu trabalho clínico, utilizaram um equipamento laser de diodo. A luz laser foi irradiada pela técnica de contato direto, na maioria dos casos, e pela técnica de varredura em outros. Os comprimentos de onda utilizados foram: 632,6 nm, 670 nm e 830 nm. Os locais de irradiação foram sobre as áreas dolorosas e nos *trigger points*. Na maioria dos casos, o tratamento deu-se em 12 sessões (duas vezes por semana). Os pacientes foram tratados com uma dose média de 2,5 J/cm².

Em outro estudo, Pinheiro e col.⁶³ constataram que o uso de dois comprimentos de onda reduz a dose total de energia aplicada. Para a dor da ATM e a nevralgia do trigêmio, as doses foram reduzidas para 2,0 e 1,8 J/cm², respectivamente. O uso da combinação é justificado pelas diferenças na absorção e na penetração de diferentes comprimentos de onda. Nesse estudo foi observado que a luz visível de 632,8 e 670 nm tem um efeito melhor nas lesões de superfície, bem como a luz de 830 nm tem um efeito melhor nas estruturas mais profundas.

Simunovic⁴², em outro estudo clínico, que tratava da utilização da terapia laser de baixa intensidade aplicada à epicondilite, usou a técnica de *trigger points*, a técnica de

varredura e uma técnica combinada (*trigger point* + varredura). Foi utilizado um equipamento laser de diodo (AlGaAs) infravermelho, de comprimento de onda de 830 nm (onda contínua) para o tratamento dos TPs, e o laser de HeNe, de 632,8 nm de comprimento de onda combinado com um laser diodo infravermelho de 904 nm de comprimento de onda, de onda pulsada para técnica de varredura. Os melhores resultados atingidos, segundo este autor, usaram a técnica combinada (TPs e varredura). Também observou-se que a sub ou superdose de irradiação pode resultar na ausência de efeitos positivos da terapia, ou mesmo em efeitos negativos inibitórios.

Reddy e colaboradores, em 1998, demonstraram que a bioestimulação laser pode conduzir a um aumento na produção de colágeno na regeneração do tendão de Aquiles em coelhos⁷⁶.

Alguns artigos relatam que a irradiação do laser de Ga-As foi efetiva no tratamento, em humanos, de tendinite do ombro, na dor osteoarticular e no tratamento de epicondilite⁷⁹.

No trabalho de Parizotto et al.⁸⁰, em 2000, estudou-se o efeito da radiação laser de He-Ne, aplicada diariamente com doses de energia de 7 J/cm^2 , na morfologia da cartilagem articular de porcos guinea com artrite crônica induzida. A superfície da cartilagem dos animais não irradiados mostrou forte inflamação e destruição de superfície. Ainda foram observados interrupção de fibras de colágeno, destacamento tecidual, acentuada rugosidade, alta aderência de células a fibras colágenas e um alto número de leucócitos. Comparativamente, as cartilagens irradiadas apresentaram superfícies planas com um alto número de furos, porém sem destacamento de tecidos e a ausência quase completa de leucócitos. Também, em algumas áreas da cartilagem irradiada, a integridade da superfície articular foi mantida.

A irradiação laser de HeNe apresenta uma penetração em profundidade de poucos milímetros, ao passo que comprimentos de onda mais longos da radiação infravermelha podem penetrar muito mais milímetros⁷⁹. Por isso tem-se sugerido que os lasers de HeNe são mais efetivos em lesões superficiais, e os lasers infravermelhos mais efetivos para condições mais profundas. Embora fosse de esperar que o laser infravermelho demonstrasse ser mais efetivo na regeneração de músculos esqueléticos injuriados de ratos, comparado à ação do laser de HeNe, Parizzotto et al.⁷⁹ não obtiveram tal confirmação em seus estudos laboratoriais. O laser de HeNe, com dose de energia de $2,6 \text{ J/cm}^2$, promoveu aumento significativo na densidade mitocondrial e também na área de fibras musculares, ao passo que o laser de GaAs,

usando doses de energia de 3 e 10 J/cm², não foi eficiente para promover mudanças morfológicas significativas nas fibras musculares esqueléticas regeneradas dos ratos. Esses resultados indicaram que, apesar do consenso geral de que os lasers infravermelhos são mais eficientes no tratamento de estruturas mais profundas do que os lasers vermelhos, a irradiação com laser de HeNe foi mais efetiva do que a de GaAs para promover a regeneração de músculo esquelético em ratos⁷⁹.

Os estudos de Bradley et al.⁸¹ mostraram a penetração da radiação próxima ao infravermelho no tecido oral (língua de porco), usando o comprimento de onda de 820 nm do Arseneto-Gálio-Alumínio. Demonstrou-se uma penetração de mais de 3 cm de profundidade para o caso da emissão com potência de saída de 120 mW. Houve uma queda exponencial de energia com a máxima redução ocorrendo no 1º cm de tecido e, então, um efeito de platô foi constatado. Quanto maior a potência de saída da ponta, mais alta era a densidade de potência observada em uma profundidade particular. Ainda nesses estudos foi demonstrado, pelo uso de uma câmera CCD, que a atenuação nos tecidos duros é quatro vezes maior do que nos tecidos moles (proporção 4:1). Uma potência de saída de 300 mW mostrou densidade de potência medida a 1 cm no tecido mole, e no tecido duro, na proporção de aproximadamente 4:1. Os autores concluíram que a radiação de 820 nm penetra em adequadas profundidades para a terapia, tanto em tecidos moles como em tecidos duros, na região maxilofacial. Deve-se dar atenção ao fato da grande atenuação dos tecidos calcificados, quando tratadas as condições envolvendo ossos e dentes. E as mais altas densidades de potência são observadas na profundidade de 1 a 1,5 cm, podendo ser consideradas zonas de supressão para as fibras nervosas de dor tipo C. Além de 1 cm, menores densidades de potência são observadas, podendo ser consideradas zona excitatória, capaz de reenergizar enzimas despotencializadas e encorajar o processo de reparação tecidual.

Em outro estudo Bradley et al.⁸¹ investigaram a resposta imediata vascular na região facial diante de quatro diferentes modalidades de LILT (660 nm, 820 nm, 1060 nm e 10600 nm), usando a termografia para investigar a temperatura superficial da pele, o exame por laser *doppler* para avaliar o fluxo de microcirculação e um exame com ultra-som *doppler* para imagem do status arterial (calibre e fluxo). Os resultados mostraram que os comprimentos de onda convencionais de 820 nm e 660 nm, em densidades de energia menores do que 100 joules/cm², produziam pouco efeito de aquecimento da superfície observado pela termografia,

todavia não tinham efeito no fluxo microcirculatório medido pelo laser *doppler*. Os comprimentos de onda 1060 nm e 10600 nm, defocados, em densidades de energia acima de 150 joules/ cm², produziram um maior aquecimento de superfície e foram capazes de aumentar o fluxo microcirculatório que, no caso do comprimento de onda de 10600 nm, durou 30 minutos. Os efeitos microcirculatórios parecem ser devidos ao aquecimento local. De fato, ao se aumentar a densidade de energia, para o comprimento de onda de 820 nm, para valores maiores do que os usados normalmente em regimes clínicos convencionais, um aumento do fluxo microcirculatório pôde também ser observado. Nenhuma alteração do calibre arterial ou do fluxo foi notada na artéria facial, para todas as modalidades.

Bradley et al.⁸¹ relataram, no ano de 2000, que o uso da LILT na clínica para tratamentos da região maxilofacial aumentara significativamente nos últimos oito anos. Aproximadamente 500 pacientes tinham sido submetidos a esse tipo de terapia, permitindo uma avaliação considerável do método nessa região. Em uma avaliação de cem casos consecutivos tratados no seu departamento, envolvendo a face ou a boca, ou ambas, a maioria dos tratamentos foi realizada utilizando-se um equipamento de 820 nm com uma potência de saída de 60 mW, entregando uma energia de 4 Joules por ponto (aproximadamente 20 Joules/cm²), usando onda contínua. Concluiu-se 33% dos casos tiveram uma resposta excelente, 26% com boa resposta, e 17 %, uma resposta razoável, totalizando uma resposta geral favorável em 76 % dos casos. Houve uma resposta nula em 5% dos casos. Após a avaliação dos cem casos iniciais, Bradley reporta que existe uma tendência de se usar energias mais altas e potências de saída mais altas para condições de dor na região maxilofacial. Para casos crônicos, pode ser necessário um número de seis a oito sessões, embora uma resposta menor já possa ser observada após as três primeiras sessões. Para dores severas, é comum se tratar duas a três vezes na primeira semana, e depois uma vez por semana, assim que uma resposta começa a ser observada. Contudo, não é indicado o tratamento de trigger points na nevralgia do trigêmio mais do que uma vez por semana, pois pode ocorrer uma exacerbação da dor temporariamente. Para Bradley, a terapia LILT está comprovada como um tratamento inicial, para os casos de disfunção temporomandibular, entretanto é mais efetiva se a condição não está presente há mais de oito semanas. Tem sido comprovada sua eficiência em casos de mais de dois anos de disfunção instalada, nos quais outros tipos de terapia foram tentadas. Um equipamento que consiga trabalhar com uma alta potência de saída (300 mW) e alta dose (20

joules por ponto, 100 Joules/cm²) é o protocolo efetivo segundo o autor. Três pontos da articulação devem ser tratados:

- aspecto posterior da articulação, com a boca aberta, para tratar os ramos posteriores articulares do nervo auriculotemporal.
- Uma área anterior ao côndilo, com a boca fechada, que fornece ao paciente um pequeno repouso após a aplicação no primeiro ponto. Esta é a área de inserção do músculo pterigoideo lateral no côndilo e no menisco articular. É também a região do nervo masseter na qual atravessa a fossa glenóide. (Gekan, ponto de acupuntura)
- A interface da articulação com a boca aberta.

Os *trigger points* dos músculos mastigatórios, particularmente do temporal, do masseter, do pterigoideo medial, do ramo posterior do digástrico, do esternocleidomastoideo e ocasionalmente do trapézio, também devem ser tratados. Uma resposta é normalmente observada após três sessões de terapia. Se uma melhora não é constatada após esse período inicial, deve-se suspeitar de fatores agravantes, particularmente a parafunção na forma de bruxismo noturno ou a degeneração interna da articulação manifestada como um travamento persistente. Se a parafunção é um fator importante, a terapia com *splint* oclusal deve ser instituída e uma medicação relaxante/hipnótica na forma de Nitrazepam (10 mg por dez dias) é prescrita como a tentativa de romper com o hábito. No caso de degeneração interna da articulação, a artrocentese é feita sob anestesia local. A articulação é lavada com solução salina fisiológica para a remoção de substâncias nocivas que podem estar afetando as propriedades de deslize da sinóvia, bem como é infiltrado 1 ml (40 mg) de esteróide na cavidade (preparação de Methyl-Prednisolona, Depo Medrone).

5-MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 SUJEITOS DA PESQUISA

Fizeram parte da população de estudo*, onze indivíduos que apresentavam dor na região da articulação temporomandibular e/ou dos músculos mastigatórios (masseter e temporal anterior) os quais procuraram os serviços da clínica da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo ou da clínica particular do autor. Foram selecionados indivíduos de ambos os sexos, com idade entre 18 e 45 anos, com ou sem histórico de tratamento pregresso específico para a articulação. Os indivíduos leram bem como foram esclarecidos quanto aos procedimentos do estudo para o qual estavam sendo selecionados, e assinaram uma declaração de consentimento. Os pacientes comprometeram-se a comparecer ao LELO (FOUSP) três vezes em uma semana, e duas vezes na segunda semana, para que a terapia fosse realizada, assim como a pesquisa em questão.

Antes do início do tratamento, primeiro dia, o paciente respondeu a um questionário(**anexo 2**) referente às queixas principais do paciente. Trata-se de uma ficha de anamnese direcionada para problemas articulares.

Antes e após cada sessão de terapia laser, o tratamento foi avaliado por meio de um questionário (**anexo 3**).

* Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do IPEN (anexo 1).

5.2 TRATAMENTO

Os pacientes foram avaliados eletromiograficamente antes e 15 minutos após a primeira e a quinta e última irradiação com laser em baixa intensidade. É importante salientar que os eletrodos de superfície não são removidos do local para a irradiação laser, de modo que uma comparação direta pôde ser feita dentro de cada dia, com respeito aos sinais elétricos captados pelo eletromiógrafo. Ao todo foram cinco irradiações laser, três irradiações com intervalos de 48 horas durante a primeira semana, e duas com intervalos de 48 horas durante a segunda semana.

As irradiações laser se deram sobre a musculatura temporal anterior e o masseter (no lado da face em que o paciente apresentava maior queixa), irradiando-se os três pontos do músculo temporal anterior e dois pontos no músculo masseter (**Figura 3**). Ainda foram feitas irradiações sobre a ATM, em três pontos distintos, sobre o côndilo (com a boca aberta), atrás do côndilo (com a boca aberta) e afrente do côndilo da mandíbula, objetivando atingir: a interface da articulação; os ramos posteriores articulares do nervo auriculotemporal; e o nervo zigomático na face. O Paciente utilizou um óculos de proteção específico, assim como os operadores que estiveram presentes na sala (**Figura 4**).

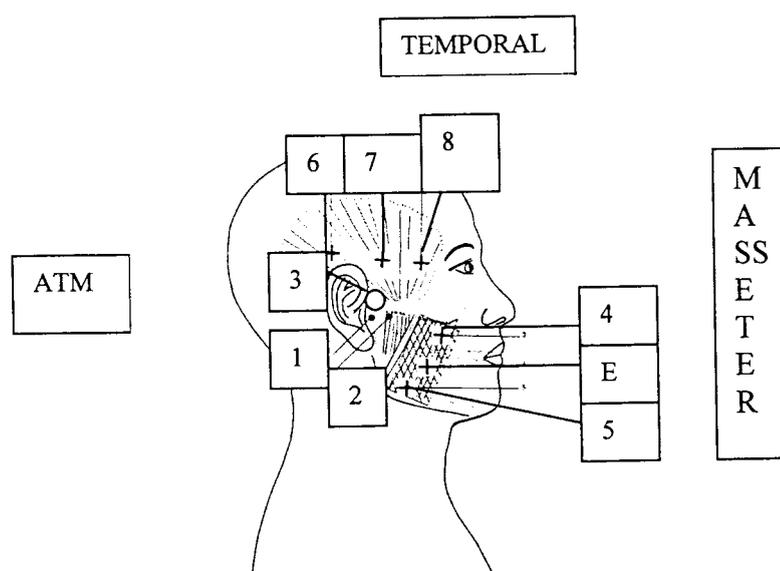


Figura 3- Pontos de irradiação laser



Figura 4- Óculos de proteção

O paciente recebeu o tratamento em um lado da face, no lado da queixa principal (lado que apresentou maior sintomatologia dolorosa), mas o paciente não tinha conhecimento de qual lado da face era irradiado e qual lado era controle. Isso foi conseguido pois embora o equipamento emita um sinal sonoro (*Beep*) durante todo o período de irradiação, no lado placebo uma ponta metálica de mesmo calibre que a ponta do *laser*, entrava em contato com a pele, e o *laser* era acionado em outra direção, mas também emitindo o sinal sonoro.

A potência real de saída da ponta foi verificada por um medidor de potência modelo POW-105 (Lasotronic, Suíça) antes de toda irradiação, inclusive avaliando-se a necessidade de troca de bateria, quando a potência se mostrou menor do que a desejada (**Figura 6**). O equipamento *laser* de AlGaAs modelo Med-700 Lasotronic (Suíça) emite luz infravermelha com comprimento de onda de 810 nm, em 5 diferentes patamares de potência de saída (**Figura 5**). O equipamento emite potências de 60 mW até uma potência máxima de saída de 300 mW. O sistema de entrega de feixe é por contato direto com a pele, e apresenta uma área de região de focalização de 0,20 cm².

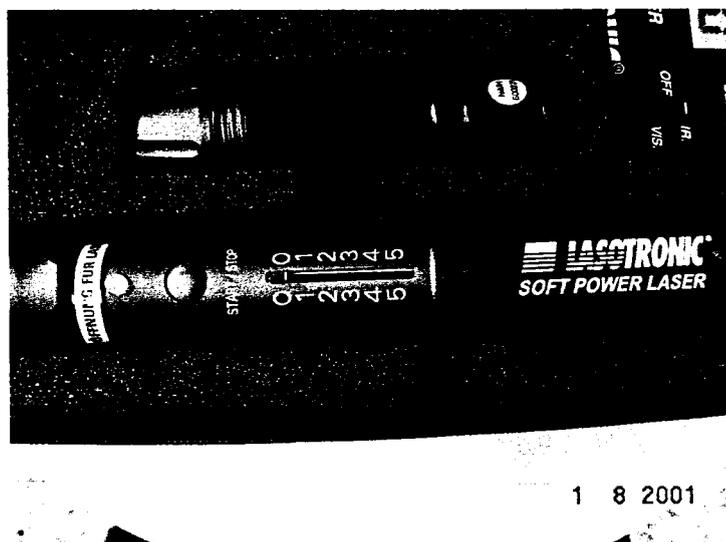


Figura 5- Equipamento laser de diodo, $\lambda = 810 \text{ nm}$. A graduação de 0 a 5 indica potências de saída de 60 mW a 300 mW, com incrementos de 60 mW.

