

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Centro de Ciências da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Odontologia  
Área de Concentração em Periodontia

**AVALIAÇÃO CLÍNICA DO EFEITO DA IRRADIAÇÃO  
PÓS-OPERATÓRIA DO LASER DE BAIXA  
INTENSIDADE NA CICATRIZAÇÃO DE  
GENGIVOPLASTIAS EM HUMANOS**

Natal  
2007

Flaviana Pires Camelo

**AVALIAÇÃO CLÍNICA DO EFEITO DA IRRADIAÇÃO  
PÓS-OPERATÓRIA DO LASER DE BAIXA  
INTENSIDADE NA CICATRIZAÇÃO DE  
GENGIVOPLASTIAS EM HUMANOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFRN como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Odontologia, área de concentração em periodontia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Gomes Seabra

Natal  
2007

## **DEDICATÓRIA**

### **A DEUS,**

Arquiteto de todo o universo, pela chance que me concebeu, de expandi meu espírito e minha consciência, e por ter me mostrado claramente, a necessidade de me deixar ser apenas um instrumento de sua vontade; e, em sua infinita bondade, ter estado sempre presente, seja manifestando-se nas pessoas que estiveram nessa maravilhosa jornada ou mesmo em situações onde as dificuldades do caminho se mostravam extremamente penosas... E nessas horas, o sopro divino me espirava a progredir, polindo e ampliando a minha fé.

Sou extremamente grata, por ter colocado, muitas vezes, o rosto do teu amado filho em meus sonhos e em meus pensamentos, olhando-me com a ternura necessária, fazendo-me lembrar que também sou seu filho e, por isso, nada me faltará durante o comprimento dos planos que elaborastes para mim...

### **A MINHA MÃE,**

Que tantas vezes renunciou seus próprios desejos e sonhos para que os meus se realizassem. Tenho grande orgulho de disser que amo você tão intensamente que, tudo aquilo construído por mim, é feito, de forma a representar um monumento em homenagem a você.

### **A MEU PAI,**

Que nunca mediu esforços para me ajudar nessa longa caminhada. Mesmo às vezes distante sempre esteve presente. Admiro sua força de vontade e capacidade de ser digno e batalhador. Isto tudo foi muito motivador na minha caminhada. Obrigada Pai, você é muito especial.

### **AOS MEUS IRMÃOS,**

Que sempre estiveram presentes na minha vida, acreditando e confiando em mim, esta vitória também é de vocês. Obrigado por tudo.

### **A MEU NOIVO,**

Que me mostrou o quanto é fascinante descobrir o potencial do amor e da esperança, que por muitas vezes, ficam encobertos por nossos medos. Te Amo.

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Ao Professor Eduardo Gomes Seabra, pela grande disposição que me recebeu como orientada nesse curso, mostrando-me de uma forma amigável, o seu valor como professor, orientador e pesquisador. Agradeço por todas as oportunidades, e principalmente a confiança depositada em mim nesses anos. Seu exemplo de amor pela profissão e a dedicação pela pesquisa, mais do que comover, serão objetos de reflexão por toda minha vida. Minha eterna gratidão.

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte, que nos ofereceu condições para que essa pós-graduação fosse realizada.

Aos pacientes que participaram deste estudo, pela colaboração e disponibilidade. Sem eles este trabalho não teria sido realizado.

Aos professores da disciplina de periodontia, Dr. Odilon de Amorim Garcia Filho, Dr. José Nazareno Aguiar Júnior e Dra. Juacema de Lima Soares Silveira, pelo apoio dado durante todo o curso, mostrando sempre a competência e os valores profissionais de cada um.

Aos professores e funcionários do departamento de Odontologia Preventiva, principalmente à Professora Maria Ângela Fernandes Ferreira por todas as sugestões dadas para o desenvolvimento desta dissertação.

Ao Professor Angelo Giuseppe Roncalli, pela sua disponibilidade para realização da Análise Estatística deste trabalho.

Aos amigos do mestrado, Alexandre, Bruna Rafaela, Bruna Amaral, Jaqueline, e principalmente, Nicole, Candice e Alinne, meu sincero afeto pela imensurável ajuda em todos os períodos do meu curso. O desprendimento e companheirismo demonstrados nos momentos de alegrias e nos de serenidade evidenciaram as verdadeiras dimensões da palavra amizade, sem a qual esse trabalho não teria sido realizado. Obrigado por me permitirem chegar até aqui.

A todos os funcionários da biblioteca sempre muito gentis e competentes.

Aos funcionários do departamento de Periodontia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pela paciência e ajuda prestada.

## **EPIGRAFE**

“Nenhum raio de sol jamais é perdido, mas a erva que ele desperta para a vida precisa de tempo para crescer; e nem sempre é garantida a sua colheita. Todo trabalho que vale alguma coisa, é feito em confiança.”

**Albert Schweitzer.**

## RESUMO

Vários estudos têm sido realizados para compreender o processo de reparo tecidual, bem como os possíveis efeitos da terapia a laser na cicatrização de feridas. Entretanto, a influência da irradiação do laser de baixa intensidade no processo de reparo ainda não está totalmente clara. Nosso trabalho teve como objetivo avaliar clinicamente, em humanos, o efeito da irradiação pós-operatória do laser de baixa intensidade no processo de reparo gengival após gengivoplastia. Participaram desse estudo 24 pacientes portadores de hiperplasia gengival inflamatória, que não regrediu com os procedimentos básicos periodontais, e portadores de pigmentação melânica, com indicações estéticas. Após a cirurgia o lado teste, escolhido aleatoriamente através de um sorteio, recebeu aplicação do laser com densidade de energia de  $4 \text{ J/cm}^2$ , imediatamente o término da cirurgia e a cada 48h, durante 1 semana, totalizando 4 sessões. O lado controle não foi irradiado. A análise clínica visual foi feita por um único examinador de maneira cega, no 2º, 4º, 6º, 8º, 15º e 21º dia do pós-operatório. Para a análise estatística dos dados obtidos foi utilizado o teste qui-quadrado. Com relação à cor, os resultados obtidos mostraram um melhor reparo cicatricial durante o período de 6 a 8 dias. Quando avaliado o grau de evolução da ferida cirúrgica, os resultados mostraram que o lado teste apresentou uma melhor cicatrização em relação ao lado controle no 2º, 6º, 8º e 15º dia de pós-operatório, entretanto, no tempo de 21 dias ambos foram considerados iguais. Podemos constatar que o laser influenciou clinicamente no processo de reparo após cirurgias de Gengivoplastia no período de 2 a 15 dias de pós-operatório.