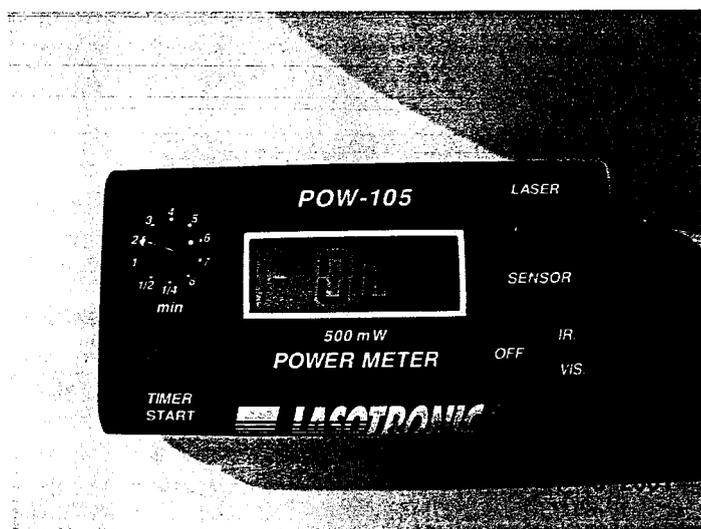


Figura 6- Medidor de potência modelo POW-105 (Lasotronic-Suíça)

A potência de saída utilizada para a ATM foi de 150 mW, para o músculo masseter foi de 100 mW e para o músculo temporal anterior foi de 50 mW, durante 30 segundos em cada ponto. A irradiação foi por contato direto com a pele em área de focalização de 0,20 cm² por ponto de irradiação, sendo assim, a densidade de energia (fluência) resultante é dada por:

$$\text{fluência } d \text{ (J/cm}^2\text{)} = \frac{P \text{ (W)} \times t \text{ (s)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} \quad \text{Equação 1}$$

Substituindo-se os parâmetros utilizados resulta em:

Para a ATM:

$$\text{fluência } d = \frac{0,15 \text{ W} \times 30 \text{ s}}{0,2 \text{ cm}^2} = 22,5 \text{ J/cm}^2 \quad \text{Equação 2}$$

Para o masseter:

$$\text{fluência } d = \frac{0,10 \text{ W} \times 30 \text{ s}}{0,2 \text{ cm}^2} = 15 \text{ J/cm}^2 \quad \text{Equação 3}$$

Para o temporal:

$$\text{fluência } d = \frac{0,05 \text{ W} \times 30 \text{ s}}{0,2 \text{ cm}^2} = 7,5 \text{ J/cm}^2 \quad \text{Equação 4}$$

A potência de saída utilizada foi de 150 mW durante 30 segundos em cada um dos três pontos da articulação, e a densidade de energia correspondente foi de 22,5 J/cm² por ponto. Sobre o músculo masseter a potência de saída utilizada foi 100 mW durante 30 segundos em cada um dos dois pontos e a densidade de energia correspondente foi de 15 J/cm². Já sobre o

músculo temporal anterior, em três pontos distintos, foi utilizada uma potência de saída de 50 mW durante 30 segundos, com a densidade de energia correspondente de 7,5 J/cm² por ponto. Essa diferença de densidade de energia, sendo que a maior densidade de energia foi aplicada sobre a articulação e a menor sobre a musculatura temporal anterior é recomendada na literatura por Pontinen⁶⁴.

5.3 PROTOCOLO DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Para avaliar os efeitos da terapia *laser* medimos a atividade elétrica muscular, a abertura máxima bucal e a intensidade de dor referida, antes e após cada sessão de irradiação. O avaliador usou um questionário antes e após cada irradiação laser (**anexo 3**), para registro destas informações.

Foram investigados os músculos masseter e temporal anterior, bilateralmente, através de eletromiografia de superfície (**Figura 7**). A abertura máxima bucal, medida pela distância entre os dentes incisivos centrais inferiores e superiores, foi adquirida por meio de um paquímetro digital (Eletronic digital Caliper-China) (**Figura 8**). Para medir a intensidade da dor, foi utilizada a escala de dor empregada no LELO (Laboratório Experimental de Laser em Odontologia- FOU SP), que gradua os níveis de dor de 0 a 3, sendo que 0 significa ausência de dor, 1 significa dor suave, 2 significa dor moderada e 3 significa dor severa.



Figura 7- Eletrodos em posição

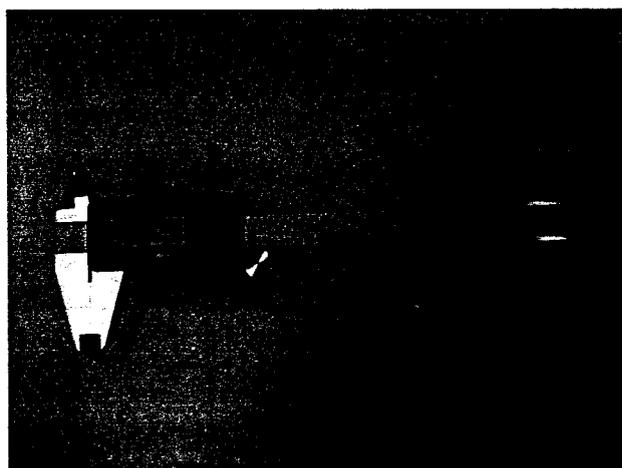


Figura 8- Paquímetro Digital

5.3.1 ELETROMIOGRAFIA

Foram utilizados eletrodos de superfície, passivos, bipolares e diferenciais (Noraxon Dual Electrodes, produtos nº 272 e 270-EUA). O eletromiógrafo apresenta razão de modo comum de rejeição superior a 80 dB; valor descrito na literatura como mínimo aceito para a eletromiografia de superfície⁵¹. Antes de passar pelo conversor analógico/digital, o sinal é amplificado 1000 vezes por um amplificador conectado ao eletrodo através de um cabo de 100 cm. O sistema completo de eletromiografia Telemetry (Noraxon, EUA) (Figura 9) utilizou o programa MyoResearch 2.02 (Noraxon, EUA).

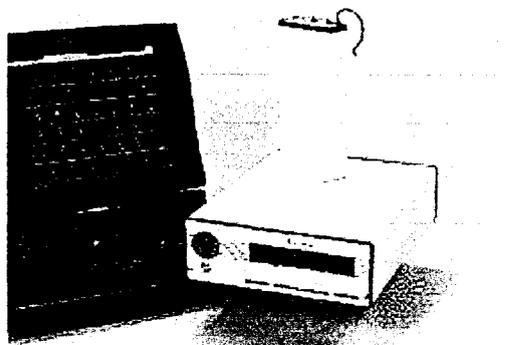


Figura 9-Eletromiógrafo da Noraxon -EUA

5.3.2 COLOCAÇÃO DOS ELETRODOS

Os eletrodos de superfície foram colocados sobre o ponto motor de cada músculo estudado. Uma vez que ponto motor é definido como sendo o local onde o nervo periférico penetra no músculo, este passa a ser o local de mais fácil captação e concentração de sinais elétricos⁸².

Devido à grande impedância dos eletrodos utilizados ($10^{12} \Omega$), não há a necessidade de outros procedimentos de preparo da pele além da limpeza do local feita pela utilização de uma gaze embebida em álcool.

Os eletrodos de superfície foram posicionados sobre os ventres dos músculos investigados: masseter direito, masseter esquerdo, temporal anterior direito e temporal anterior esquerdo.

5.3.3 COLETA DE SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS

Uma vez captado, o sinal é filtrado analogicamente e digitalizado por meio de um conversor analógico/digital de 12 bits.

Os sinais eletromiográficos foram coletados antes de cada irradiação laser e 15 minutos após a terapia ter sido executada, no primeiro dia de terapia e no último. Três tarefas foram realizadas: 1) repouso; 2) apertamento de uma placa de silicone (mordida progressiva); e 3) mordida da placa com o máximo de força ao longo do *beep* (máxima contração voluntária/MCV). Na segunda tarefa o paciente foi instruído para começar a apertar a placa de silicone ao soar do *beep*, e parar de apertá-la quando o maior número de dentes tivesse entrado em contato. Esse exercício foi repetido por três vezes, com um intervalo de repouso de 3 segundos. Na tarefa de mordida máxima (contração voluntária máxima), o paciente foi orientado para apertar com a maior força possível, desde o início do *beep* até o final deste; em seguida era feito um repouso de 3 segundos, e a mordida realizada novamente por mais 4

segundos, mais duas vezes, perfazendo um total de três mordidas. Os sinais obtidos foram tratados e uma média dos sinais das três mordidas foi conseguida.

Nas tarefas de mordida, uma placa de silicone, de 1,0 mm de espessura, utilizada para confeccionar placa de clareamento (Placa SOFT 040/Bordente/Brasil), foi adaptada à arcada de cada paciente. Essa placa foi recortada de modo a ficar confortável para o paciente mantê-la na boca durante a tarefa desejada. Cada placa de cada paciente foi higienizada, após o uso, com uma solução de álcool 70 e armazenada em um saco plástico individual, com o nome do paciente, para que a mesma pudesse ser utilizada no último exame.

Os valores (sinais) eletromiográficos das tarefas repouso e mordida progressiva foram normalizados em relação às tarefas de contração voluntária máxima da seguinte forma: os valores das tarefas de repouso 1 e de mordida progressiva 1 foram normalizados em relação à máxima contração voluntária 1 (MCV1); os valores das tarefas de repouso 2 e de mordida progressiva 2 foram normalizados em relação à máxima contração voluntária 2 (MCV2); os valores das tarefas de repouso 3 e de mordida progressiva 3 foram normalizados em relação à máxima contração voluntária 3 (MCV3); e, finalmente as tarefas de repouso 4 e de mordida progressiva 4 foram normalizadas em relação à máxima contração voluntária 4 (MCV4).

O programa MyoResearch (Noraxon/EUA) permite este tipo de tratamento de normalização dos sinais eletromiográficos. A normalização dos sinais visa minimizar as diferenças dos resultados eletromiográficos causadas pelo posicionamento distinto dos eletrodos de superfície em diferentes dias, já que não podemos afirmar com segurança que fomos capazes de recolocar os eletrodos exatamente nas mesmas posições. Pela normalização, o programa compara a eficiência da tarefa realizada em relação à tarefa de máxima contração voluntária, do mesmo dia, e fornece em termos percentuais o comportamento dessa atividade. Portanto, poderíamos fazer comparações das diferentes atividades em dias distintos, embora a comparação no mesmo dia seja mais segura.

Para o presente estudo, a comparação entre a qualidade do sinal emitido pelos músculos, antes e após a terapia laser, no primeiro dia e no último dia, foi o ponto principal a ser observado. A mensuração da condição de repouso é interessante de modo a comparar a atividade muscular dos músculos em repouso, antes e após a irradiação laser, bem como compará-la com a atividade muscular realizada no momento da tarefa mordida.

5.4 ABERTURA MÁXIMA BUCAL

Foi considerada a média de três medidas da distância entre os dentes incisivos superiores e inferiores, obtida por meio de um paquímetro, manuseado pelo mesmo experimentador. A posição do paciente foi padronizada em todas as coletas, com o encosto da cadeira odontológica posicionado a 45 graus. As médias das medidas foram anotadas no questionário de cada paciente (**anexo 3**).

5.5 MENSURAÇÃO DA DOR

O grau de dor referido pelo paciente, antes e após cada irradiação laser em baixa intensidade foi aferido e registrado no questionário de cada paciente (**anexo 3**), e classificado dentro dos seguintes padrões (Protocolo do LELO/FOUSP):

- Grau 0 = ausência de dor
- Grau 1 = dor suave
- Grau 2 = dor moderada
- Grau 3 = dor severa

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a totalidade dos dados para medida de abertura de boca, em todos os tempos de tratamento para os 11 pacientes.

Tabela 1 – Abertura de boca (mm), apresentando três valores de medidas obtidos e as médias entre parênteses.

P	1º DIA	1º DIA PÓS LASER	2º DIA	2º DIA PÓS LASER	3º DIA	3º DIA PÓS LASER	4º DIA	4º DIA PÓS LASER	5º DIA	5º DIA PÓS LASER
1	44,30/45,12/ 46,40 (45,27)	43,75/42,67/ 43,83 (43,41)	41,90/43,57/ 44,47 (43,37)	41,96/43,77/ 46,86 (44,19)	40,86/44,21/ 48,30 (44,45)	44,21/45,40/ 48,51 (46,04)	44,71/48,96/ 49,81 (47,83)	46,18/49,10/ 50,20 (48,49)	47,93/48,76/ 48,81 (48,50)	48,05/48,65/ 50,95 (49,22)
2	33,64/31,61/ 29,58 (31,61)	29,19/31,60/ 31,00 (30,59)	34,42/31,53/ 34,45 (33,46)	32,18/30,56/ 32,43 (31,72)	30,62/32,39/ 33,17 (32,06)	30,29/34,60/ 34,90 (33,26)	29,34/30,19/ 33,47 (31,00)	32,62/30,31/ 31,57 (31,50)	34,62/34,72/ 36,37 (35,24)	36,52/39,72/ 40,04 (38,76)
3	54,83/58,10/ 59,01 (57,31)	58,96/60,66/ 58,88 (59,50)	53,80/54,30/ 55,20 (54,43)	52,18/54,57/ 56,00 (54,25)	56,77/57,10/ 55,72 (56,53)	52,47/53,30/ 58,67 (54,81)	55,92/56,72/ 58,00 (56,88)	53,72/57,74/ 59,60 (57,02)	55,19/60,22/ 59,74 (58,38)	57,71/59,43/ 57,95 (58,36)
4	42,70/43,63/ 44,07 (43,46)	43,77/43,78/ 48,40 (45,32)	43,51/44,72/ 47,82 (45,35)	42,28/41,37/ 47,31 (43,65)	44,96/46,68/ 45,77 (45,80)	45,51/44,98/ 46,98 (45,76)	44,50/41,88/ 44,93 (43,77)	44,55/46,19/ 46,33 (45,69)	42,51/47,65/ 49,18 (46,45)	43,56/49,22/ 48,41 (47,06)
5	43,96/45,52/ 46,83 (45,40)	44,41/44,67/ 46,05 (45,04)	43,40/47,15/ 47,98 (46,17)	44,78/47,60/ 48,82 (47,06)	48,64/49,87/ 50,03 (49,51)	48,29/50,22/ 52,15 (50,22)	48,47/49,78/ 51,03 (49,76)	48,28/49,95/ 52,02 (50,08)	47,05/49,83/ 50,53 (49,14)	50,79/51,38/ 54,05 (52,07)
6	43,27/45,58/ 44,52 (44,46)	43,21/46,96/ 47,26 (45,81)	42,50/45,95/ 47,18 (45,21)	42,63/46,76/ 47,11 (45,50)	46,16/48,13/ 48,22 (47,50)	46,67/47,62/ 47,92 (47,40)	44,30/45,45/ 46,05 (45,27)	43,35/39,08/ 43,84 (42,09)	41,44/46,54/ 47,28 (45,09)	45,20/46,98/ 47,24 (46,47)
7	53,50/54,26/ 56,93 (54,90)	53,31/57,08/ 57,77 (56,05)	52,36/54,25/ 55,72 (54,11)	53,57/56,38/ 56,83 (55,59)	51,44/56,11/ 56,57 (54,71)	54,80/57,14/ 55,88 (55,94)	52,38/53,33/ 55,65 (53,79)	51,11/54,28/ 55,20 (53,53)	55,94/55,78/ 57,37 (56,36)	57,71/58,67/ 58,85 (58,41)
8	35,25/34,71/ 35,29 (35,08)	33,77/35,05/ 35,40 (34,74)	31,36/32,21/ 34,05 (32,54)	34,47/35,20/ 34,93 (34,87)	30,40/31,70/ 33,03 (31,71)	31,90/35,30/ 36,51 (34,57)	33,80/33,89/ 33,69 (33,69)	33,80/36,38/ 36,64 (35,61)	34,92/36,06/ 35,24 (35,41)	34,59/35,76/ 35,66 (35,34)
9	47,97/46,26/ 47,05 (47,09)	48,02/48,24/ 48,34 (48,20)	48,03/50,77/ 49,98 (49,59)	49,05/48,42/ 49,33 (48,93)	47,04/45,90/ 48,83 (47,26)	47,72/48,04/ 48,34 (48,03)	45,86/49,92/ 50,51 (48,76)	51,65/51,07/ 50,88 (51,20)	50,85/51,15/ 50,87 (50,96)	51,88/50,85/ 51,59 (51,44)
10	42,57/44,83/ 44,79 (44,06)	40,95/42,01/ 42,09 (41,68)	38,00/40,17/ 44,07 (40,75)	43,79/44,20/ 44,73 (44,24)	40,67/41,39/ 43,35 (41,80)	42,63/40,58/ 42,74 (41,98)	41,70/42,07/ 43,72 (42,50)	41,31/43,34/ 45,97 (43,54)	44,72/45,09/ 45,96 (45,26)	46,30/47,98/ 48,54 (47,61)
11	47,59/47,13/ 47,30 (47,34)	47,28/47,45/ 48,05 (47,59)	45,69/46,73/ 47,65 (46,69)	47,54/47,04/ 58,75 (47,78)	45,79/47,77/ 47,79 (47,12)	46,85/47,25/ 48,05 (47,38)	45,58/47,14/ 48,06 (46,93)	48,12/48,24/ 48,89 (48,42)	46,21/47,06/ 47,56 (46,94)	47,47/47,65/ 48,62 (47,91)

A **Tabela 2** indica os valores de dor referidos segundo a avaliação de cada paciente em todos os tempos de acordo com os critérios de escala visual de dor já descrita.

Tabela 2- Graus de dor

P	Q u e i x a	1º DIA		1º DIA PÓS LASER		2º DIA		2º DIA PÓS LASER		3º DIA		3º DIA PÓS LASER		4º DIA		4º DIA PÓS LASER		5º DIA		5		
		L	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
1	E	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
2	E	3	3	3	3	0	1	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2	0	1	0	1	1
3	D	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
4	D	2	1	1	1	2	1	1	0	2	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
5	E	0	2	0	1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0
6	D	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1
7	E	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	1	2	1	1	1
8	D	2	0	2	0	1	0	1	0	2	1	2	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0
9	D	2	0	2	0	2	0	1	0	1	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0
10	D	2	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
11	E	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0

Na Tabela 3 são mostrados os sinais eletromiográficos para os grupos musculares masseter e temporal durante a tarefa de máxima contração voluntária 1 (1ª coluna) e máxima contração voluntária 2 (2ª coluna), antes e após a irradiação laser no primeiro dia de terapia; e na terceira coluna são mostradas as diferenças percentuais, em azul, quanto à existência de uma melhora dos sinais, e em vermelho, quanto à constatação de uma piora dos sinais eletromiográficos.

Tabela 3-Sinais eletromiográficos para os grupos musculares masseter e temporal durante as tarefas de máxima contração voluntária 1 e 2 (Mcv 1 e Mcv 2) e diferença percentual entre ambas, para todos os pacientes, no primeiro dia de terapia.

PAC.	MASSETER T			MASSETER NT			TEMPORAL T			TEMPORAL NT		
	(μV)		%	(μV)		%	(μV)		%	(μV)		%
	Mcv1	Mcv2		Mcv1	Mcv2		Mcv1	Mcv2		Mcv1	Mcv2	
1	294,1	329,3	10,7	379,2	351,2	-7,4	558,0	491,4	-11,9	335,7	329,3	-1,9
2	632,7	588,4	-7,0	537,6	454,9	-15,4	672,3	484,5	-27,9	406,8	368,2	-9,5
3	208,6	173,6	-16,8	197,7	177,3	-10,3	226,8	254,5	10,9	190,1	170,4	-10,4
4	163,0	167,7	2,8	141,1	162,1	12,9	208,8	240,6	13,2	136,5	148,8	8,3
5	240,2	223,8	-6,9	206,9	204,9	-1,0	159,5	162,6	1,9	257,0	246,9	-3,9
6	252,8	243,3	-3,8	268,1	292,6	8,4	152,9	163,9	6,7	185,7	227,1	18,2
7	126,1	119,7	-5,1	107,0	105,2	-1,6	187,5	153,4	-18,2	174,3	173,6	-0,4
8	359,1	458,6	21,7	235,2	272,4	13,6	266,6	301,6	11,6	287,0	314,9	8,9
9	270,3	240,2	-11,1	275,2	291,2	5,5	322,2	223,8	-30,5	130,0	164,3	20,9
10	477,1	617,0	22,7	157,4	195,4	19,4	134,1	158,5	15,4	410,5	510,1	19,5
11	200,9	208,0	3,4	206,2	191,1	-7,3	152,0	126,3	-16,9	104,1	110,5	5,8

Na **Tabela 4** são apresentados os sinais eletromiográficos para os grupos musculares masseter e temporal durante a tarefa de máxima contração voluntária 3 (1ª coluna) e de máxima contração voluntária 4 (2ª coluna), antes e após a irradiação laser no último dia da terapia; e na terceira coluna são mostradas as diferenças percentuais, em azul, quanto à existência de uma melhora dos sinais, e em vermelho, quanto à constatação de uma piora dos sinais eletromiográficos.

Tabela 4- Sinais eletromiográficos para os grupos musculares masseter e temporal durante as tarefas de máxima contração voluntária 3 e 4 (MCV 3 e MCV 4) e a diferença percentual entre ambas, para todos os pacientes, no último dia de terapia.

PAC.	MASSETER T			MASSETER NT			TEMPORAL T			TEMPORAL NT		
	(μV)		%	(μV)		%	(μV)		%	(μV)		%
	Mcv1	Mcv2		Mcv1	Mcv2		Mcv1	Mcv2		Mcv1	Mcv2	
1	346,4	321,2	-7,3	308,9	311,7	0,9	403,3	392,8	-2,6	379,5	416,6	8,9
2	408,2	520,1	21,5	365,7	413,7	11,6	327,0	305,2	-6,6	224,9	312,3	28,0
3	307,8	303,7	-1,4	148,4	116,2	-21,7	239,1	260,6	8,2	220,8	175,8	-20,4
4	188,5	177,7	-5,8	117,9	122,8	4,0	290,7	286,9	-1,3	209,5	205,1	-2,1
5	294,6	302,6	2,6	321,3	308,8	-3,9	203,5	218,3	6,8	230,1	244,0	5,7
6	467,9	468,3	0,1	258,1	257,2	-0,3	232,9	207,6	-10,9	246,7	219,6	-11,0
7	96,5	117,1	17,6	120,8	131,8	8,4	127,0	183,1	30,7	51,1	88,1	42,0
8	404,3	336,6	-16,8	316,2	246,8	-21,9	299,3	257,0	-14,1	242,9	254,4	4,6
9	341,7	321,2	-6,0	186,3	173,6	-6,8	93,1	105,8	12,1	157,8	137,1	-13,1
10	596,9	607,7	1,8	397,5	492,5	19,3	382,3	350,9	-8,2	451,7	430,3	-4,8
11	267,9	387,3	30,8	271,5	374,8	27,6	158,8	208,9	24,0	175,4	168,4	-4,0

Na **Tabela 5** são apresentados os sinais eletromiográficos para os grupos musculares masseter e temporal durante a tarefa de mordida progressiva 1 (1ª coluna) e de mordida progressiva 2 (2ª coluna), antes e após a irradiação laser no primeiro dia da terapia; e na terceira coluna são mostradas as diferenças percentuais, em azul, quanto à existência de uma melhora dos sinais, e em vermelho, quanto à constatação de uma piora dos sinais eletromiográficos. Os valores de mordida progressiva 1 foram normalizados em relação à máxima contração voluntária 1 (MCV1) e os valores de mordida progressiva 2 foram normalizados em relação à máxima contração voluntária 2 (MCV2).

Tabela 5- Valores eletromiográficos normalizados para Mordida Progressiva 1 e Mordida Progressiva 2 e a diferença percentual (normalização em relação à MCV1 e à MCV2)

PAC.	MASSETER T (%)			MASSETER NT (%)			TEMPORAL T (%)			TEMPORAL NT (%)		
	Mp1	Mp2		Mp1	Mp2		Mp1	Mp2		Mp1	Mp2	
1	13,3	15,9	15,9	15,1	16,0	5,6	17,0	15,6	-8,4	13,9	14,5	4,4
2	8,2	9,9	17,3	6,6	7,7	14,3	8,9	9,1	2,2	3,6	4,5	20,4
3	14,1	17,0	16,7	13,5	16,3	17,1	8,4	10,9	23,0	12,6	9,4	-25,2
4	13,2	11,0	-16,2	10,9	11,1	1,2	14,6	9,1	-37,2	17,0	12,7	-25,3
5	31,8	21,0	-34,1	31,7	18,2	-42,6	31,3	21,7	-30,7	29,8	10,9	-63,5
6	13,8	27,8	50,4	12,9	28,5	54,8	8,6	29,8	71,0	13,2	25,8	49,0
7	39,8	35,1	-11,7	38,2	36,6	-4,1	25,9	17,8	-31,5	21,1	18,2	-13,7
8	42,1	16,7	-60,4	40,5	14,2	-64,8	36,7	15,0	-59,3	42,4	16,8	-60,4
9	9,2	12,3	25,2	12,3	12,0	-1,7	7,9	8,8	10,0	11,1	10,8	-2,2
10	21,0	18,2	-13,3	15,2	14,4	-5,0	18,0	18,9	4,9	21,4	17,5	-18,2
11	12,7	12,5	-1,6	15,9	15,5	-2,4	14,0	13,6	-2,6	14,1	5,7	-59,3

Na **Tabela 6** são apresentados os sinais eletromiográficos para os grupos musculares masseter e temporal durante a tarefa de mordida progressiva 3 (1ª coluna) e de mordida progressiva 4 (2ª coluna), antes e após a irradiação laser no último dia da terapia; e na terceira coluna são mostradas as diferenças percentuais, em azul, quanto à existência de uma melhora dos sinais, e em vermelho, quanto à constatação de uma piora dos sinais eletromiográficos. Os valores de mordida progressiva 3 foram normalizados em relação à máxima contração voluntária 3 (MCV3) e os valores de mordida progressiva 4 foram normalizados em relação à máxima contração voluntária 4 (MCV4).

Tabela 6- Valores eletromiográficos normalizados para Mordida Progressiva 3 e Mordida Progressiva 4 e a diferença percentual (normalização em relação à MCV3 e à MCV4)

PAC.	MASSETER T (%)			MASSETER NT (%)			TEMPORAL T (%)			TEMPORAL NT (%)		
	Mp3	Mp4		Mp3	Mp4		Mp3	Mp4		Mp3	Mp4	
1	30,9	32,2	4,2	32,9	34,4	4,3	34,5	37,0	6,7	27,2	35,7	23,8
2	5,8	9,2	37,1	6,8	10,7	36,1	6,3	7,8	19,9	4,3	8,6	50,0
3	15,1	14,9	-1,2	16,3	16,3	-0,2	12,7	16,5	22,9	7,1	12,0	40,7
4	14,6	11,8	-18,9	12,5	12,1	-3,0	14,2	14,6	2,4	16,2	9,8	-39,6
5	30,1	26,2	-12,9	28,1	29,7	5,2	30,9	33,5	7,8	26,8	21,7	-19,0
6	5,4	6,9	22,9	5,9	7,2	18,4	7,0	7,2	2,7	11,2	13,0	14,2
7	50,8	53,1	4,3	51,8	47,1	-9,0	31,1	45,8	32,0	24,2	41,2	41,2
8	14,2	14,0	-1,7	17,6	20,4	13,3	18,2	17,7	-2,5	18,9	20,7	8,6
9	13,3	12,7	-4,4	14,8	9,9	-33,2	12,4	15,5	20,1	12,4	13,7	9,4
10	22,5	10,8	-52,0	20,1	8,7	-56,9	18,3	11,8	-35,5	18,1	12,5	-31,1
11	16,8	14,5	-13,7	15,8	12,0	-24,2	20,3	19,0	-6,3	16,2	19,3	16,1

Na **Tabela 7** são apresentados os sinais eletromiográficos para os grupos musculares masseter e temporal durante a tarefa de mordida progressiva 1 (1ª coluna) e de mordida progressiva 3 (2ª coluna); e na terceira coluna são mostradas as diferenças percentuais, em azul, quanto à existência de uma melhora dos sinais, e em vermelho, quanto à constatação de uma piora dos sinais eletromiográficos. Os valores de mordida progressiva 1 foram normalizados em relação à máxima contração voluntária 1 (MCV1) e os valores de mordida progressiva 3 foram normalizados em relação à máxima contração voluntária 3 (MCV3).

Tabela 7- Valores eletromiográficos normalizados para Mordida Progressiva 1 e Mordida Progressiva 3 e a diferença percentual (normalização em relação à MCV1 e à MCV3)

PAC	MASSETER T (%)			MASSETER NT (%)			TEMPORAL T (%)			TEMPORAL NT (%)		
	Mp1	Mp3		Mp1	Mp3		Mp1	Mp3		Mp1	Mp3	
1	13,3	30,9	56,8	15,1	32,9	54,1	17,0	34,5	50,8	13,9	27,2	48,9
2	8,2	5,8	-29,4	6,6	6,8	3,0	8,9	6,3	-29,6	3,6	4,3	16,0
3	14,1	15,1	6,2	13,5	16,3	17,0	8,4	12,7	34,1	12,6	7,1	-43,1
4	13,2	14,6	9,7	10,9	12,5	12,3	14,6	14,2	-2,4	17,0	16,2	-4,4
5	31,8	30,1	-5,4	31,7	28,1	-11,3	31,3	30,9	-1,2	29,8	26,8	-10,1
6	13,8	5,4	-61,2	12,9	5,9	-54,1	8,6	7,0	-19,4	13,2	11,2	-15,0
7	39,8	50,8	21,7	38,2	51,8	26,3	25,9	31,1	16,7	21,1	24,2	13,2
8	42,1	14,2	-66,2	40,5	17,6	-56,4	36,7	18,2	-50,5	42,4	18,9	-55,5
9	9,2	13,3	30,4	12,3	14,8	17,4	7,9	12,4	36,0	11,1	12,4	11,1
10	21,0	46,7	55,0	15,2	48,8	68,9	18,0	52,3	65,7	21,4	51,2	58,2
11	12,7	16,8	24,4	15,9	15,8	-0,6	14,0	20,3	31,2	14,1	16,2	13,0

Na Tabela 8 são apresentados os sinais eletromiográficos para os grupos musculares masseter e temporal durante a tarefa de repouso 1 (1ª coluna) e repouso 3 (2ª coluna); e na terceira coluna são mostradas as diferenças percentuais, em azul, quanto à existência de um aumento dos sinais eletromiográficos, e em vermelho, quanto à constatação de uma queda dos sinais eletromiográficos. Os valores de repouso 1 foram normalizados em relação à máxima contração voluntária 1 (MCV1) e os valores de repouso 3 foram normalizados em relação à máxima contração voluntária 3 (MCV3).

Tabela 8 – Valores eletromiográficos normalizados para Repouso 1 e Repouso 3 e diferença percentual (normalização em relação à MCV1 e à MCV3)

PAC	MASSETER T (%)			MASSETER NT (%)			TEMPORAL T (%)			TEMPORAL NT (%)		
	Mp1	Mp3		Mp1	Mp3		Mp1	Mp3		Mp1	Mp3	
1	0,5	0,2	-56,3	0,2	0,2	15,6	0,2	0,6	56,5	0,2	0,3	46,5
2	0,2	1,1	79,7	0,2	0,6	71,7	0,9	0,7	-27,2	0,3	0,7	56,2
3	0,6	0,4	-44,3	1,5	0,8	-44,6	1,0	0,7	-30,2	9,4	0,6	-93,3
4	0,3	0,3	2,0	1,0	0,4	-63,6	1,2	0,3	-78,9	3,0	0,4	-87,6
5	0,6	0,5	-14,2	0,7	0,4	-47,2	1,0	0,9	-8,5	0,6	1,7	68,3
6	0,7	0,3	-63,0	1,0	0,5	-49,5	2,5	1,9	-23,4	4,6	4,6	-0,3
7	1,4	2,9	53,9	1,2	2,0	40,0	0,8	1,3	40,6	0,4	2,7	84,4
8	0,7	0,2	-78,4	0,8	0,3	-56,9	1,4	0,2	-85,7	1,6	0,3	-83,8
9	0,2	0,2	18,3	0,3	0,2	-19,9	0,2	1,4	82,9	0,9	0,7	-25,3
10	0,3	0,1	-57,1	0,3	0,3	6,3	0,4	0,2	-48,6	0,6	0,2	-71,9
11	0,4	0,3	-17,3	0,3	0,2	-17,7	0,6	0,8	22,8	0,7	0,4	-39,6

7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

7.1 ABERTURA DE BOCA

A evolução da abertura de boca nos pacientes foi estudada utilizando a média das três medidas feitas.

7.1.1 ANÁLISE DESCRITIVA

Para estudar a evolução da abertura de boca ao longo dos dias, confeccionou-se a **Tabela 9** a qual apresenta os valores obtidos para cada paciente, bem como a média e o desvio padrão entre eles. Pela tabela e pelas **Figura 10** e **Figura 11**, observa-se que de modo geral os pacientes mantiveram a abertura de boca até o início do quarto dia de tratamento, apresentando então uma pequena elevação. Destaca-se também que a variabilidade de valores de abertura de boca entre os pacientes foi grande.

Tabela 9 - Evoluções de abertura de boca dos pacientes antes e após a irradiação *laser* apresentando os valores médios e desvio padrão.