## **ABSTRACT**

### **Clinical assessment of postoperative effect of the low frequency laser irradiation in the healing of gingivoplasty in humans**

Many studies have been made to understand the process of tissular cicatrization, as well as the possible effects of laser therapy in the wound healing. However, the influence of low frequency laser irradiation in the repairing process is not completely understood. Our study has the purpose to assess clinically the effect of postoperative irradiation of the low frequency laser in humans, and the gingival repairing process postgingivoplasty performed with the extern bevel technique. Twenty-four patients with inflammatory gingival hyperplasia were enrolled in this study, which did not reduce with basic periodontal procedures, and patients with melanin pigmentation, with esthetic indications. After surgery the test group, randomly selected by a drawing, received laser application with energy density of 4 J/cm<sup>2</sup>, immediately after surgery and each 48 hours, during a week, with a total of 4 sections. The control group did not receive irradiation. The visual clinical analyses were performed by a single blind examiner, in the 2<sup>nd</sup>, 4<sup>th</sup>, 6<sup>th</sup>, 8<sup>th</sup>, 15<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> days post surgery. For statistic analyses of the data was used a Q-square test. Concerning the color, the results showed a better wound healing during days 6 to 8. when assessed the degree of progress of surgical wound, the results showed that the test group had a better cicatrization compared with the control group in the 2<sup>nd</sup>, 6<sup>th</sup>, 8<sup>th</sup> and 15<sup>th</sup> days post surgery, and at the 21<sup>st</sup> day both groups had the same results. Our results confirm that the laser had clinical influence in the repairing process after gingivoplasty surgery during days 2 to 15 post surgery.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Paciente com hiperplasia gengival inflamatória.....	43
Figura 2. Laser utilizado para realização do experimento.....	47
Figura 3. Irradiação do laser no pós-operatório imediato, no lado teste.....	48
Figura 4. Avaliação clínica da cor da gengiva no pós-operatório, comparando o lado teste e o lado controle, sem tratamento com a luz laser, no 2º, 4º, 6º e 8º dia após a cirurgia.....	55
Figura 5. Avaliação do grau de reparação no pós-operatório, comparando o lado teste e o lado controle, sem tratamento com a luz laser em todos os tempos do experimento.....	59
Quadro 1. Variáveis dependentes analisadas no estudo.....	50
Quadro 2. Variáveis independentes analisadas no estudo.....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Teste Qui-quadrado para avaliação clínica da cor da gengiva no pós-operatório, comparando o lado teste (lado que recebeu a fototerapia) e o lado controle, sem tratamento com a luz laser, no 2º, 4º, 6º e 8º dia após a cirurgia..... 54

Tabela 2- Teste Qui-quadrado para avaliação clínica do contorno gengival no pós-operatório, comparando o lado teste (lado que recebeu a fototerapia) e o lado controle, sem tratamento com a luz laser, no 2º, 4º, 6º e 8º dia após a cirurgia..... 56

Tabela 3- Teste Qui-quadrado para avaliação clínica do grau de reparação no pós-operatório, comparando o lado teste (lado que recebeu a fototerapia) e o lado controle, sem tratamento com a luz laser, em todos os tempos do experimento ..... 58

## LISTA DE ABREVIATURAS

AsGa – Laser de diodo de Arseneto de Gálio  
AsGaAl – Laser de diodo de Arseneto de Gálio – Alumínio  
AsGaAlP - Laser de Gálio – Alumínio – Índio – Fósforo  
CO<sub>2</sub> – Laser de Dióxido de carbono  
cm<sup>2</sup> – centímetros quadrado  
Er:YAG - Laser de Érbio : Ítrio-Alumínio-Granada  
FGF – Fator de crescimento derivado de fibroblasto  
He- Ne – Laser de Hélio/Neônio  
HILT- Laser de alta intensidade  
IL-1 $\beta$  - Interleucina -1 $\beta$   
J/cm<sup>2</sup> – Joules por centímetro quadrado  
LILT – Laser de baixa intensidade  
mW- Miliwatt  
mm- Milímetro  
ml- Mililitro  
mg/Kg- Miligrama por kilo  
ml/Kg- Mililitro por kilo  
nm - Nanômetro  
Nd:YAG – Laser de Neodímio : Ítrio-Alumínio-Granada  
PGE<sub>2</sub> – Prostaglandina E<sub>2</sub>  
PDGF – Fator de crescimento derivado de plaquetas  
TGF $\beta$ <sub>2</sub> – Fator de crescimento transformador  
W - Watts

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
2.1 CICATRIZAÇÃO APÓS GENGIVECTOMIA/GENGIVOPLASTIA.....	17
2.2 LASER.....	20
2.2.1 Histórico.....	20
2.2.2. Laser de baixa intensidade na cicatrização de feridas cirúrgicas.....	21
2.2.2.1 Estudos <i>in vitro</i> .....	21
2.2.2.2 Estudos <i>in vivo</i> .....	25
2.2.2.3 Estudos em humanos.....	37
<b>3 PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>42</b>
4.1 TIPO DE ESTUDO REALIZADO.....	43
4.2 SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES E LOCAL DE REALIZAÇÃO.....	43
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	43
4.4 MATERIAL UTILIZADO.....	44
4.5 PREPARO PRÉVIO DOS PACIENTES.....	45
4.6 TÉCNICAS CIRÚRGICAS.....	46
4.7 APLICAÇÃO DO LASER.....	47
4.8 AVALIAÇÃO CLÍNICA DAS FERIDAS.....	48
4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	49

4.10 TABELA DE VARIÁVEIS.....	49
4.11 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	51
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>52</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>60</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>

# INTRODUÇÃO

---

# 1 INTRODUÇÃO

A palavra laser advém da abreviatura do seu próprio significado, Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, ou seja, amplificação da luz por emissão estimulada de radiação. Em 1960 Mainman<sup>48</sup>, utilizou um cristal de rubi para produzir a primeira luz laser emitida no espectro visível. A partir desta descoberta, muitos estudos foram realizados, havendo uma crescente utilização do laser, principalmente na Medicina. A utilização na Odontologia iniciou-se em 1964, através de um estudo feito por Stern e Sognnaes<sup>77</sup>, com o laser de rubi aplicado em esmalte e dentina. A partir daí, diversas pesquisas utilizando diferentes comprimentos de onda foram realizados e continuam atualmente.

Existem diversos tipos de lasers que podem ser classificados de acordo com sua potência e a capacidade de interação com os tecidos: os lasers de baixa intensidade de energia (LILT - Low Intensity Level Treatment), e os lasers de alta intensidade de energia (HILT - High Intensity Level Treatment).

Os principais lasers de alta intensidade de energia são: de Argônio, Neodímio (Nd: YAG), Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), e o de Érbio (Er: YAG), que possuem, de forma geral, efeito de corte e coagulação<sup>10</sup>.