Paciente	1º dia antes	1º dia após	2º dia antes	2º dia após	3º dia antes	3º dia após	4º dia antes	4º dia após	5º dia antes	5º dia após
1	45,27	43,42	43,31	44,20	44,46	46,04	47,83	48,49	48,50	49,22
2	31,61	30,60	33,47	31,72	32,06	33,26	31,00	31,50	35,24	38,76
3	57,31	59,50	54,43	54,25	56,53	54,81	56,88	57,02	58,38	58,36
4	43,47	45,32	45,35	43,65	45,80	45,82	43,77	45,69	46,45	47,06
5	45,44	45,04	46,18	47,07	49,51	50,22	49,76	50,08	49,14	52,07
6	44,46	45,81	45,21	45,50	47,50	47,40	45,27	42,09	45,09	46,47
7	54,90	56,05	54,11	55,59	54,71	55,94	53,79	53,53	56,36	58,41
8	35,08	34,74	32,54	34,87	31,71	34,57	33,79	35,61	35,41	35,34
9	47,09	48,20	49,59	48,93	47,26	48,03	48,76	51,20	50,96	51,44
10	44,06	41,68	40,75	44,24	41,80	41,98	42,50	43,54	45,26	47,61
11	47,34	47,59	46,69	51,11	47,12	47,38	46,93	48,42	46,94	47,91
Média	45,09	45,27	44,69	45,56	45,31	45,95	45,48	46,11	47,07	48,42
Desvio Padrão	7,35	8,22	7,11	7,31	7,86	7,15	7,71	7,57	7,21	7,02

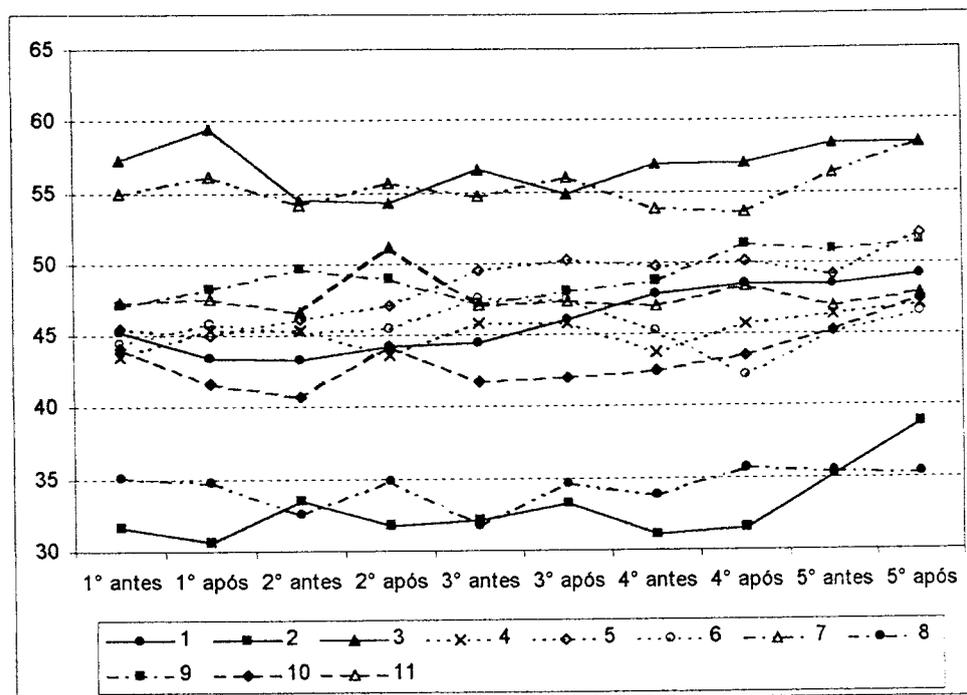


Figura 10- Perfis de evolução da abertura de boca dos pacientes

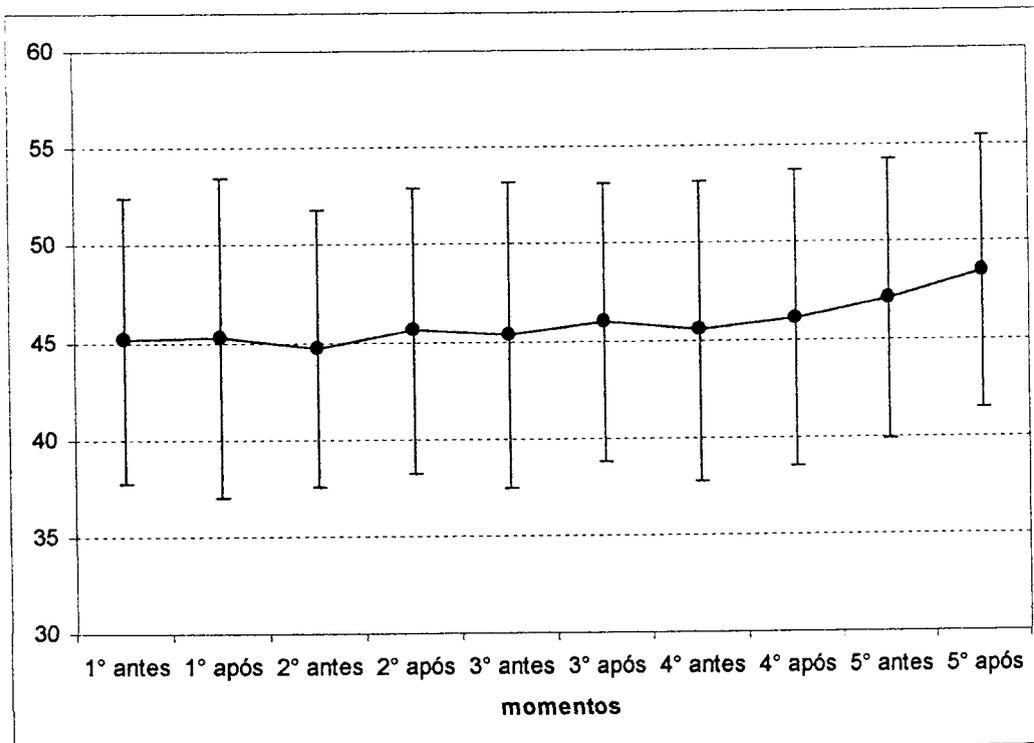


Figura 11- Média ± 1 desvio padrão para a abertura de boca

7.1.2 ANÁLISE INFERENCIAL

Para verificar se a abertura de boca aumenta ao longo do tempo considerando as irradiações laser, foi utilizada uma *Análise de Variância para medidas repetidas*, a qual leva em consideração que o mesmo paciente foi observado diversas vezes.

A **Tabela 10** apresenta o resultado da Análise de Variância, pela qual se pode verificar pelo nível descritivo¹ que existe diferença significativa ao longo do tempo.

Para determinar em quais momentos a diferença é significativa foram feitas *Comparações Múltiplas pelo método de Tukey*. A **Tabela 11** apresenta os resultados da análise em que se verifica que:

- no final do tratamento (5º dia, após a irradiação) a média dos pacientes apresentou diferenças significativas em relação aos outros tempos (com exceção do próprio 5º dia antes da irradiação);
- no restante dos dias não foi possível verificar nenhuma diferença significativa (com exceção do 5º dia antes e contra o 2º dia antes da irradiação – é possível perceber pela **Figura 11**, que neste último houve uma pequena queda na média).

Tabela 10 - Análise de Variância para a abertura de boca

Fonte de Variação	graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Estatística F	nível descritivo
Tempo	9	120,02	13,34	5,86	0,000
Paciente	10	5358,43	535,84	235,37	0,000
Resíduo	90	204,90	2,28		
Total	109	5683,34			

¹ O nível descritivo de um teste é a probabilidade de estarmos cometendo um erro ao rejeitarmos a hipótese sendo que esta é verdadeira. Na maioria dos testes a hipótese testada é a hipótese de igualdade, no caso acima, a hipótese é que as médias de cada tempo sejam todas iguais.

Tabela 11 – Comparações múltiplas pelo método de Tukey para a abertura de boca.
(As diferenças significativas estão hachuradas)

Tempo	1º dia antes	1º dia após	2º dia antes	2º dia após	3º dia antes	3º dia após	4º dia antes	4º dia após	5º dia antes	5º dia após
1º antes		1,000	1,000	0,999	1,000	0,943	1,000	0,857	0,081	0,000
1º após	1,000		0,996	1,000	1,000	0,987	1,000	0,951	0,155	0,000
2º antes	1,000	0,996		0,941	0,994	0,632	0,967	0,468	0,014	0,000
2º após	0,999	1,000	0,941		1,000	1,000	1,000	0,997	0,373	0,001
3º antes	1,000	1,000	0,994	1,000		0,992	1,000	0,965	0,181	0,000
3º após	0,943	0,987	0,632	1,000	0,992		0,999	1,000	0,776	0,008
4º antes	1,000	1,000	0,967	1,000	1,000	0,999		0,993	0,302	0,001
4º após	0,857	0,951	0,468	0,997	0,965	1,000	0,993		0,893	0,018
5º antes	0,081	0,155	0,014	0,373	0,181	0,776	0,302	0,893		0,525
5º após	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,008	0,001	0,018	0,525	

7.2 MORDIDA PROGRESSIVA

Os grupos masseter e temporal foram analisados separadamente. Para estas análises foram consideradas as mordidas da seguinte forma:

- mordida 1: 1^o dia, antes da irradiação laser;
- mordida 2: 1^o dia, após a irradiação laser;
- mordida 3: 5^o dia, antes da irradiação laser;
- mordida 4: 5^o dia, após a irradiação laser.

Quando necessário, foram excluídos os valores considerados demasiados destoantes dos demais.

7.2.1 MÚSCULO MASSETER

A Tabela 12 apresenta os valores médios e os desvios padrão das mordidas progressivas, que podem ser observados também pelas figuras (Figura 12 e Figura 13). Por intermédio dela pode ser observado que:

- após a irradiação laser observa-se uma queda nos valores eletromiográficos médios;
- no 1^o dia, o lado não tratado apresentou médias um pouco mais baixas que o lado tratado, e no 5^o dia ocorreu o inverso. Apesar disso, observa-se que a diferença entre os lados foi bem pequena;
- a variabilidade entre os pacientes foi bem grande.

Tabela 12 - Médias e desvios padrão (entre parêntesis) dos sinais eletromiográficos normalizados para as Mordidas progressivas do grupo masseter

Lado	Mordida 1	Mordida 2	Mordida 3	Mordida 4
Não tratado	19,35 (11,67)	17,32 (8,25)	20,24 (13,18)	18,95 (12,82)
Tratado	19,93 (12,22)	17,95 (7,63)	19,95 (13,16)	18,75 (13,61)
Total Global	19,64 (11,67)	17,63 (7,76)	20,10 (12,85)	18,85 (12,90)

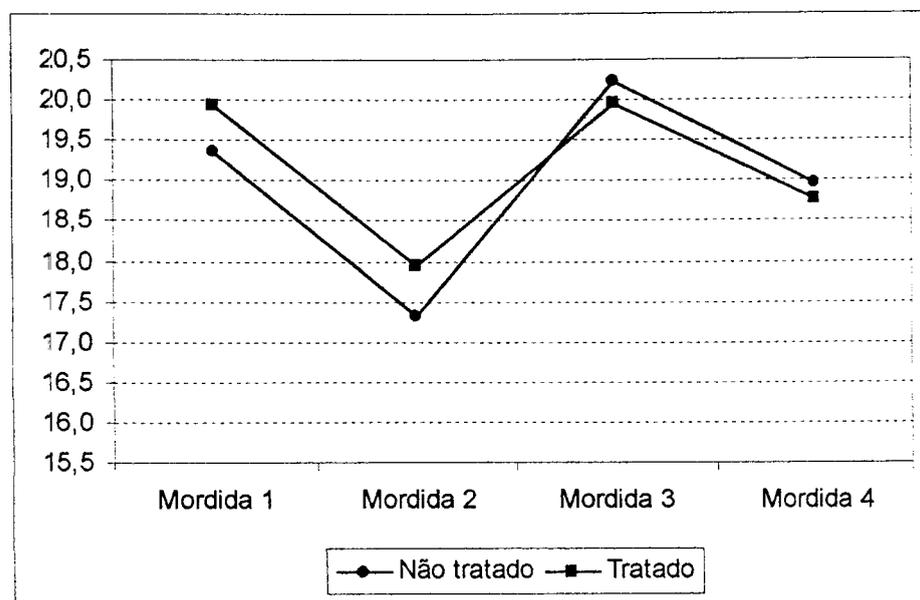


Figura 12- Variação das médias dos sinais eletromiográficos normalizados para as Mordidas Progressivas do grupo masseter

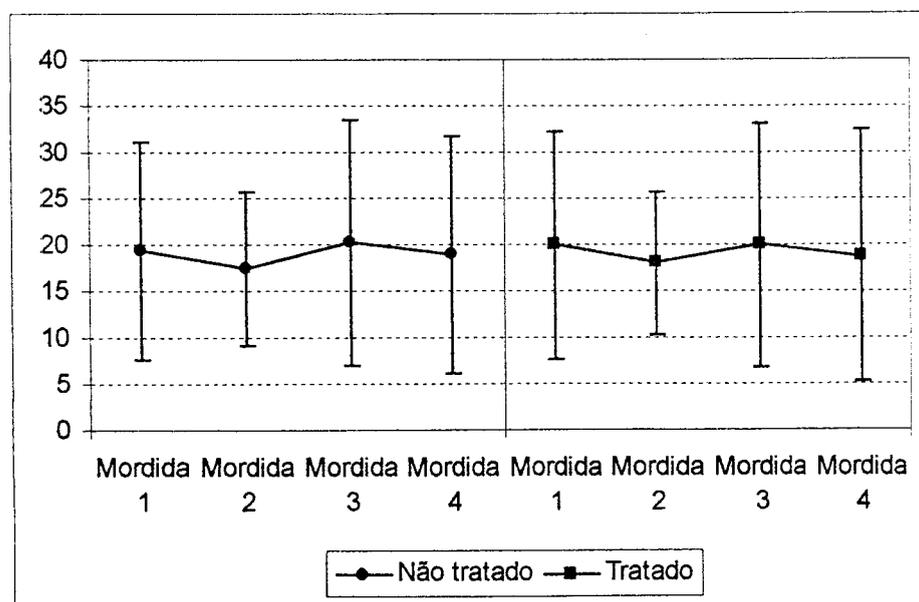


Figura 13- Média \pm 1 desvio padrão dos sinais eletromiográficos normalizados para as Mordidas Progressivas do grupo masseter

Para verificar se as diferenças nas mordidas progressivas foram significantes ou não, foi utilizada uma *Análise de Variância para medidas repetidas*, a qual leva em consideração que o mesmo paciente foi observado diversas vezes.

A **Tabela 13** apresenta o resultado da Análise de Variância para os valores eletromiográficos da Mordida Progressiva do grupo muscular masseter, permitindo-se concluir pelo nível descritivo que:

- apesar das diferenças observadas, os fatores Lado (tratado e não tratado) e Mordida (1, 2, 3 e 4), bem como a interação entre os dois, estas não foram tão significativas, ou seja, as médias apresentadas não foram significativamente diferentes.
- somente observam-se diferenças significativas para os fatores que incluem os pacientes como fator. Nesses casos o resultado está nos dizendo que existe variabilidade entre os pacientes, mas tal resultado não é o interesse da análise.

Tabela 13 - Análise de Variância para os valores eletromiográficos normalizados da Mordida Progressiva do grupo Masseter

Fonte de Variação	graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Estatística F	nível descritivo
Lado	1	2,84	2,84	0,67	0,436
Paciente	8	7761,78	970,22	22,06	0,000
Lado * Paciente	8	33,77	4,22	1,53	0,200
Mordida	3	322,81	107,60	2,53	0,081
Paciente * Mordida	24	1020,64	42,53	15,37	0,000
Lado * Mordida	3	0,61	0,20	0,07	0,974
Resíduo	24	66,39	2,77		
Total	71	9208,84			

A **Tabela 14** apresenta as médias e os desvios padrão dos valores eletromiográficos normalizados das mordidas progressivas, que podem ser vistos também nas figuras (**Figura 14** e **Figura 15**). Por intermédio dela é possível observar que:

- no primeiro dia não vemos uma grande diferença entre os lados e também antes e após a irradiação. No quinto dia, a diferença entre os lados foi bem grande podendo se observar também um aumento quanto ao período anterior para o posterior à irradiação laser;
- a variabilidade entre os pacientes foi bem grande.

Tabela 14- Médias e desvios padrão (entre parêntesis) dos valores eletromiográficos normalizados para as Mordidas progressivas do grupo temporal

Lado	Mordida 1	Mordida 2	Mordida 3	Mordida 4
Não tratado	18,20 (10,47)	13,35 (6,12)	16,60 (7,55)	18,93 (10,63)
Tratado	17,39 (9,89)	15,48 (6,42)	18,72 (9,70)	20,58 (12,57)
Total Global	17,80 (9,95)	14,41 (6,21)	17,66 (8,55)	19,75 (11,39)

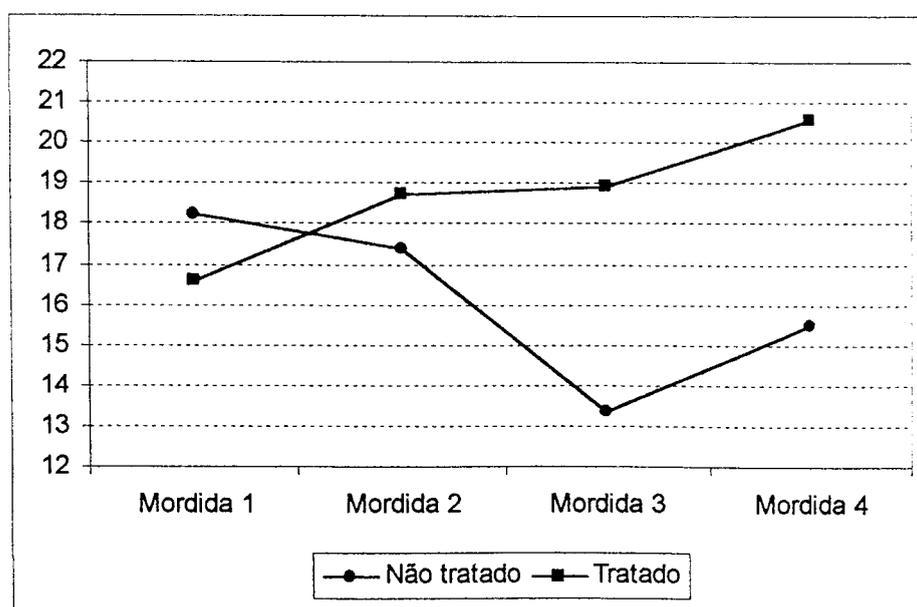


Figura 14- Variação das médias dos valores eletromiográficos das Mordidas Progressivas do grupo temporal

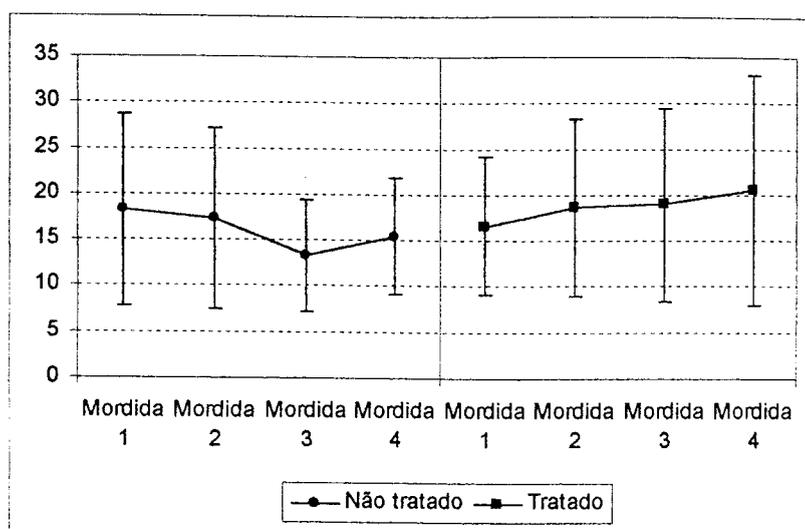


Figura 15– Média \pm 1 desvio padrão dos valores eletromiográficos normalizados das Mordidas Progressivas do grupo temporal

Para verificar se as diferenças eletromiográficas nas mordidas progressivas foram significantes ou não, foi utilizada a *Análise de Variância para medidas repetidas*.

A **Tabela 15** apresenta o resultado da Análise de Variância, cujos níveis descritivos indicam que:

- apesar das diferenças observadas, os fatores Lado (tratado e não tratado) e Mordida (1, 2, 3 e 4), bem como a interação entre os dois, estas não são significantes, ou seja, as médias apresentadas não foram significativamente diferentes;
- somente observam-se diferenças significantes para os fatores que incluem os pacientes como fator. Nesses casos o resultado diz que existe variabilidade entre os pacientes, mas tal resultado não é o interesse da análise.

Tabela 15- Análise de Variância dos valores eletromiográficos normalizados para a Mordida Progressiva do grupo temporal

Fonte de Variação	graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Estatística F	nível descritivo
Lado	1	35,76	35,76	1,90	0,198
Paciente	10	3899,00	389,90	3,63	0,002
Lado * Paciente	10	188,02	18,80	3,36	0,005
Mordida	3	323,08	107,69	1,14	0,348
Paciente * Mordida	30	2828,82	94,29	16,87	0,000
Lado * Mordida	3	32,67	10,89	1,95	0,143
Resíduo	30	167,73	5,59		
Total	87	7475,09			

7.3 REPOUSO

Para analisar separadamente os grupos masseter e temporal, foram considerados os valores eletromiográficos das mordidas da seguinte forma:

- Repouso 1: 1^o dia antes da irradiação laser;
- Repouso 3: 5^o dia antes da irradiação laser;

Quando necessário, foram excluídos valores considerados demasiado destoantes dos demais.

7.3.1 MÚSCULO MASSETER

A Tabela 16 apresenta as médias e desvios padrão dos valores eletromiográficos normalizados do repouso, que podem ser observadas também pelas figuras (Figura 16 e Figura 17) que permitem observar :

- no primeiro dia o lado não tratado apresentou médias mais altas que o lado tratado e no quinto dia ocorreu o inverso;
- a variabilidade entre os pacientes foi bem grande.

Tabela 16- Médias e desvios padrão (entre parêntesis) dos valores eletromiográficos normalizados para a Repouso do grupo masseter

Lado	Repouso 1	Repouso 3
Não tratado	0,68 (0,45)	0,54 (0,52)
Tratado	0,54 (0,34)	0,59 (0,81)
Total Global	0,61 (0,40)	0,56 (0,67)

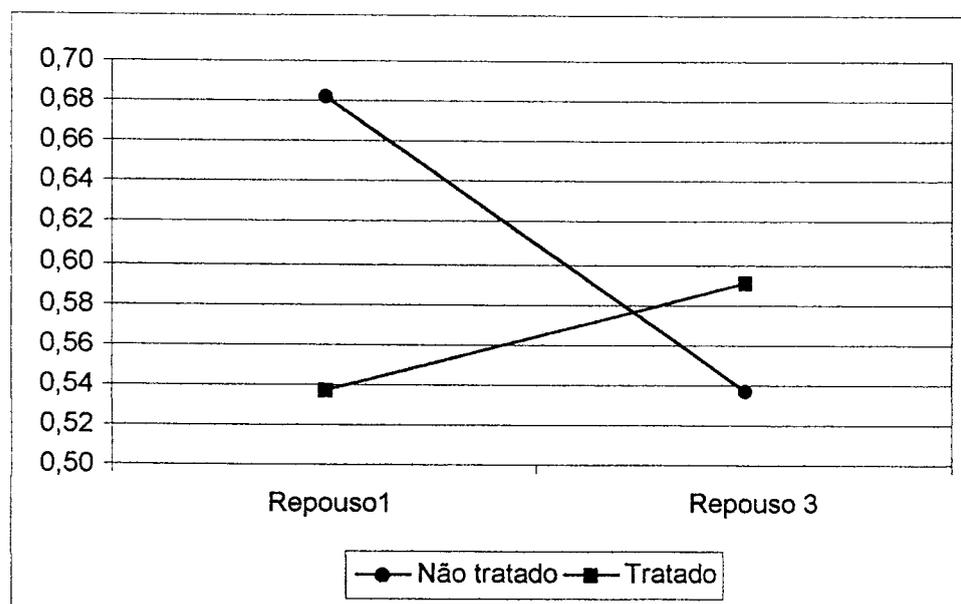


Figura 16- Variação das médias dos valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo masseter

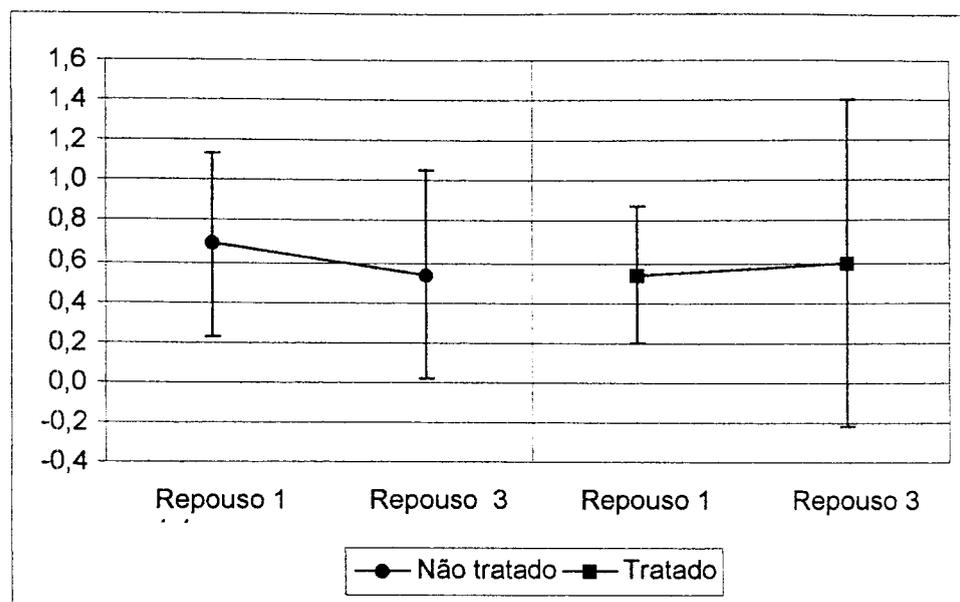


Figura 17– Média \pm 1 desvio padrão dos valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo masseter

Para verificar se as diferenças dos valores eletromiográficos normalizados nas tarefas Repouso foram significativas ou não, foi utilizada uma *Análise de Variância para medidas repetidas*, a qual leva em consideração que o mesmo paciente foi observado diversas vezes.

A **Tabela 17** apresenta o resultado da *Análise de Variância* para os valores eletromiográficos normalizados de repouso do grupo muscular masseter, a qual permite concluir pelo nível descritivo que:

- apesar das diferenças observadas, os fatores Lado (tratado e não tratado) e Repouso (1 e 3), bem como a interação entre os dois, estas não foram tão significativas, ou seja, as médias apresentadas não foram significativamente diferentes.
- somente observam-se diferenças significativas para os fatores que incluem os pacientes como fator. Nesse caso o resultado diz que existe variabilidade entre os pacientes, mas tal resultado não é o interesse da análise.

Tabela 17- Análise de Variância para os valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo Masseter

Fonte de Variação	graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Estatística F	nível descritivo
Lado	1	0,023	0,023	0,22	0,651
Paciente	10	8,647	0,865	2,60	0,048
Lado * Paciente	10	1,042	0,104	3,79	0,023
Mordida	1	0,023	0,023	0,09	0,772
Paciente * Mordida	10	2,552	0,255	9,28	0,001
Lado * Mordida	1	0,110	0,110	4,00	0,073
Resíduo	10	0,275	0,028		
Total	43	12,672			

7.3.2 MÚSCULO TEMPORAL

A Tabela 18 apresenta as médias e os desvios padrão dos valores eletromiográficos normalizados da tarefa Repouso, os quais podem ser vistos também nas Figura 18 e Figura 19. Por intermédio dela é possível observar que:

- o lado tratado não apresentou grande diferença entre o primeiro e quinto dia
- o lado não tratado apresentou uma queda entre o primeiro e quinto dia. Além disso, vemos que este lado apresentou, nos dois momentos, médias maiores que o tratado;
- a variabilidade entre os pacientes foi bem grande, principalmente para o lado não tratado.

Tabela 18- Médias e desvios padrão (entre parêntesis) para os valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo temporal

Lado	Repouso 1	Repouso 3
Não tratado	2,03 (2,80)	1,15 (1,37)
Tratado	0,93 (0,65)	0,82 (0,53)
Total Global	1,48 (2,06)	0,98 (1,03)

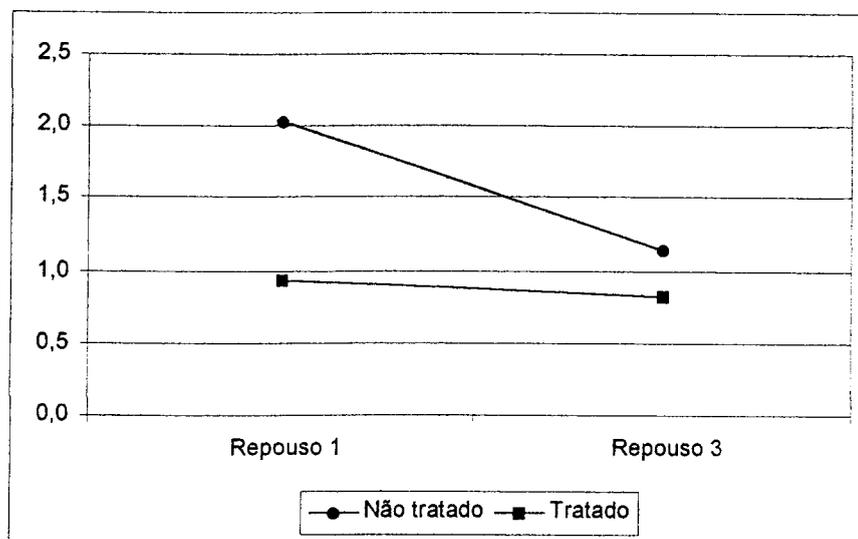


Figura 18- Variação das médias dos valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo temporal

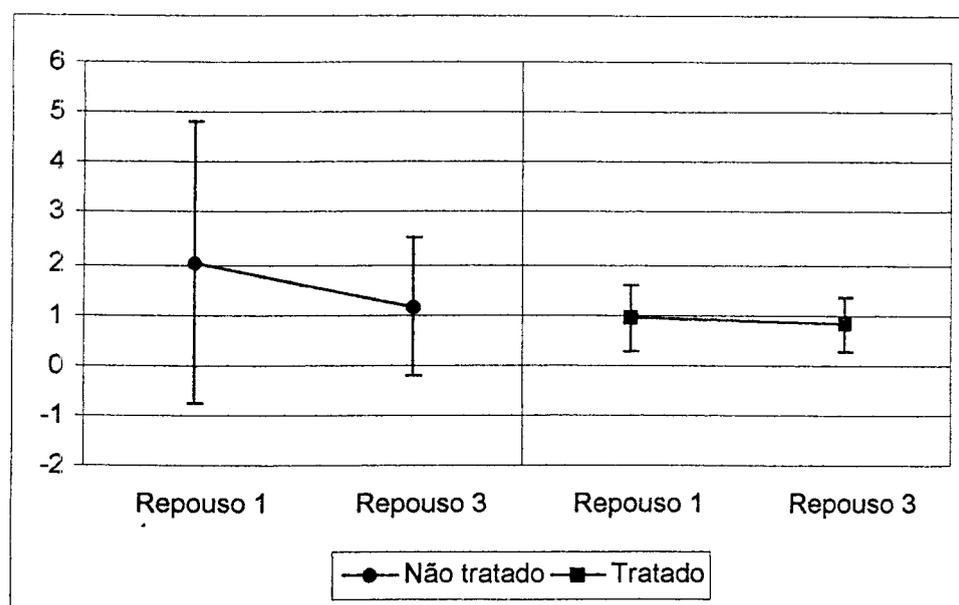


Figura 19- Média \pm 1 desvio padrão dos valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo temporal

Para verificar se as diferenças nos valores eletromiográficos normalizados na tarefa Repouso foram significativas ou não, foi utilizada uma *Análise de Variância para medidas repetidas*.

A **Tabela 19** apresenta o resultado da Análise de Variância, a qual permite verificar pelo nível descritivo que:

- apesar das diferenças observadas, os fatores Lado (tratado e não tratado) e Repouso (1 e 3), bem como a interação entre os dois, estas não foram tão significativas, ou seja, as médias apresentadas não foram significativamente diferentes;
- também não foram observadas diferenças significativas para os fatores que incluem os pacientes como fator.

Tabela 19- Análise de Variância para os valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo temporal

Fonte de Variação	graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Estatística F	nível descritivo
Lado	1	1,369	1,369	2,14	0,177
Paciente	9	28,256	3,140	2,73	0,064
Lado * Paciente	9	5,751	0,639	2,16	0,133
Mordida	1	0,081	0,081	0,10	0,759
Paciente * Mordida	9	7,259	0,807	2,73	0,075
Lado * Mordida	1	0,000	0,000	0,00	1,000
Resíduo	9	2,660	0,296		
Total	39	45,376			

7.4 GRAU DE DOR

7.4.1 ANÁLISE DESCRITIVA

A **Tabela 20** apresenta as médias e os desvios padrão dos graus de dor de todos os pacientes, os quais podem ser observados também pelas figuras **Figura 20** e **Figura 21**. Por intermédio dela observa-se que:

- o lado não tratado manteve um determinado nível de dor ao longo das sessões, diminuindo no final;
- o lado tratado apresentou uma grande diferença no início do tratamento em relação ao lado não tratado (como era de se esperar, pois o lado tratado era o lado que o paciente sentia mais dor). Este lado apresentou uma considerável queda na média, logo nas primeiras sessões;
- para o lado tratado observam-se diferenças nos graus de dor, antes e após a irradiação laser, principalmente no quarto e quinto dias;
- no final do tratamento a média dos dois lados foi a mesma.