Os lasers de baixa intensidade mais utilizados na Odontologia são os de Hélio-Neônio (He-Ne), cujo comprimento de onda é 632,8 nm e o de Arseneto de Gálio-Alumínio (ArGaAl), cujo comprimento de onda é 780 – 830 nm. São atribuídos a esses lasers efeitos como bioestimulação, analgesia, ação antiinflamatória e antiedematosa, sendo utilizados nos casos de aftas, herpes labial, queilite angular, trismo, parestesias, hipersensibilidade dentinária e pós-operatório<sup>10</sup>.

A resposta analgésica da fototerapia pode ser mediada por mecanismos hormonais/opioides e suas respostas dependem diretamente da dose e do comprimento de onda<sup>38</sup>.

As ações antiinflamatórias e antiedematosas são exercidas mediante a aceleração da microcirculação, originando as alterações na pressão hidrostática capilar, com reabsorção do edema e eliminação do acúmulo de metabólitos intermediários. Por outro lado, o laser aumenta a atividade celular dos tecidos irradiados acelerando a mitose, ação que se observa principalmente na reparação cicatricial das lesões, por maior vascularização e formação abundante de tecido de granulação.<sup>35, 86, 8</sup>

Os aspectos mais relevantes da ação do laser no processo cicatricial são: proliferação de fibroblastos, síntese de colágeno, estimulação da fagocitose, e aumento na produção de matriz extracelular. Essas observações são asseguradas em sua maioria por estudos feitos *in vitro*, o que não é observado com consistência, tampouco encontrado com frequência *in vivo*.<sup>18</sup>.

O laser de baixa intensidade apresentou resultados promissores na década de 1960, quando Mester e colaboradores iniciaram as pesquisas, descrevendo seus primeiros resultados clínicos em relação à cicatrização tecidual.

Descobriu-se que a irradiação do laser de baixa intensidade estimulava a proliferação celular e também a vascularização em tecidos injuriados. O seu efeito estimulador inicialmente foi utilizado na cicatrização de feridas, e atualmente, este recurso terapêutico é bastante pesquisado na reparação de diversos tecidos biológicos<sup>52</sup>.

A partir dos trabalhos de Mester, muitas publicações vêm descrevendo os efeitos que os lasers de baixa intensidade oferecem para o reparo de feridas abertas. Na realidade, uma grande quantidade de protocolos para esse tipo de laser vem sendo discutida. Essas variações estão representadas por diferentes modelos experimentais utilizados para estudo, até mesmo diferentes parâmetros referentes às variáveis físicas de aplicação desta terapia, como tempo de exposição, comprimento de onda, densidade de energia e outros.

Como a maioria das pesquisas são realizadas em animais ou cultura de células, há necessidade de um estabelecimento de padrão de um maior número de estudos controlados em humanos antes que a utilização dos lasers seja mais difundida.

A importância deste trabalho, portanto, está no fato da necessidade do desenvolvimento de um estudo, em humanos, que possa avaliar os efeitos do laser na cicatrização em pós-operatórios de gengivoplastias.



# REVISÃO DE LITERATURA

---

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 CICATRIZAÇÃO APÓS GENGIVECTOMIA/GENVIVOPLASTIA

Robicsek (1884 citado por Lindhe, 1999)<sup>65</sup> foi um dos primeiros a descrever o procedimento de gengivectomia, sendo realizada uma incisão linear na mucosa ceratinizada. Zentler (1918)<sup>87</sup> alterou a técnica realizando uma incisão seguindo o contorno da margem gengival. Só em 1951, Goldman<sup>27</sup> preconizou a técnica mais aceita até os dias atuais. A partir da descrição da técnica, iniciaram os trabalhos para avaliar a cicatrização gengival após cirurgias de gengivectomia.

Orban e Archer (1945)<sup>57</sup> avaliaram histologicamente a cicatrização gengival após cirurgias de gengivectomia em humanos. Após as cirurgias foram removidas secções de gengiva para análise histológica, sendo realizadas no 2º, 4º, 6º, 8º, 10º, 12º e 14º dia de pós-operatório. Pela análise histológica pode-se concluir que há, inicialmente, a formação de coágulo e inflamação aguda do tecido conjuntivo e que no 14º dia de pós-operatório há um recobrimento completo da ferida pelo epitélio.

Waerhaug (1955)<sup>80</sup> avaliou, em cães, a influência da extensão da incisão da gengivectomia na cicatrização. Para esse estudo, foram utilizados 22 dentes de dois cães com gengiva saudável. A primeira incisão era feita no nível mais apical da bolsa periodontal. Foi observada clinicamente a completa reepitelização após o 14º dia de pós-operatório. A profundidade de sondagem nas primeiras semanas era zero ou próxima de zero, sendo observado o desenvolvimento do sulco gengival, de profundidade de 0,5mm, após esse período inicial de cicatrização. Os autores sugeriram a realização da incisão a 1 mm do fundo da bolsa evitando assim, comprometimento das fibras da inserção conjuntiva.

Ramfjord e Costich (1963)<sup>62</sup> utilizaram 10 dentes de nove pacientes que necessitavam de prótese total imediata para avaliarem, histologicamente, a cicatrização gengival após gengivectomia. As amostras para análise histológica foram obtidas em vários períodos de tempo entre o tempo 0 e o 44º dia após a cirurgia. Foi observada uma completa reepitelização no 7º dia, início da ceratinização no 12º e formação do sulco gengival no 44º dia. Os autores relataram que a formação do novo sulco gengival se deve à migração do epitélio gengival para a área de sulco e/ou à proliferação de tecido conjuntivo reconstruindo um novo tecido gengival.

Donnenfeld e Glickman (1966)<sup>21</sup> mostraram a formação das distâncias biológicas após gengivectomia em humanos. Foram utilizados 54 dentes anteriores superiores para medições da base do sulco, sendo estas feitas antes da cirurgia, no pós-operatório imediato, e na 1°, 2°, 4°, 8° e 12° semana após a cirurgia. A largura da gengiva inserida também foi medida. A junção cimento-esmalte foi usada como referência para medição do fundo da bolsa e da sua distância até o fundo da bolsa. Os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa na posição da base do sulco gengival e nem da posição da linha mucogengival após cicatrização de gengivectomia em humanos.

Engler, Ramfjord e Hiniker (1966)<sup>22</sup> realizaram um estudo para avaliar a dinâmica da reepitelização após cirurgia de gengivectomia em três macacos. Foram obtidas biópsias no intervalo de 2 horas a 35 dias após a cirurgia para análise histológica e radioautográfica. Foi observado inicialmente necrose das margens e inflamação aguda do tecido conjuntivo, entre 12 e 24 horas após a cirurgia, começaram a migração e o aumento da síntese de DNA nas células epiteliais, sendo o pico de atividade nas bordas da ferida entre 24 e 36 horas. A migração epitelial foi de 0,5 mm por dia; duas semanas após a cirurgia havia completa reepitelização da área e o sulco gengival se formou entre a 3° e 5° semana.

Ramfjord, Engler e Hiniker (1966)<sup>63</sup> estudaram ainda a cicatrização do tecido conjuntivo após gengivectomia. A resposta inicial foi observada duas horas após a cirurgia caracterizada por uma inflamação aguda. O pico de proliferação celular foi no 3° dia e a cicatrização do conjuntivo começou 0,3 a 0,5 mm abaixo da superfície da ferida, esperando a completa epitelização para poder se espalhar. A cicatrização completa da área cirúrgica e o restabelecimento da saúde gengival ocorreram entre o 21° e 35° dia de pós-operatório.

Stahl (1968)<sup>75</sup> avaliou características clínicas e histológicas da cicatrização de gengivectomia em 218 dentes com bolsas supra-ósseas de 128 pacientes com doença periodontal. As biópsias foram obtidas em intervalos de tempo de 0 ao 28° dia de pós-operatório, perfazendo um total de 218. Houve reepitelização completa dentro de 7 a 14 dias. Persistência de elementos celulares jovens e aumento no número de vasos foram observados o que caracterizou uma inflamação que aumentou com o tempo. Não houve completa organização do tecido conjuntivo durante o período de experimento (28 dias) e a paraceratinização estava presente na maioria das biópsias. O autor relatou ainda a necessidade direta de um rigoroso controle de placa para a cicatrização do tecido.

Henning (1969)<sup>31</sup> estudou através do método da radioautografia, a cicatrização do epitélio gengival de 34 ratos; sacrificados com 30 min, 2, 4, 12 e 14 horas e de 2 a 27 dias após as cirurgias. A atividade mitótica alcançou pico no intervalo de 24 e 48 horas,

alcançando níveis normais com 12 dias. A reepitelização da ferida estava completa em 5 dias. A atividade mitótica do epitélio juncional permaneceu elevada por 8 dias após a reepitelização da ferida.

Innes (1970)<sup>33</sup> avaliou, no período de 0 a 14 dias, a regeneração das estruturas gengivais em 14 cães após cirurgias de gengivoplastias. Através do método de microscopia eletrônica foi observado que a migração epitelial teve início com 24 horas após a cirurgia. A ferida estava completamente reepitelizada no 5º dia e o epitélio sulcular organizado no 8º dia.

Listgarten (1972)<sup>41</sup> também realizou um estudo através do método de microscopia eletrônica para avaliar a formação da junção dentogengival após gengivoplastia em dois macacos. Os incisivos laterais juntamente com o tecido gengival dos dois macacos foram removidos, em intervalos de 12 e 49 dias após a cirurgia. A formação do epitélio juncional se deu com 12 dias e a união epitelial com o esmalte e cemento foi feita de hemidesmossomos, que teve regeneração mais rápida, e membrana basal. Não houve regeneração completa do epitélio juncional enquanto o epitélio gengival não chegou próximo ao dente.

Stahl e Tonna (1972)<sup>76</sup> avaliaram a atividade proliferativa das células da mucosa gengival e do periodonto de sustentação após cirurgias de gengivectomia. Foram utilizados 56 camundongos, sendo sacrificados de quatro em quatro, nos períodos de 1, 8 e 16 horas; 1º, 2º, 4º, 6º, 8º, e 16º dia; e no 1º e 3º mês. Foi feita a gengivectomia na papila mesial do primeiro molar superior esquerdo e o outro lado serviu como controle. Foi encontrado pico de proliferação epitelial com 8 dias e esta atividade foi mantida até 30 dias. O epitélio juncional e o epitélio do sulco se formaram em quatro dias. Os fibroblastos, osteoblastos e cementoblastos mostraram elevada atividade com dois dias de pós-operatório, alcançando o nível de normalidade após o período de 2º a 4º semana.

Aremband e Wade (1973)<sup>5</sup> compararam a cicatrização de feridas após gengivectomia feitas com bisturi elétrico e cirurgias convencionais de 27 pacientes com necessidades cirúrgicas na região anterior superior e/ou inferior. Foram feitas análises clínicas, através de fotografias da 1º, 2º e 3º semanas do pós-operatório, além de análises citológicas, histológicas e medidas do fluido gengival. As comparações clínicas e fotográficas, e as análises citológicas e histológicas não mostraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos. O fluido gengival no lado operado pelo método convencional atingiu níveis de normalidade na terceira semana.

Sabag (1984)<sup>66</sup> avaliou, por meio de microscopia de luz e microscopia eletrônica, a formação do epitélio juncional após gengivectomia em 30 ratos. A análise foi feita no intervalo de 1 a 14 dias de pós-operatório. Houve formação do epitélio juncional no 5º dia e

do complexo de união da lâmina basal com 8 dias. Hemidesmossomos e lâmina lúcida apareceram nas células epiteliais próximas da fibrina. Entre os hemidesmossomos e a fibrina subjacente houve formação de filamentos de ancoragem atravessando a lâmina lúcida. A formação da lâmina densa e o completo desenvolvimento do complexo de união na lâmina basal do epitélio juncional ocorreram no 14º dia do pós-operatório.

Atualmente, o terno gengivoplastia é conceituado pela Academia Americana de Periodontologia (AAP)<sup>79</sup> como “a remodelação cirúrgica da gengiva”. Este procedimento cirúrgico é indicado em algumas situações clínicas como seqüelas da arquitetura gengival após manifestação da gengivite ulcerativa necrosante, hiperplasia gengival de origens diversas, como dilantínica, idiopática e fibrose intensa observada em gengivite crônica de longa duração, neste último caso, quase sempre por razões estéticas.<sup>40</sup>

## 2.2 LASER

### 2.2.1 Histórico

No início do século XX, em 1917, o físico alemão Albert Einstein, expôs, através de demonstrações matemáticas, os princípios físicos da emissão estimulada de radiação, processo de estimulação de porções do campo eletromagnético e produção de luz amplificada, citado por Cecchini (1995).<sup>15</sup>

Schawlow e Townes (1958)<sup>68</sup> guiados pelos princípios de que os átomos poderiam residir em mais de um estado energético, e que quando um átomo, ao mudar de um estado energético para outro, ocorreria absorção ou emissão de um quantum de energia luminosa, desenvolveram o MASER, ampliação de microondas por emissão estimulada de radiação. Esses autores também sugeriram a extensão dos princípios maser para a porção visível do espectro eletromagnético.