Tabela 20- Médias e desvios padrão (entre parênteses) para o Grau de Dor

Lado	1º dia		2º dia		3º dia		4º dia		5º dia	
	Antes	Após								
Tratado	1,91 (0,54)	1,55 (0,82)	1,45 (0,52)	1,00 (0,45)	1,18 (0,87)	0,91 (0,83)	1,27 (0,79)	0,64 (0,67)	0,91 (0,70)	0,27 (0,47)
Não tratado	0,73 (1,01)	0,73 (1,01)	0,45 (0,52)	0,45 (0,52)	0,45 (0,52)	0,64 (0,67)	0,55 (0,69)	0,45 (0,69)	0,55 (0,52)	0,27 (0,47)

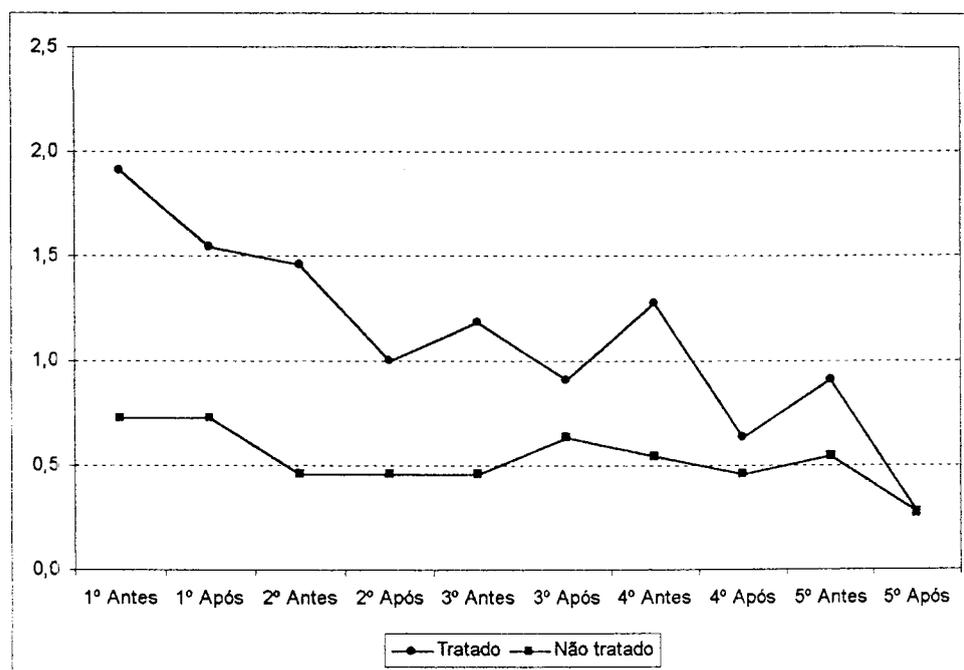


Figura 20- Variação do Grau de Dor médio ao longo das sessões

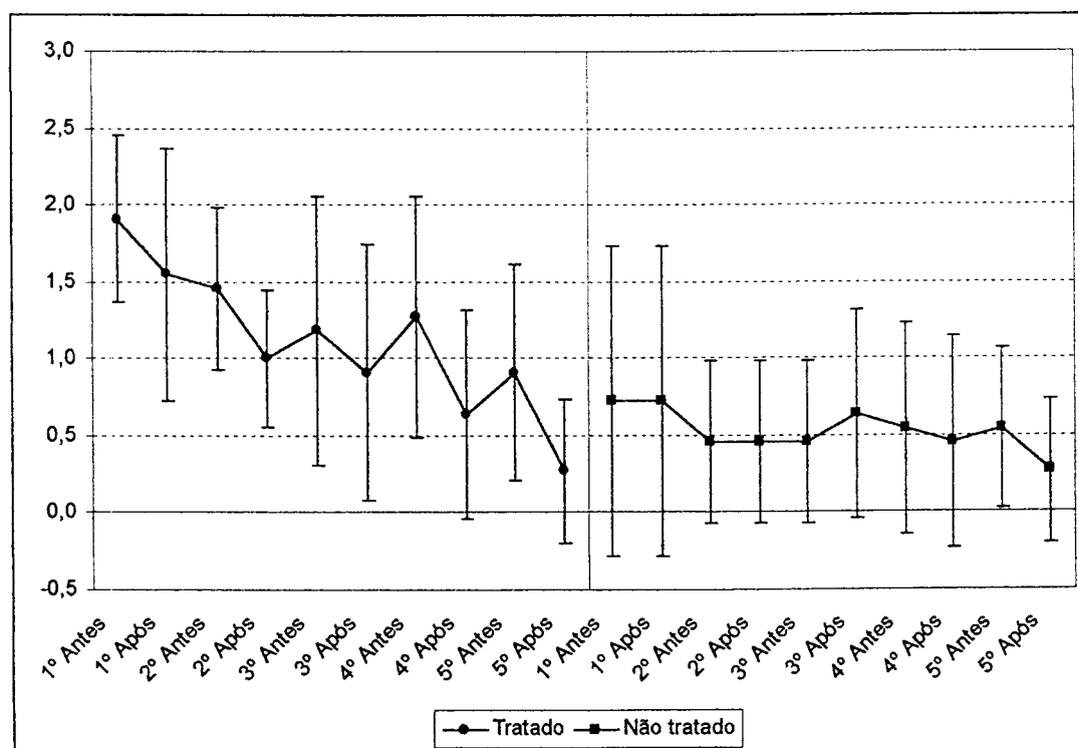


Figura 21- Média ± 1 desvio padrão para o Grau de Dor

7.4.2 ANÁLISE INFERENCIAL

Para verifica se as diferenças no grau de dor foram significativas ou não, foi utilizada uma *Análise de Variância para medidas repetidas*, a qual leva em consideração que o mesmo paciente foi observado diversas vezes.

A **Tabela 21** apresenta o resultado da Análise de Variância, a qual permite concluir pelo nível descritivo que:

- a interação tripla entre Dia, Lado e Laser não foi significativa;
- as interações entre Dia e Laser, entre Dia e Lado e entre Lado e Laser foram significativas, indicando que a diminuição da dor foi diferente nos vários patamares desses fatores.

Tabela 21- Análise de Variância para o Grau de dor

Fonte de Variação	graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Estatística F	nível descritivo
Dia	4	12,227	3,057	5,51	0,0012
Paciente	10	39,827	3,983	3,23	0,0148
Dia * Paciente	40	22,173	0,554	1,56	0,0776
Laser	1	3,564	3,564	9,54	0,0115
Laser * Paciente	10	3,736	0,374	2,63	0,0524
Lado	1	18,618	18,618	24,24	0,0006
Lado * Paciente	10	7,682	0,768	2,13	0,0500
Dia * Lado	4	1,118	0,280	2,74	0,0418
Dia * Lado * Paciente	40	4,082	0,102	4,70	0,0001
Laser * Dia	4	4,336	1,084	3,37	0,0181
Laser * Dia * Paciente	40	12,864	0,322	1,49	0,1052
Laser * Lado	1	2,618	2,618	24,20	0,0006
Laser * Lado * Paciente	10	1,082	0,108	1,58	0,1477
Laser * Dia * Lado	4	0,064	0,016	0,23	0,9184
Residuo	40	2,736	0,068		
Total	219	136,73			

Para estudar melhor as diferenças foram analisadas separadamente cada uma das interações, confeccionando-se um gráfico para elas bem como comparações múltiplas pelo método de Tukey.

Dias x Lados

A análise da interação entre Dias e Lados resultou na **Figura 22** e na **Tabela 22**, de onde se pode verificar que:

- o lado tratado no primeiro dia apresentou diferença significativa em relação a todos os demais dias/lados, com exceção do lado tratado no segundo dia;
- o lado tratado no segundo dia apresentou diversas diferenças em relação aos demais dias, principalmente quanto aos lados não tratados;
- do terceiro dia em diante, percebe-se uma “estabilização” no grau de dor, com somente uma diferença entre os dias/lados (tratado terceiro dia contra o não tratado quinto dia).

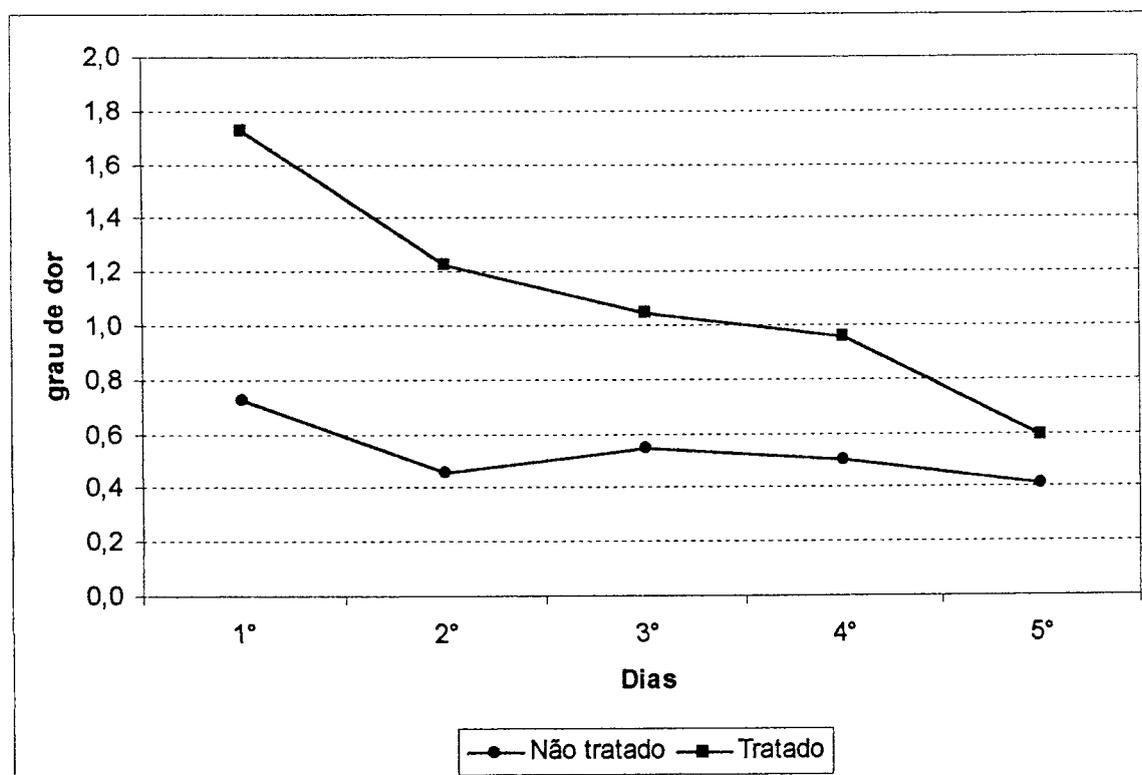


Figura 22- Variação do Grau de Dor médio ao longo dos dias para os dois lados

Tabela 22– Comparações múltiplas pelo método de Tukey para o Grau de dor para as interações Dias e Lado (as diferenças significativas estão hachuradas)

Dias	Lado	1º dia		2º dia		3º dia		4º dia		5º dia	
		Tratado	Não Tratado								
1º dia	Tratado		0,0002	0,1324	0,0002	0,0093	0,0002	0,0021	0,0002	0,0002	0,0002
	Não Tratado	0,0002		0,1324	0,8427	0,6938	0,9856	0,9406	0,9406	0,9983	0,6938
2º dia	Tratado	0,1324	0,1324		0,0021	0,9856	0,0093	0,8427	0,0044	0,0192	0,0010
	Não Tratado	0,0002	0,8427	0,0021		0,0383	0,9999	0,1324	1,0000	0,9983	1,0000
3º dia	Tratado	0,0093	0,6938	0,9856	0,0383		0,1324	0,9999	0,0731	0,2254	0,0192
	Não Tratado	0,0002	0,9856	0,0093	0,9999	0,1324		0,3570	1,0000	1,0000	0,9983
4º dia	Tratado	0,0021	0,9406	0,8427	0,1324	0,9999	0,3570		0,2254	0,5207	0,0731
	Não Tratado	0,0002	0,9406	0,0044	1,0000	0,0731	1,0000	0,2254		0,9999	0,9999
5º dia	Tratado	0,0002	0,9983	0,0192	0,9983	0,2254	1,0000	0,5207	0,9999		0,9856
	Não Tratado	0,0002	0,6938	0,0010	1,0000	0,0192	0,9983	0,0731	0,9999	0,9856	

Dias x Laser

Para a análise da interação entre Dias e antes e após a irradiação laser, foram confeccionadas a **Figura 23** e a **Tabela 23**, nas quais se pode verificar que:

- o primeiro dia antes da irradiação apresentou diferença significativa em relação a todos os demais dias/laser, com exceção do após irradiação no mesmo dia;
- o momento após irradiação no primeiro dia apresentou diversas diferenças em relação aos demais dias, principalmente quanto aos momentos após a irradiação;
- somente no quarto e no quinto dia pode-se notar diferença entre o período antes e após a irradiação;
- no quinto dia após a irradiação, foram observadas diferenças com relação a todos os outros momentos, com exceção do pós irradiação do quarto dia.

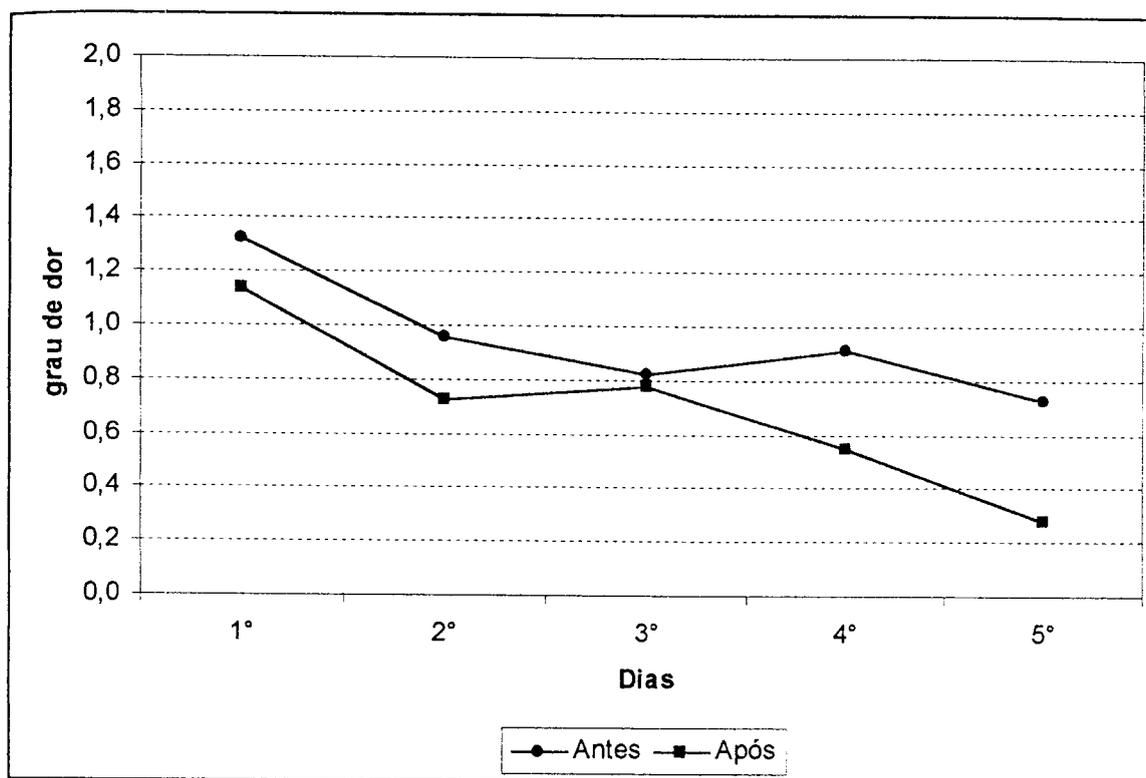


Figura 23- Variação do Grau de Dor médio ao longo dos dias, antes e após aplicação do laser

Tabela 23- Comparações múltiplas pelo método de Tukey para Grau de dor nas interações Dias e Laser (as diferenças significativas estão hachuradas)

Dia	Laser	1° dia		2° dia		3° dia		4° dia		5° dia	
		Antes	Após								
1° dia	Antes		0,6769	0,0166	0,0002	0,0004	0,0002	0,0045	0,0002	0,0002	0,0002
	Após	0,6769		0,6769	0,0045	0,0558	0,0166	0,3758	0,0002	0,0045	0,0002
2° dia	Antes	0,0166	0,6769		0,3758	0,9150	0,6769	1,0000	0,0045	0,3758	0,0002
	Após	0,0002	0,0045	0,3758		0,9938	1,0000	0,6769	0,6769	1,0000	0,0012
3° dia	Antes	0,0004	0,0558	0,9150	0,9938		1,0000	0,9938	0,1606	0,9938	0,0002
	Após	0,0002	0,0166	0,6769	1,0000	1,0000		0,9150	0,3758	1,0000	0,0004
4° dia	Antes	0,0045	0,3758	1,0000	0,6769	0,9938	0,9150		0,0166	0,6769	0,0002
	Após	0,0002	0,0002	0,0045	0,6769	0,1606	0,3758	0,0166		0,6769	0,1606
5° dia	Antes	0,0002	0,0045	0,3758	1,0000	0,9938	1,0000	0,6769	0,6769		0,0012
	Após	0,0002	0,0002	0,0002	0,0012	0,0002	0,0004	0,0002	0,1606	0,0012	

Lado x Laser

- A análise da interação entre o Lado tratado e antes e após a irradiação laser resultou na **Figura 24** e na **Tabela 24**, de onde se pode verificar que não ocorreram diferenças somente entre os lados não tratados antes e após a irradiação laser. Todas as outras comparações foram significativamente diferentes.

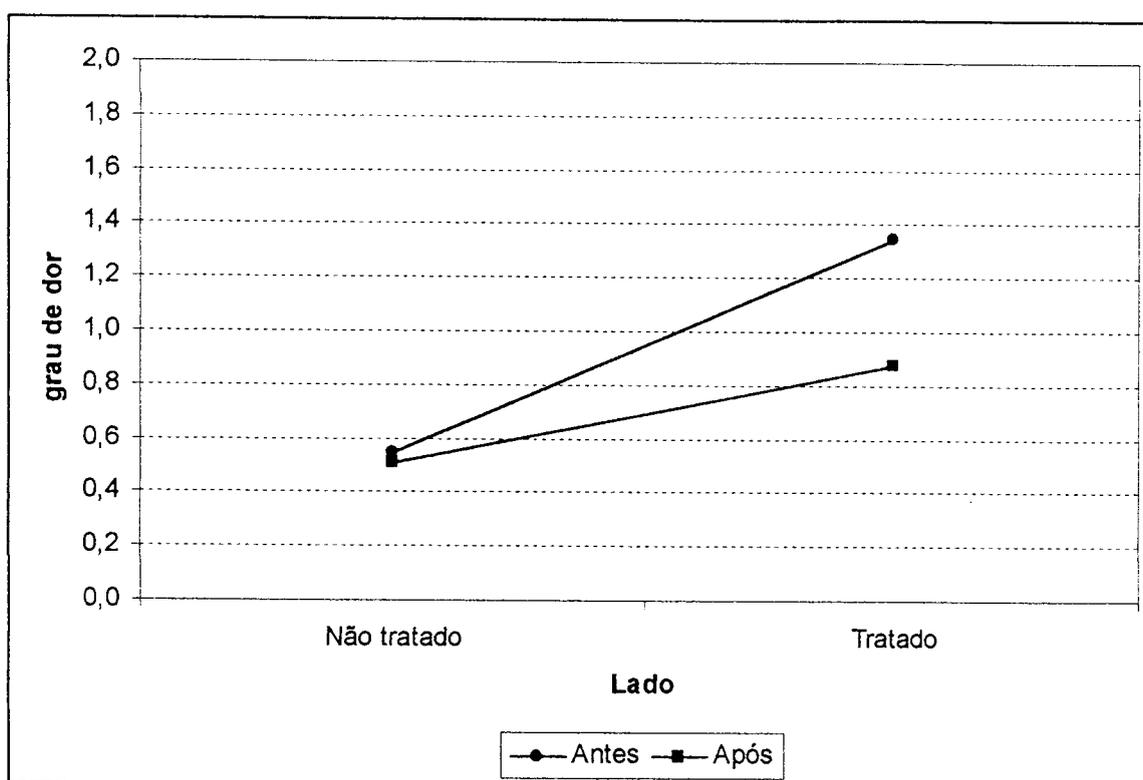


Figura 24- Variação do Grau de Dor médio antes e após irradiação laser para os dois lados

Tabela 24- Comparações múltiplas pelo método de Tukey para Grau de dor nas interações Laser e Lados (as diferenças significativas estão hachuradas)

Laser	Lado	Antes		Após	
		Tratado	Não Tratado	Tratado	Não Tratado
Antes	Tratado		0,0002	0,0003	0,0002
	Não Tratado	0,0002		0,0020	0,9360
Após	Tratado	0,0003	0,0020		0,0010
	Não Tratado	0,0002	0,9360	0,0010	

8. DISCUSSÃO

A análise estatística verificou a eficácia da terapia laser em baixa intensidade no tratamento da disfunção da articulação temporo-mandibular (ATM), por meio de avaliação eletromiográfica, biométrica e de dor.