Mainman (1960)<sup>48</sup> criou o primeiro laser de Rubi, utilizando um cristal de rubi como meio ativo que foi estimulado com intensos pulsos luminosos e obteve uma emissão estimulada de radiação no espectro visível.

Javan e colaboradores (1961) citados por Pinheiro<sup>59</sup> (1995), desenvolveram o laser de Hélio-Neônio, primeiro laser gasoso desenvolvido e capaz de emitir de forma contínua. Patel e colaboradores (1964)<sup>58</sup> desenvolveram o laser de dióxido de carbono, operando no infravermelho. Stern e Sognaes (1964)<sup>77</sup> e Goldman e colaboradores (1965)<sup>28</sup>, publicaram as

primeiras aplicações do laser de rubi em tecidos dentais duros. Mester (1968)<sup>49</sup> foi um dos pioneiros a utilizar a aplicação do laser de baixa intensidade nas áreas biomédicas, estudando a utilização do laser no processo de reparação dos tecidos. Atualmente, as radiações tipo laser de baixa intensidade tornaram-se objetivo de inúmeras pesquisas enfocando, em especial, seu efeito analgésico, antiinflamatório e bioestimulante.

### 2.2.2 Laser de baixa intensidade na cicatrização de feridas cirúrgicas

Diversos modelos experimentais já foram utilizados com a finalidade de esclarecer a efetividade do laser de baixa intensidade no processo de reparo de feridas cirúrgicas. Embora exista uma grande variedade de protocolos para aplicação dos lasers de baixa intensidade, diferentes parâmetros referentes às variáveis físicas de aplicação desta terapia, como comprimento de onda, tempo de exposição e densidade de energia, têm sido discutido como fatores importantes na interação do laser com os tecidos irradiados.

#### 2.2.2.1 Estudos *in vitro*

Lyons e colaboradores (1987)<sup>45</sup> analisaram os efeitos do laser de baixa intensidade sobre a síntese de colágeno pelos fibroblastos, relatando um aumento *in vitro*. Para esta análise, foram realizadas feridas experimentais em ratos, que receberam irradiação do laser de He-Ne, com densidade de energia de 1,22 J/cm<sup>2</sup>, em dias alternados durante dois meses. As feridas usadas como controles permaneceram sem tratamento. Os espécimes foram então processados histologicamente e os resultados mostraram um aumento considerável na contração das feridas irradiadas, principalmente, na primeira e na segunda semana. A síntese de colágeno foi significativamente aumentada nos dois meses nas feridas irradiadas, quando comparadas aos controles, sugerindo um efeito benéfico do He-Ne sobre o reparo das feridas *in vivo*.

Chomette e colaboradores (1987)<sup>16</sup> citado por Tunér e Hode (1996) avaliaram os efeitos do laser de He-Ne em fibroblastos humanos. A mucosa bucal foi irradiada com o laser de baixa intensidade e biópsias foram realizadas nos períodos de 15 minutos, 1 hora e 3 horas após a irradiação. As biópsias do grupo controle foram realizadas distante da área irradiada. Houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo teste (biópsias irradiadas) e o grupo controle (sem irradiação). Observou-se um aumento nas atividades enzimáticas dos

fibroblastos após 24 horas, e ainda, através da microscopia eletrônica de varredura foi detectado um aumento das organelas citoplasmáticas e aumento na produção de colágeno.

Pourreau-Schneider e colaboradores (1989)<sup>60</sup> investigaram o efeito do laser de baixa intensidade sobre o crescimento de fibroblastos gengivais humanos. Foram realizadas biópsias na região retromolar de pacientes jovens, e os espécimes preparados para obtenção da cultura de células, sendo os fibroblastos isolados das células epiteliais. As células foram mantidas em garrafas de 25 cm<sup>2</sup> e irradiadas com laser de He-Ne, com comprimento de onda de 632,8 nm, potência de 10 mW, densidade de energia de 1,2 J/cm<sup>2</sup>, durante 10 minutos. As garrafas foram divididas em 4 grupos: I) 12 garrafas pertenceram ao grupo controle; II) 12 garrafas receberam 10 minutos de irradiação do laser no dia 0; III) 9 garrafas receberam irradiação nos dias 0 e 7; IV) 9 garrafas receberam irradiação nos dias 0, 7, 11. Através da avaliação em microscópico eletrônico de transmissão observou-se um aumento do número de fibroblastos nos grupos tratados, sendo que os grupos que receberam múltiplas irradiações apresentaram maior crescimento. Houve diversas modificações morfológicas nos grupos irradiados como: hiperplasia e hipertrofia mitocondrial e abundante matriz fibrilar na região intercelular. Os autores especulam ainda a possibilidade da laserterapia induzir a formação de miofibroblastos, fenótipos celulares encontrados em tecidos de granulação durante o processo de reparo, apresentando atividade contrátil e sintetizando colágeno.

Schneider e colaboradores (1990)<sup>70</sup> avaliaram fibroblastos gengivais humanos em estágios iniciais de culturas celulares submetidas à aplicação de laser de He-Ne, com comprimento de onda de 632,8nm, potência de 10 mW, e tempo de aplicação de 10 minutos, com energia de 1,2 J/cm<sup>2</sup>. Foram avaliados quatro grupos durante 14 dias, sendo que, um grupo não recebeu irradiação e os demais grupos receberam aplicações do laser 1, 2 e 3 vezes respectivamente. O grupo que recebeu apenas uma aplicação teve um crescimento de fibroblastos de forma transitória. O grupo que recebeu duas aplicações teve uma estimulação maior no crescimento de fibroblastos e o grupo com três aplicações teve um aumento dos fibroblastos em aproximadamente duas vezes mais que do o grupo que recebeu apenas uma aplicação.

Loevschall e Arenhol-Bindslev (1994)<sup>42</sup> avaliaram o efeito do laser GaAlAs, com comprimento de onda de 812 nm e densidade de energia de 0,004 a 4,5 J/cm<sup>2</sup>, sobre cultura de fibroblastos da mucosa bucal de humanos irradiados uma única vez. Após a aplicação do laser foi incorporada a cultura trimidina triatada. Não houve mudanças morfológicas na viabilidade das células após a irradiação, mas a trimidina triatada foi mais alta em alguns grupos,

significando um aumento da síntese de colágeno. O grupo que apresentou melhores resultados foi o que recebeu 0,45 J/cm<sup>2</sup>.

Shimizu e colaboradores (1995)<sup>72</sup> realizaram um estudo *in vitro* para determinar o efeito do laser de baixa intensidade na produção de prostaglandina E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>) e interleucina-1β (IL-1β) em células do ligamento periodontal humano submetidos a estresse mecânico. As células utilizadas foram cultivadas em placas de fundo flexível e receberam uma força de tensão capaz de deformar o fundo da placa e promover uma elongação, que é transmitida as células. A força de tensão foi aplicada às células durante 1, 3 e 5 dias e a aplicação do laser uma vez ao dia durante 1, 3 e 5 dias. O laser utilizado para esse estudo foi o AsGaAl, com comprimento de onda de 830 nm, potência 69 mW, densidade de energia variando entre 346 e 1153 J/cm<sup>2</sup>, correspondendo a um tempo de exposição de 3, 6 e 10 minutos. Os autores observaram que a aplicação da força de tensão nas células induziu aumento da liberação de PGE<sub>2</sub> e IL-1β de maneira tempo-dependente. O aumento da produção de PGE<sub>2</sub> e IL-1β foi inibido pela irradiação laser de maneira dose-dependente. Os autores discutem a importância destes achados uma vez que tanto a PGE<sub>2</sub> como a IL-1β estão envolvidos no processo inflamatório e na indução da dor.

Yu e colaboradores (1996)<sup>84</sup> verificaram o efeito do laser He-Ne na liberação de interleucina 1 e interleucina 8 em cultura de queratinócitos humanos, submetidos a densidades de energia de 0,5, 1,0 e 1,5 J/cm<sup>2</sup>. O resultado revelou um significativo aumento na produção de interleucina 1 e interleucina 8 e suas respectivas expressões no mRNA no grupo tratado com laser quando comparado ao grupo não irradiado, sendo esta produção maior sob irradiação de 1,5 J/cm<sup>2</sup>, configurando um tratamento dose-dependente. Outra observação feita é que através da liberação das interleucinas 1 e 8 poderia haver estímulo a motilidade e a proliferação de queratinócitos, aumentando o processo de cicatrização de feridas.

Webb, Dyson e Lewis (1998)<sup>82</sup> compararam, através de um estudo *in vitro*, a proliferação celular de fibroblastos humanos normais e fibroblastos oriundos de tecidos hipertróficos de cicatriz de pele quando irradiados com laser diodo, com comprimento de onda de 660 nm e densidade de energia variando de 2,4 a 4 J/cm<sup>2</sup>. Houve um aumento significativo na contagem de fibroblastos oriundo do tecido hipertrófico quando irradiados com laser numa densidade de energia de 2,4 J/cm<sup>2</sup>, sugerindo que o laser pode ter induzido a secreção de fatores de crescimento, aumentando as taxas de mitose e/ou reduzindo a morte celular.



Grossman e colaboradores (1998)<sup>29</sup> realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a ação do laser na proliferação de ceratinócitos humanos através da incorporação de timidina triatada de 6 a 24 horas. O laser utilizado para esse estudo foi o laser diodo, com comprimento de onda de 780 nm e densidade de energia variando de 0 a 3,6 J/cm<sup>2</sup>. Observou-se aumento da proliferação celular com doses de 0,45 a 0,95 J/cm<sup>2</sup>. As doses mais baixas não afetaram as amostras, sugerindo que o tratamento é dose-dependente.

Sakurai, Yamaguchi e Abiko (2000)<sup>67</sup>, em um estudo *in vitro*, analisaram os efeitos do laser de baixa intensidade sobre a produção de prostaglandinas E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>) por fibroblastos gengivais humanos. Para que a produção de PGE<sub>2</sub> fosse estimulada, as células foram expostas a lipopolissacarídeos bacterianos. O laser GaAlAs, com comprimento de onda de 830 nm foi aplicado com densidades de energia variando de 0,95 a 6,32 J/cm<sup>2</sup>. A irradiação com laser inibiu a produção de PGE<sub>2</sub> de forma dose-dependente, havendo inibição de 90% da sua produção 10 minutos após a irradiação com laser e, após 20 minutos, sua produção estava no nível controle. Os autores concluíram que há uma redução da expressão do gene da Ciclooxigenase 2 (COX<sub>2</sub>) que regula a produção de prostaglandinas.

Almeida-Lopes e colaboradores (2001)<sup>2</sup> realizaram um estudo *in vitro* para avaliarem a influência do laser de baixa intensidade na proliferação de fibroblastos gengivais, em cultura obtida a partir da mucosa oral humana. As células foram cultivadas em dois meios de cultura: soro fetal bovino a 5% (condição de déficit nutricional) e a 10%, que é a condição ideal. O laser utilizado para realização do experimento foi o laser diodo com comprimento de onda variando de: 670 nm, 693 nm, 780 nm, 786 nm, com densidade de energia de 2 J/cm<sup>2</sup> e o tempo determinado pelo aparelho. As células cultivadas em condição de déficit nutricional apresentaram proliferação estatisticamente menor quando comparadas às células cultivadas em condição ideal. Entretanto, quando irradiadas, as células em déficit nutricional apresentaram proliferação similar ou maior que as do grupo controle (condição ideal), concluindo que o laser de baixa intensidade aumentou, *in vitro*, a proliferação de fibroblastos. Observou-se também que, se empregando uma mesma potência, o crescimento celular mostrou-se similar entre os grupos experimentais, independente do comprimento de onda usado e que em tempo de exposição menores houve uma maior proliferação celular.

Nomura e colaboradores (2001)<sup>55</sup> avaliaram os efeitos da irradiação com laser de baixa intensidade na expressão de interleucina-1 $\beta$  em cultura de fibroblastos gengivais humanos. A cultura foi exposta a LPS bacterianos, isolado de *Campylobacter rectus*, para induzir a liberação de IL-1 $\beta$ , citocina relacionada ao processo inflamatório. As células foram irradiadas com laser AsGaAl, com comprimento de onda de 830 nm e densidade de energia variando de

3,95 a 7,90 J/cm<sup>2</sup>. O tempo de exposição variou de 3 a 20 minutos. Houve inibição estatisticamente significativa na expressão de IL-1 $\beta$  após a irradiação com laser de maneira dose-dependente. A irradiação durante 20 minutos reduziu a produção de IL-1 $\beta$  ficando igual ao grupo controle, cujo meio de cultura não recebeu LPS. Os autores concluíram que a laserterapia foi capaz de inibir a produção de IL-1 $\beta$ , sugerindo que esse seja um tratamento coadjuvante no controle de injúrias provocadas pela gengivite e periodontite.

Kreisler e colaboradores (2002)<sup>37</sup> avaliaram os efeitos do laser de GaAlAs, com comprimento de onda de 890 nm e densidade de energia variando de 1,96; 3,92 e 7,84 J/cm<sup>2</sup> a cada 24 horas, durante dois ou três dias, sobre a taxa de proliferação em cultura de fibroblastos humanos gengivais proveniente do ligamento periodontal. Em todos os grupos teste houve maior atividade celular em relação aos controles, sendo observado após 24 horas um pico de atividade depois um decréscimo até o terceiro dia. Os autores sugeriram que a proliferação dos fibroblastos pode estar associada a uma produção autócrina de fatores de crescimento.