Os dados primeiramente foram analisados de forma descritiva por gráficos e tabelas e posteriormente foram verificadas se as diferenças observadas eram ou não significativas.

Existem vários parâmetros que afetam a magnitude do sinal eletromiográfico (EMG), por exemplo, a localização dos eletrodos, o tamanho, a forma e o espaço entre eles, a quantidade de tecido adiposo existente entre o eletrodo e o músculo, a temperatura muscular, a área de secção transversal e a arquitetura do músculo em estudo, entre outros. Conseqüentemente, a análise e comparação de parâmetros do sinal EMG, tanto no domínio temporal, quanto no domínio de frequências, devem ser realizadas respeitando-se estes parâmetros.

Deste modo as comparações que podem ser feitas são intra-paciente, e de preferência dentro de um mesmo dia, já que os eletrodos não eram removidos durante a aplicação da irradiação laser. Mas para que uma comparação de resultados de dias diferentes pudesse ser realizada, o procedimento de normalização em relação à tarefa de contração voluntária máxima foi feito, para compensar as possíveis modificações nos posicionamentos dos eletrodos de um dia (dia 1) para o outro (dia 5). Assim sendo os resultados eletromiográficos de repouso 1 e mordida progressiva 1 foram normalizados em relação ao resultados da máxima contração voluntária 1; os resultados eletromiográficos de repouso 2 e mordida progressiva 2 foram normalizados em relação aos resultados de máxima contração voluntária 2; os resultados eletromiográficos de repouso 3 e mordida progressiva 3 foram normalizados em relação aos resultados da máxima contração voluntária 3; e os de repouso 4 e mordida progressiva 4 foram normalizadas em relação aos resultados da máxima contração voluntária 4.

Para a avaliação eletromiográfica, devido a grande variabilidade de sinais obtidos nos exames dos pacientes, e provavelmente devido ao tamanho da amostra, não foi possível detectar resultados estatisticamente significativos, que indicassem que o lado tratado pela irradiação laser tivesse atingido uma melhor condição de padrão de contração muscular, quando comparado ao lado não tratado. Os desvios padrão da avaliação eletromiográfica realizada também foram grandes, o que contribuiu para que os resultados não fossem estatisticamente significativos. Contudo, foi possível notar uma tendência de melhora do padrão eletromiográfico para o grupo temporal anterior tratado, vista pelos gráficos das tarefas de mordida progressiva, tarefa essa que foi o foco principal do estudo eletromiográfico. Para a tarefa de repouso, pequenas alterações são vistas, pois nesse estado o nível de atividade elétrica muscular é muito baixo, talvez a razão de não termos visto diferenças significativas.

Uma tarefa que merece pesquisa, é a do comportamento do músculo quando levado à fadiga muscular. Após a fadiga muscular, a musculatura envolvida poderia receber um protocolo de terapia laser em baixa intensidade, e após um determinado período, uma nova avaliação eletromiográfica seria realizada. Ou ainda, poderíamos tratar um grupo muscular com laser em baixa intensidade, e depois verificar o seu comportamento frente a uma tarefa que o leve à fadiga.

Com relação à avaliação do grau de dor foi observado que o lado não tratado manteve um determinado nível de dor ao longo do tratamento, diminuindo no final. Já o lado tratado apresentou uma grande diferença no início do tratamento para o lado não tratado. Para o lado tratado foi visto uma boa queda na média do grau de dor logo nas primeiras sessões, e diferenças nos graus de dor antes e após a irradiação laser, principalmente nos quarto e quinto dias. Quando comparados os lados, tratados e não tratados, ao longo do tratamento, percebeu-se uma estabilização no grau de dor do terceiro dia em diante, que está de acordo com os resultados obtidos nos trabalhos do grupo do Prof. Bradley⁸¹ e por Harness²⁹. Quando analisadas as interações entre os lados tratados e não tratados e antes e após a irradiação laser, somente não ocorreram diferenças entre os lados não tratados antes e após as irradiações laser. Isso demonstrou o efeito de analgesia promovido pela terapia, principalmente no lado tratado.

Segundo Simunovic ^{41,42} os efeitos analgésicos promovidos pelo laser em baixa intensidade ocorrem por diversos fatores a saber:

1. O laser em baixa intensidade aumenta os níveis de β -endorfina no liquor espinhal
2. Há um aumento da excreção urinária de glucocorticoide/ que é inibidor da síntese de β -endorfina.
3. Aumenta o limiar de dor mediante um mecanismo de bloqueio eletrolítico complexo das fibras nervosas. A permeabilidade da membrana das células nervosas para Na^+/K^+ diminui, causando uma hiperpolarização.
4. Aumenta a serotonina excretada na urina, que afeta negativamente a neurotransmissão.
5. O laser diminui a liberação de substâncias químicas como a bradicinina, um potente agente analgésico, que normalmente irrita os receptores dos nervos e causa dor; a histamina, um agente analgésico e antiinflamatório potente e acetilcolina, outro agente analgésico que é bloqueado por meio de um aumento na atividade da acetilcolinesterase.
6. O laser em baixa intensidade altera o balanço adrenalina/noradrenalina.
7. Ocorre um aumento na produção de ATP, que pode resultar em relaxamento muscular.
8. Aumento da microcirculação local e do suprimento de oxigênio para as células hipóxicas e para as áreas TPs. A asfixia dos tecidos é diminuída para um mínimo bem como se dá a remoção de radicais livres.
9. Há um aumento do fluxo linfático e a redução do edema.

Uma outra hipótese que pode ser formulada e que merece pesquisas futuras diz respeito à densidade de energia utilizada no presente estudo. O grupo do Prof. Bradley atualmente preconiza o uso de uma potência de saída da ordem de 200 mW, e uma densidade de energia na ordem de 100 J/cm^2 ⁸¹. No presente trabalho foram utilizadas as seguintes densidades de energia: $7,5 \text{ J/cm}^2$; 15 J/cm^2 e $22,5 \text{ J/cm}^2$ e potências de saída de: 50 mW; 100 mW e 150 mW. O grupo muscular temporal anterior foi o que demonstrou uma tendência de melhora, vista nos gráficos, para a tarefa de mordida progressiva, mesmo tendo sido o grupo que recebeu o tratamento com menor densidade de energia. O fato de ser um músculo que se apresenta mais próximo à superfície da pele, e por ter uma espessura menor, motivo que

justifica a irradiação com uma densidade menor de energia, segundo Pontinen⁶⁴, pode ser o motivo pelo qual uma menor densidade de energia tenha propiciado um efeito mais pronunciado. Tal raciocínio pode sugerir pesquisas futuras que utilizem uma densidade de energia maior para o tratamento do masseter, músculo que se localiza em maior profundidade e que apresenta maior espessura.

9.CONCLUSÕES

1. Pode-se concluir pela análise estatística que a mobilidade mandibular foi beneficiada pela terapia laser em baixa intensidade. O aumento do grau de abertura de boca foi significativo após o quinto dia de terapia ($p < 0,05$) quando comparado com todos os outros dias do tratamento. A terapia laser em baixa intensidade foi capaz de aumentar o grau de mobilidade mandibular após 5 sessões.

2. Devido a grande variabilidade de resultados coletados pela análise eletromiográfica ela não foi capaz de demonstrar de forma estatisticamente significativa se a terapia empregada foi eficiente.

3: Quando comparados os lados, tratados e não tratados, ao longo do tratamento, percebeu-se uma estabilização no grau de dor do terceiro dia em diante. Quando analisadas as interações entre os lados tratados e não tratados e antes e após a irradiação laser, somente não ocorreram diferenças entre os lados não tratados antes e após as irradiações laser. Isso comprovou o efeito de analgesia provocado pela terapia laser em baixa intensidade.

10. APÊNDICE

10.1 LISTA DE ABREVIATURAS

10.1.1 ACROGRAMAS

CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear

CW: C(ontinuous) W(ave), onda contínua

Et al.: et alii, e outros

EUA: Estados Unidos da América

FOUSP: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

IPEN: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

LASER: L(ight) A(mplification) by S(timulated) of E(mission) R(adiation) – amplificação da luzemissão estimulada de radiação

LILT: L(ow) I(ntensity) L(aser) T(herapy) – terapia com laser em baixa intensidade

MASER: M(icrowave) A(mplification) by S(timulated) E(mission) of R(adiation)-
amplificação de microondas por emissão estimulada de radiação

USA: United States of América

USP: Universidade de São Paulo

10.1.2 BIOLOGIA

PH: POTENCIAL HIDROGÊNICO

10.1.3 UNIDADES

⁰C : graus Celsius ou graus centígrados

cm: centímetro

cm²: centímetro quadrado

Hz: Hertz

J: Joule – unidade de energia

J/ cm² : Joules por centímetro quadrado

mJ: milijoule

m: metro

mm: milímetro

ms: milissegundo

mW: miliWatt – unidade de potência

nm: nanômetro

μV: microvolt – unidade de voltagem (corrente elétrica)

s: segundo

W: Watt – unidade de potência

%: porcentagem

β: beta

10.1.4 QUÍMICA

H: Hidrogênio

Al-Ga-As: Arseneto de Gálio Alumínio

Ga-As: Arseneto de Gálio

He-Ne: Hélio-Neônio

ATP: Adenosina Tri-fosfato

10.2 LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1- ATM (Disco Articular ,18 e parte da cápsula articular,19).....	7
Figura 2- Elemento funcional básico do sistema neuromuscular, a unidade motora.....	11
Figura 3- Pontos de irradiação laser.....	29
Figura 4- Óculos de proteção.....	30
Figura 5- Equipamento laser de diodo, $\lambda = 810 \text{ nm}$. A graduação de 0 a 5 indica potências de saída de 60 mW a 300 mW, com incrementos de 60 mW.....	31
Figura 6- Medidor de potência modelo POW-105 (Lasotronic-Suíça).....	31
Figura 7- Eletrodos em posição.....	34
Figura 8-Paquímetro Digital.....	34
Figura 9-Eletromiógrafo da Noraxon -EUA.....	35
Figura 10- Perfis de evolução da abertura de boca dos pacientes.....	48
Figura 11- Média ± 1 desvio padrão para a abertura de boca.....	48
Figura 12- Variação das médias dos sinais eletromiográficos normalizados para as Mordidas Progressivas do grupo masseter.....	52
Figura 13- Média ± 1 desvio padrão dos sinais eletromiográficos normalizados para as Mordidas Progressivas do grupo masseter.....	52
Figura 14- Variação das médias dos valores eletromiográficos das Mordidas Progressivas do grupo temporal.....	54
Figura 15- Média ± 1 desvio padrão dos valores eletromiográficos normalizados das Mordidas Progressivas do grupo temporal.....	55

Página

Figura 16- Variação das médias dos valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo masseter.....	57
Figura 17- Média \pm 1 desvio padrão dos valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo masseter.....	58
Figura 18- Variação das médias dos valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo temporal.....	60
Figura 19- Média \pm 1 desvio padrão dos valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo temporal.....	60
Figura 20- Variação do Grau de Dor médio ao longo das sessões.....	63
Figura 21- Média \pm 1 desvio padrão para o Grau de Dor.....	63
Figura 22- Variação do Grau de Dor médio ao longo dos dias para os dois lados.....	65
Figura 23- Variação do Grau de Dor médio ao longo dos dias, antes e após aplicação do laser.....	67
Figura 24- Variação do Grau de Dor médio antes e após irradiação laser para os dois lados.....	68

10.3 LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Abertura de boca (mm).....	39
Tabela 2- Graus de dor.....	40
Tabela 3-Sinais eletromiográficos para os grupos musculares masseter e temporal durante as tarefas de máxima contração voluntária 1 e 2 (Mcv 1 e Mcv 2)	41
Tabela 4- Sinais eletromiográficos para os grupos musculares masseter e temporal durante as tarefas de máxima contração voluntária 3 e 4 (MCV 3 e MCV 4) e a diferença percentual entre ambas, para todos os pacientes, no último dia de terapia.....	42
Tabela 5- Valores eletromiográficos normalizados para Mordida Progressiva 1 e Mordida Progressiva 2.....	43
Tabela 6- Valores eletromiográficos normalizados para Mordida Progressiva 3 e Mordida Progressiva 4 e a diferença percentual (normalização em relação à MCV3 e à MCV4).....	44
Tabela 7- Valores eletromiográficos normalizados para Mordida Progressiva 1 e Mordida Progressiva 3 e a diferença percentual (normalização em relação à MCV1 e à MCV3).....	45
Tabela 8 – Valores eletromiográficos normalizados para Repouso 1 e Repouso 3 e diferença percentual (normalização em relação à MCV1 e à MCV3)	
Tabela 9 - Evoluções de abertura de boca dos pacientes antes e após a irradiação <i>laser</i> apresentando os valores médios e desvio padrão.....	47
Tabela 10 - Análise de Variância para a abertura de boca.....	49
Tabela 11 – Comparações múltiplas pelo método de Tukey para a abertura de boca. (As diferenças significativas estão hachuradas).....	50
Tabela 12 - Médias e desvios padrão (entre parêntesis) dos sinais eletromiográficos normalizados para as Mordidas progressivas do grupo masseter.....	51
Tabela 13 - Análise de Variância para os valores eletromiográficos normalizados da Mordida Progressiva do grupo Masseter.....	53

Página

Tabela 14- Médias e desvios padrão (entre parêntesis) dos valores eletromiográficos normalizados para as Mordidas progressivas do grupo temporal.....	54
Tabela 15- Análise de Variância dos valores eletromiográficos normalizados para a Mordida Progressiva do grupo temporal.....	56
Tabela 16- Médias e desvios padrão (entre parêntesis) dos valores eletromiográficos normalizados para a Repouso do grupo masseter.....	57
Tabela 17- Análise de Variância para os valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo Masseter.....	59
Tabela 18- Médias e desvios padrão (entre parêntesis) para os valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo temporal.....	59
Tabela 19- Análise de Variância para os valores eletromiográficos normalizados do Repouso do grupo temporal.....	61
Tabela 20- Médias e desvios padrão (entre parênteses) para o Grau de Dor.....	62
Tabela 21- Análise de Variância para o Grau de dor.....	64
Tabela 22- Comparações múltiplas pelo método de Tukey para o Grau de dor para as interações Dias e Lado (as diferenças significativas estão hachuradas).....	66
Tabela 23- Comparações múltiplas pelo método de Tukey para Grau de dor nas interações Dias e Laser (as diferenças significativas estão hachuradas).....	67
Tabela 24- Comparações múltiplas pelo método de Tukey para Grau de dor nas interações Laser e Lados (as diferenças significativas estão hachuradas).....	68

anexo 1



Parecer - Projeto N° 040/CEP-IPEN/SP

Com base nos pareceres apresentados pelos relatores, o protocolo de pesquisa "Avaliação eletromiográfica da terapia laser de baixa intensidade no tratamento da dor e disfunção da articulação têmporo-mandibular e dos músculos mastigatórios", de responsabilidade da pesquisadora Denise Maria Zezell, foi considerado APROVADO.

São Paulo, 15 de maio de 2001


Prof. Dra. Martha Marques Ferreira Vieira
Coordenadora do CEP-IPEN

IPEN-CNEN/SP
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Travessa "R", N° 400 - Cidade Universitária - CEP 05508-900 - São Paulo - SP
Telefone: (011) 3816-9381 - Fax (011) 3816-9123
E-mail: mmvieira@net.ipen.br

anexo 2

**QUESTIONÁRIO PARA O PACIENTE RESPONDER:
COLOQUE O GRAU DE DOR, AO LADO DE CADA PERGUNTA, CONFORME A ESCALA
A SEGUIR**

DOR GRAUS: 0 (SEM DOR) 1 (SUAVE)	2 (MODERADA)	3 (SEVERA)
1- APRESENTA DOR NA FACE ?	SIM() UNILATERAL ()	NÃO() BILATERAL()
2- APRESENTA DOR NOS OUVIDOS?	SIM() UNILATERAL ()	NÃO() BILATERAL()
3- APRESENTA DOR AO LADO DA CABEÇA?	SIM() UNILATERAL ()	NÃO() BILATERAL()
4- APRESENTA DOR NA NUCA?	SIM() UNILATERAL ()	NÃO() BILATERAL()
5- APRESENTA DOR NOS OMBROS?	SIM() UNILATERAL ()	NÃO() BILATERAL()
6- ESCUTA RUÍDOS AO ABRIR A BOCA?	SIM() UNILATERAL ()	NÃO() BILATERAL()
7- ESCUTA RUIDOS AO FECHAR A BOCA?	SIM() UNILATERAL ()	NÃO() BILATERAL()
8- TEM DOR QUANDO MASTIGA?	SIM() UNILATERAL ()	NÃO() BILATERAL()
9- ACORDA COM O ROSTO DOLORIDO?	SIM() UNILATERAL ()	NÃO() BILATERAL()
10- APERTA OS DENTES QUANDO DORME?	SIM()	NÃO()
11- ACORDA COM OS DENTES SENSÍVEIS?	SIM()	NÃO()
12- QUAL É O LADO QUE MAIS DOE?	DIREITO()	ESQUERDO()
13- FAZ USO DE ALGUMA MEDICAÇÃO? Qual? _____	SIM()	NÃO()
14- JÁ PROCUROU ALGUM TRATAMENTO PRÉVIO? Qual? _____ _____ _____	SIM()	NÃO()

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1 - COSTEN, J.B. Syndrome of ear and sinus symptoms dependent upon functions of the temporomandibular joint. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 3: 1-4,1934.
- 2 - SHORE, N.A. Occlusal equilibration and temporomandibular joint dysfunction, Philadelphia, 1959, JB Lippincott.
- 3 - RAMFJORD , S.P. and ASH, M.M. Occlusion, Philadelphia, 1971, WB Saunders.
- 4 - GERBER, A. Kiefergelenk und Zahnokklusion. *Dtsch Zahnaerztl* 26:119,1971.
- 5 - GRABER, G. Neurologische und psychosomatische Aspekte der Myoarthropathien des Kauorgans ., *Zwr* 80:997,1971.
- 6 - VOSS , R. Behandlung von Beschwerden des Kiefergelenkes mit Aufbissplatten. *Dtsch Zahnaerztl Z* 19:545.1964.
- 7 - LASKIN, D.M. Etiology of the pain-dysfunction syndrome. *J Am Dent Assoc* 79(1):147-153. 1969.
- 8 - SCHWARTZ, L. Disorders of the temporomandibular joint., Philadelphia. W B Saunders. 1959.
- 9 - McNEILL, C.; DANZIG, D.; FARRAR, W.; GELB, H.; LERMAN , M.D.; MOFFETT, B.C.; PERTES, R.; SOLBERG, W.K.; WEINBERG, L.A. Craniomandibular (TMJ) disorders:state of the art. *J Prosthet Dent* 44:434-437.1980.
- 10 - BELL, W.E. Clinical management of temporomandibular disorders.Chicago. Year Book Medical Publishers.1982.
- 11 - BARROS, J.J. E RODE, S.M. Tratamento das Disfunções Craniomandibulares – ATM. Santos Editora. 1995.
- 12 - GOLDSTEIN M, CHEN TC: The epidemiology of disabling headaches, In: Critchley M, et Al. *Advances in neurology*. New York: Raven press 1978;33:377-390.
- 13 - SAPER JR, SILBERSTEIN S, GORDON C, HAMEL RL: In: *Handbook of headache management*. Baltimore: Williams and Wilkins,1993:1-6
- 14 -OKESON JP. In: *Orofacial pain. Guidelines for assessment, diagnosis, and management*. Carol Stream,IL: Quintessence Publishing Co. Inc.: 1996;113-126.

-
- 15-SOLBERG, WK. Epidemiology, incidence and prevalence of temporomandibular disorders: a review. 1982. Laskin D, Greenfield EG, Rugh J, Neff P, Ailing C, Ayer WA, eds. The President's conference on the examination diagnosis and management of Temporomandibular disorders. Chicago, American dental Association 1983;30-39.
- 16- DWORKIN, SF; HANSON-HUGGINS, KH; LERESCHE, LR; VONKORFF, M; HOWARD, J; TRUELOVE, E; SOMMERS, E. Epidemiology of signs and symptoms in temporomandibular disorders: clinical signs in cases and controls. *JADA* 1990;120:273-281.
- 17-RIDER, C. The incidence of some occlusal habits and headaches/neckaches in an initial survey population. *J. Prosthet dent* 1976;35:445-451
- 18-REIDER, CE; MARTINOFF, JT; WILCOX, AS. The prevalence of mandibular dysfunction. Part 1: Sex and age distribution of related signs and symptoms. *J. Prosthet dent* 1983;50:81-88
- 19-HANSSON, T; NILNER, M A study of the occurrence of symptoms of diseases of the temporomandibular joint, masticatory musculature, and related structures. *J Oral Rehabil* 1975;2:313-324
- 20-HELKIMO, M. Studies on function and dysfunction of the masticatory system. I: An epidemiological investigation of symptoms of dysfunction in Lapps in the North of Finland. *Proc Finn dent Soc* 1974;70:37-49
- 21-MAGNUSSON, T; CARLSSON, GE. Recurrente headaches in relation to temporomandibular joint pain dysfunction. *Acta Otolaryng Scand* 1978;36:333-338.
- 22-WANMAN, A; AGERBERG, G. Headache and dysfunction of the masticatory system in adolescents. *Cephalgia* 1986;6:247-255
- 23- MAGNUSSON, T; CARLSON GE. Comparison between two groups of patients in respect to headache and mandibular dysfunction. *Sed dent J* 1978;2:85-97
- 24- DAWSON, PE. Evaluation, diagnosis, and treatment of occlusal problems. St Louis: The C.V. Mosby Co., 1974:30-33
- 25- FARRAR, WB. The TMJ headache. In: Outline of temporomandibular joint diagnosis and treatment. Farrar and McCarty, eds. Montgomery, Alabama: The Normandie Study Group, 1979.
- 26- KREISBERG, M. Headache as a symptom of craniomandibular disorders I: Pathophysiology. *J Craniomandib Pract* 1986;2:134-142
- 27- CACCHIOTTI, D; PLESH, O; BIANCHI, P; MCNEILL, C. Signs and symptoms in samples with and without temporomandibular disorders. *J. Craniomandib Disord Facial Oral Pain* 1991;5:167-172

-
- 28- KEMPER, JT; OKESON, JP. Craniomandibular disorders and headaches. *J Pros Dent* 1983;49:702-705
- 29- HARNESS, DM; DONLON, WC; EVERSOLE, LR. Comparison of Clinical characteristics in myogenic, TMJ internal derangement and atypical facial pain patients. *Clin J Pain* 1990;6:4-17.
- 30- CRAIG, J.A.. Delayed-Onset Muscle Soreness: Lack of Effect of Combined Phototherapy/Low-Intensity Laser Therapy at Low Pulse Repetition Rates. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. Vol 14(6):375-380.1996
- 31- MACHIEL NAEIJE; JAMES, J.R.; HUDDLESTON SLATER AND FRANK LOBBEZOO. Variaton in Movement Traces of the Kinematic center of the Temporomandibular Joint. *Jornal of Orofacial Pain*. Vol 13 (2):121-127.1999
- 32- MALIN EMBERG. Pain, Allodynia, and serum serotonin level in Orofacial Pain of Muscular origin. *Journal of Orofacial Pain*. Vol 13(1):56-62.1999
- 33- MINORU AI Disfunção Temporomandibular –ATM- Diagnóstico e Tratamento. Editora Santos. 1995
- 34- PAULA EDUARDO, L.R.; ABRÃO, J.; RINO NETO, J.; BATISTA DE PAIVA, J. O emprego do aparelho ortopédico no paciente adulto com disfunção- revista de literatura. *Ortodontia*. Vol 31(1):88-96.1998.
- 35- BRADLEY, P.F. A review of the use of the neodymium YAG laser in oral and maxillofacial surgery. *British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*. Vol 35(1):26-35.1997
- 36- PER ALSTERGREN. TMJ Pain in relation to Circulating Neuropeptide Y, Serotonin, and Interleukin-1B in Rheumatoid Arthritis. *Journal of Orofacial Pain*. Vol 13 (1):49-55.1999
- 37- EHRLICH, R.; GARLICK, D.; AND NINIO, M. The effect of Jaw Clenching on the Electromyographic Activities of 2 neck and Trunk Muscles. *Journal of Orofacial Pain*. Vol 13(2): 115-120.1999
- 38- KUBOKI ,T. Effect of Occlusal Appliances and Clenching on the Internally deranged TMJ Space. *Journal of Orofacial Pain*. Vol 13(1): 38-48.1999
- 39- ARIMA, T. Experimental Grinding in Healthy Subjects: A Model for Postexercise Jaw Muscle Soreness ? *Journal of Orofacial Pain*. Vol 13(2):104-114.1999
- 40- FUJII, T. Occlusal Conditions Just After the Relief of temporomandibular Joint Clicking. *The Journal of Craniomandibular Practice*. Vol 17(2):143-148.1999
- 41- SIMUNOVIC, Z.. Low Level Laser Therapy with Trigger Points Technique: A Clinical Study on 243 Patients. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. Vol 14(4): 163-167.1996.

-
- 42- SIMUNOVIC, Z. Treatment of Medial and Lateral Epicondylitis – tennis and Golfer's Elbow – with Low Level Laser Therapy: A multicenter Double Blind, Placebo-Controlled Clinical Study on 324 patients. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. Vol 16(3): 145-151.1998.
- 43- RAUHALA, K; OIKARINEN, KS; AND RAUSTIA, AM: Role of Temporomandibular Disorders (TMD) in Facial Pain:Occlusion, Muscle and TMJ Pain. *J Cranio*.1999(17):4.254-261.
- 44- VIEIRA, M.M. E PAURA, A.C. Da disfunção da articulação Têmporo-mandibular na oclusão normal e na mal-oclusão. *Ortodontia*:32(1):18-29.jan-abr.1999,.
- 45- MCMINN,R.M.H. ; HUTCHINGS, R.T. E LOGAN, B.M. Atlas Colorido de Anatomia da Cabeça e do Pescoço. Artes Médicas . 1983. p.240.
- 46- PROFFIT, W.R. . *Ortodontia Contemporânea*.Pancast Editora Com. e Repres. LTDA São Paulo.1991:516-518.
- 47- BASMAJIAN, J.V.; De LUCA, C.J. EMG signal amplitude and force. In: BASMAJIAN, J.V. *Muscle alive*. Baltimore, Williams & Wilkins, 1985. p.187-200.
- 48- DE LUCA, C.J. The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, v.13, p.135-63, 1997.
- 49 -SNYDER-MACKLER,L.; ROBINSON, A.J. *Clinical electrophysiology*.Baltimore, Willians & Wilkins, 1989.
- 50 ROTHWELL, J. *Control of human voluntary movement*. 2.ed. England, Chapman & Hall, 1994.
- 51- WINTER, D.A: *The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological*. 2.ed. Waterloo, University of Waterloo, 1990.
- _____. *Biomechanics of human movement*. New York, John Wiley & Sons, 1979.
- _____. *Pathologic gait diagnosis with computer-averaged electromyographic profiles*. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, v.65, p.393-98, 1984.
- 52- LOEB, G.E.; GANS, C. *Electromyography of experimentalists*. Chicago, University Chicago, 1986.
- 53- WEXLER, G.B. AND MCKINNEY M.W. Temporomandibular Treatment Outcomes Within Five Diagnostic Categories. *The Journal of Craniomandibular Practice*.17(1):30-37.1999
- 54 -ERNST , E. , PITTLER, M.H. The effectiveness of acupunture in trating acute dental pain: a systematic review. *Br Dent J*.184 (9):443-7.1998
- 55 - ROSTED, P. The use of acupunture in dentistry. *Austr Dent J*.43(6).1998.

-
- 56 -ROSTED, P. Introduction to acupuncture in dentistry. *Br Dent J.* 189(3):136-40.1998.
- 57 -ROSTED, P. The use of acupuncture in dentistry: a review of the scientific validity of published papers. *Oral Dis J.* 4(2):100-4.1998.
- 58- HALCIN, C.H. AND UITTO J. Biologic Effects of Low-Energy Lasers. Capítulo 15:303-328.
- 59- TUNÉR, H. E HODE, L. Low Level Laser Therapy. Clinical Practice and Scientific Background. Prima Books in Sweden AB. 1999
- 60- HANSSON, T.L.. Infrared Laser in the treatment of craniomandibular disorders, arthrogenous pain. *Journal Prosthetic dentistry.* Vol 61(5):614-617.1989.
- 61- PALANO, D; MARTELLI, M; AVI, R; GAURNERI, L; PALMMIERI, B. A clinic statistical investigation of laser effect in the treatment of pain and dysfunction of temporomandibular joint (TMJ). *Medical Laser report* No 2; 1985;21-9.
- 62- PINHEIRO, A.L.B. E COL. Low-level Laser Therapy in the Management of Disorders of the Maxillofacial region. *Journal of Clinical Laser & Surgery.* Vol 15(4): 181-183.1997
- 63- PINHEIRO, A.L.B. E COL. Low-Level Laser Therapy is an Important Tool to Treat Disorders of the Maxillofacial Region. *Jornal of Clinical Laser Medicine & Surgery.* Vol 16(4):223-226.1998.
- 64- PONTINEN, P. J. Low Level Laser Therapy as a Medical Treatment Modality. Art Urpo Ltd.Tampere.1992
- 65- HANSSON, T.L.. Infrared Laser in the treatment of craniomandibular disorders, arthrogenous pain. *Journal Prosthetic dentistry.* Vol 61(5):614-617.1989.
- 66-MAINMAN, T.H. Stimulated optical radiation in rubi. *Nature*, v. 107, 493-4, 1960.
- 67- RIBEIRO M.S. . INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO LASER LINEARMENTE POLARIZADA DE BAIXA INTENSIDADE COM TECIDOS VIVOS: EFEITOS NA ACELERAÇÃO DE CICATRIZAÇÃO TISSULAR EM LESÕES DE PELE. (TESE DOUTORADO- IPEN- SÃO PAULO 2000)
- 68-BASFORD, J. Low-energy laser therapy: controversises and new research findings. *Lasers Surg Med* 1989;9:1-5
- 69- KARU T. Photobiology of low-power laser effects. *Health Phys* 1989;56:691-704
- 70-CYNTHIA, H. HALCIN AND JOUNI UITTO Biologic Effects of Low-Energy Lasers. Capítulo 15:303-328.
- 71-MESTER, E; KORENYI-BOTH, A; SPIRY, T; SCHER, A. TISZA. Stimulation of wound healing by means of lase rays. *Acta Chir Acad Sci Hung* 1973;14:347-356.

- 72-LAM, TS; ABERGEL, RP; MEEKER, CA; CASTEL, JC; DWYER, RM; UITTO, J. Laser stimulation of collagen synthesis in human skin fibroblast cultures. *Lasers Life Sci* 1986;1:61-77.
- 73-ABERGEL, RP; MEEKER, CA; LAM, TS; DWYER, RM; LEVASOY, MA; UITTO, J. Control of connective tissue metabolism by lasers: recent developments and future prospects. *J Am Acad Dermatol* 1984;11:1142-1150.
- 74-JAN TUNÉR E LARS HODE. *Low Level Laser Therapy. Clinical Practice and Scientific Background*. Prima Books in Sweden AB. 1999
- 75-OHTA, A; ABERGEL, RP; UITTO, J. Laser modulation of human immune system: inhibition of lymphocyte proliferation by a gallium-arsenide laser at low energy. *Lasers Surg Med* 1987;7:199-201.
- 76- REDDY, G.K.; STEHNO-BITTEL, L.; ENWEMEKA, C.S. Laser photostimulation of collagen production in healing rabbit Achilles tendons. *Lasers Surg. Med.*, v.22, p. 281-7,1998.
- 77-RIBEIRO, M.S. Estudo teórico-experimental dos efeitos não térmicos da radiação laser polarizada em tecidos vivos. Dissertação de Mestrado, IPEN/CNEN-SP,1991.
- 78- PALANO, D; MARTELLI, M; AVI, R; GAURNERI, L; PALMMIERI, B. A clinic statistical investigation of laser effect in the treatment of pain and dysfunction of temporomandibular joint (TMJ). *Medical Laser report* No 2; 1985;21-9.
- 79-NUNO, M.L. OLIVEIRA; NIVALDO, A. PARIZZOTTO, and TANIA, F. SALVINI. GaAs (904-nm) Laser Radiation Does Not Affect Muscle Regeneration in Mouse Skeletal Muscle. *Lasers in Surgery and Medicine* 25:13-21 (1999).
- 80- GUERINO, M.R.; BARANAUSKAS, V.; GUERINO, A.C. ; PARIZOTTO, N.. Laser treatment of experimentally induced chronic arthritis. *Applied Surface Science* 154-155 (2000):561-564.
- 81 - BRADLEY, P., GROTH, E.; GURSOY, B.; KARASU, H.; RAJAB, A.; SATTAYUT, S.. *The Maxillofacial Region: Recent Research and Clinical Practice in Low Intensity Laser Therapy (LILT)*. *Lasers in Medicine and Dentistry. Basic Science and up-to-date clinical application of Low Energy-Level Laser Therapy*. Rijeka: Vitagraf, 2000. -544p. cap. 14.
- 82-WALTHARD, K.M.; TCHICALOFF, M. Puntos motores In: LICHT, S. *Eletrodiagnóstico y electromiografía*. 2.ed., Barcelona, JIMS, 1970. p.163-84.



M22298



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.