Koutná e colaboradores (2003)<sup>36</sup> avaliaram o efeito do laser de baixa intensidade sobre a proliferação de células HeLa (células humanas provenientes de câncer cervical). Estas células foram mantidas em meio de cultura padrão, a 37 °C, atmosfera de 95% de ar e 5% de CO<sub>2</sub>, e posteriormente transferidas para placas. O laser utilizado para o experimento foi um laser semiconductor, usado no modo contínuo e pulsado, com comprimento de onda de 830 nm, e densidade de energia variando de 2 a 99 J/cm<sup>2</sup> e potência entre 72 e 360 mW. A proliferação das células foi avaliada pelo teste MTT, capaz de indicar atividade mitocondrial; no período de 24, 48, 72 e 96 horas após a aplicação do laser. As células irradiadas no modo pulsado apresentaram maior taxa de proliferação em relação às células irradiadas no modo contínuo. Os autores concluíram que o laser de baixa intensidade é capaz de estimular a proliferação de células HeLa, sendo esse efeito dependente do modo de aplicação do laser.

#### 2.2.2.2 Estudos *in vivo*

Mester e colaboradores (1968)<sup>49</sup> estudaram os eventos da cicatrização de feridas abertas, provocadas mecanicamente em dorso de camundongos, utilizando laser de Rubi com comprimento de onda de 694,5nm. O laser foi aplicado duas vezes por semana, utilizando 1,1 J/cm<sup>2</sup> de energia. Foi observado que as feridas irradiadas sofriram uma contração tecidual de aproximadamente 50% no seu diâmetro após sete dias, e que, após 14 dias, as feridas do lado teste mostraram-se com a reparação mais completa, se comparadas às feridas do grupo

controle. Demonstraram ainda, um aumento da atividade celular nas bordas e na base das feridas, com formação mais rápida de tecido de granulação.

Mester e colaboradores (1971)<sup>50</sup> analisaram o processo de reparo de feridas induzidas mecanicamente e outras obtidas por queimaduras de terceiro grau provocadas na região dorsal de camundongos. Essas lesões foram submetidas à ação do laser de Rubi, com comprimento de onda de 694,3nm e dose de 0,5 a 10 J/cm<sup>2</sup>. O número de aplicações também variou, sendo 1, 2, ou 3, durante um período de 14 dias. Os resultados demonstraram que a exposição do laser de baixa intensidade estimulou o processo de reparação de queimaduras de terceiro grau. No entanto, a dose de 1 J/cm<sup>2</sup> foi a que apresentou melhor efeito na aceleração da cicatrização, e a repetição das doses estimulou o grau de cicatrização por granulação nas feridas induzidas por queimaduras.

Kana e colaboradores (1981)<sup>34</sup> realizaram um estudo comparativo entre os efeitos do laser de He-Ne, com comprimento de onda de 632,8 nm, e laser de Argônio, 514,5 nm, na cicatrização de feridas mecânicas no dorso de ratos. A avaliação foi realizada através de métodos descritivos, histológicos e morfológicos. O estudo utilizou 12 grupos com 8 animais cada, que receberam aplicações diárias, durante 17 dias, com densidade energética variando entre 4,10 e 20 J/cm<sup>2</sup>. Os resultados foram obtidos através de observações clínicas e documentação fotográfica, além da dosagem de hidroxiprolina do tecido cicatricial determinada no 18º dia de pós-operatório. O aumento da hidroxiprolina mostra uma ampliação da atividade metabólica de fibroblastos, levando a um aumento da produção de colágeno. Os resultados demonstraram que a radiação de He-Ne e Argônio provocaram efeito estimulante sobre a síntese de colágeno, sendo que, o melhor resultado se deu com a aplicação de 4 J/cm<sup>2</sup> de energia. O período de aplicação em que ocorreram os melhores resultados, com melhor fechamento da ferida no grupo irradiado com He-Ne 4 J/cm<sup>2</sup> e maior produção de colágeno foi entre o 3º e 12º dia. Quando as feridas foram submetidas a 20 J/cm<sup>2</sup> demonstraram ligeiro retardo do processo cicatricial, porém, em nenhuma ferida tratada com laser, houve inibição completa da síntese de colágeno. O laser de Argônio estimulou a síntese de colágeno mesmo nas feridas contra - laterais não irradiadas, o que não ocorreu com o laser de He-Ne. Esta observação, do ponto de vista dos autores, pode está relacionada ao efeito fotobiológico inerente ao comprimento de onda do laser.

Braverman e colaboradores (1989)<sup>9</sup> realizaram estudos para verificar os efeitos do laser de He-Ne, com comprimento de onda de 632,8nm vermelho, e do laser infravermelho de 904nm sobre o processo de reparo de feridas em pele de dorso de coelho. Foram utilizados 72 animais, sendo estes divididos aleatoriamente em quatro grupos: 1) Grupo não irradiado; 2)

Grupo irradiado com laser de He-Ne com  $1,65 \text{ J/cm}^2$ ; 3) Grupo irradiado com laser infravermelho pulsado com  $8,25 \text{ J/cm}^2$ ; 4) irradiados com ambos os lasers. Medidas das feridas foram feitas, em intervalos periódicos, a partir de fotografias, durante 21 dias em que os animais foram irradiados. A força de tensão do tecido irradiado foi avaliada e houve maior resistência à tensão nos grupos tratados em relação ao grupo controle. Esta diferença não foi estatisticamente significativa para diferentes lados num mesmo animal, sugerindo a liberação de fatores teciduais para dentro da circulação sistêmica. Histologicamente, quase nenhuma diferença foi encontrada entre os lados teste, controle e grupo controle irradiado com os dois lasers.

Soares e colaboradores (1989)<sup>73</sup> avaliaram a reparação tecidual em feridas cutâneas de ratos após irradiação com laser de He-Ne com comprimento de onda de  $632,8 \text{ nm}$  e potência de  $4 \text{ mW}$ . As doses diárias aplicadas eram de  $2,7 \text{ J/cm}^2$  por 10 minutos, iniciando-se logo após a realização das lesões. As feridas foram analisadas sob aspectos morfológicos e histológicos no 7º, 14º e 21º dia de experimento, sendo as aplicações do laser feitas entre os dias 0 e 4 para o grupo de 07 dias; 0 e 4, e 7 e 11 dias para o grupo de 14 dias e 0 e 4, 7 e 11 e 14 e 18 dias para o grupo analisado aos 21 dias. Os resultados obtidos possibilitaram concluir que a reparação tecidual evoluiu de forma mais rápida nas feridas irradiadas e em todas as fases de observação quando comparadas com o grupo controle. A quantidade de fibroblastos foi maior no grupo irradiado apenas no 7º dia, menor no 14º dia e sem diferença significativa no 21º em relação ao grupo controle. A proporção de fibras colágenas, no grupo irradiado com laser, foi significativamente maior nas três fases analisadas do experimento.

Garcia (1992)<sup>24</sup> realizou um estudo clínico, biométrico e histológico em feridas cutâneas de ratos submetidos à ação da radiação laser com semicondutores de Arsênio e Gálio, com emissão infravermelho e pulsátil e comprimento de onda de  $904 \text{ nm}$ . Foram empregados 36 ratos divididos em três grupos de 12 animais, os quais foram submetidos a duas lesões circulares bilaterais de aproximadamente  $8 \text{ mm}$  no dorso de cada animal. As feridas do lado direito foram utilizadas como lado teste e as contra – laterais como lado controle. Clinicamente, as feridas tratadas com laser demonstraram processos de reparação bem diferenciados, caracterizados por reparo mais precoce. Do ponto de vista biométrico houve maior contração nas feridas experimentais, e histologicamente, o processo de reparação apresentou-se mais acelerado, caracterizado pela velocidade de epitelização das feridas. Os resultados foram mais significativas no 3º dia e no 14º dia as feridas estavam completamente reparadas.

Honmura e colaboradores (1992)<sup>32</sup> estudaram o efeito terapêutico do laser de baixa intensidade sobre a inflamação induzida em ratos através da inoculação de carragenina, um potente irritante inflamatório. Os grupos experimentais receberam tratamento com laser diodo de AsGaAl, com comprimento de onda de 780 nm, potência de 10mW e densidade de energia de 31,8 J/cm<sup>2</sup> ou com o antiinflamatório indometacina. Três métodos de avaliação da inflamação foram usados: 1- Inoculação da carragenina em bolsas produzidas na região subcutânea do dorso dos ratos e irradiação com laser em cinco pontos, durante 10 minutos, para avaliação da permeabilidade vascular; 2- Formação de granuloma, através da implantação de papel absorvente contendo a droga na região subcutânea do dorso dos ratos e irradiação por 7 dias, durante 5 minutos; 3- formação de edema através da ingestão da droga nas patas traseiras dos animais, sendo uma tratada com laser, irradiada por 3 minutos, ou indometacina e a outra pata representando o controle. Os animais que receberam aplicação do laser apresentaram diminuição da permeabilidade vascular no estágio da inflamação aguda, diminuição do edema e formação de granuloma 20% menor, quando comparados com os animais dos outros grupos. O efeito inibitório do laser foi superior ao da indometacina apenas no grupo de indução de granuloma, porém a irradiação por menos de 10 minutos foi suficiente para inibir a inflamação em 20-30%.

Hall e colaboradores (1994)<sup>30</sup> avaliaram a cicatrização de feridas em ratos irradiados com laser de GaAlAs, com comprimento de onda de 904nm e densidade de energia de 0,2 J/cm<sup>2</sup>, diariamente, durante 21 dias. Os ratos foram divididos em dois grupos, o grupo teste, onde apenas um lado era irradiado com laser, e o grupo controle, que teve um lado exposto a placebo. Observações clínicas e histológicas foram semelhantes para ambos os grupos.

Bisht e colaboradores (1994)<sup>6</sup> estudaram o efeito bioestimulativo da radiação laser em feridas cutâneas em ratos. Foram realizadas duas lesões no dorso dos animais, bilateralmente ao plano sagital mediano, de forma circular, com diâmetro de 8 mm. As feridas teste foram submetidas à radiação com laser de He-Ne, com densidade de energia de 4 J/cm<sup>2</sup> por 5 minutos, diariamente por 17 dias. Foram realizados estudos macroscópicos e histológicos e o total de colágeno foi estipulado no 17º dia pós-operatório, através de dosagem de Hidroxiprolina. Macroscopicamente foi observado um menor tempo de fechamento da ferida no grupo teste devido à prematura epitelização, completa no 9º dia. Histologicamente, os resultados mostraram epitelização, atividade de fibroblastos, aumento da hiproxiprolina, e, portanto, aumento na quantidade de colágeno, infiltração leucocitária e neovascularização nas feridas irradiadas. No 17º dia, a quantidade de colágeno nas feridas experimentais era maior quando comparadas com as feridas do grupo controle.

Neiburger (1995)<sup>53</sup> avaliou a efetividade da bioestimulação do laser através de 4 feridas realizadas na metade distal das caudas de ratos experimentais. Cada ferida recebeu uma letra: A, B, C e D. A lesão A recebeu irradiação laser de He-Ne, potência de 6,1 mW, densidade de energia de 10,3 J/cm<sup>2</sup>, durante 30 segundos, sendo a distância do feixe para a área operada de 10 cm e o diâmetro do feixe de 1,5 mm. A lesão B serviu de controle. A lesão C recebeu irradiação do laser diodo de 5,0 mW de potência, com densidade de energia de 2,1 J/cm<sup>2</sup>. A lesão D recebeu irradiação do mesmo laser da lesão C, mas por duas vezes, portanto, com tempo total de 1 minuto e densidade de energia de 4,2 J/cm<sup>2</sup>. As aplicações foram feitas após a realização das feridas, sendo estas examinadas diariamente na primeira semana e depois em intervalos de dois dias. Os resultados mostraram que os grupos teste A, C e D apresentaram melhor reparo cicatricial nos primeiros dias quando comparados ao grupo B que era o controle.

Cambier e colaboradores (1996)<sup>12</sup> avaliaram o efeito de dois tipos de lasers de baixa intensidade na cicatrização de queimaduras em pele de dorso de ratos. Um grupo com 10 animais recebeu aplicação do laser de He-Ne, com densidade de energia de 0,750 J/cm<sup>2</sup>. O outro grupo também com 10 animais recebeu aplicação do laser de Arseneto de gálio (AsGa), com densidade de energia de 0,210 J/cm<sup>2</sup>. Foram realizadas duas feridas no dorso de cada animal, sendo uma irradiada cinco vezes por semana durante seis semanas e a outra servindo de controle. O diâmetro das feridas foi medido nos dias 1, 10, 20, 30 e 42, porém não foi possível observar, nos parâmetros estudados, nenhum efeito estimulatório na cicatrização das feridas em ambos os grupos teste quando comparados com o grupo controle.

Garcia e colaboradores (1996)<sup>25</sup> avaliaram histologicamente o processo de cicatrização de feridas cutâneas provocadas no dorso de ratos submetidos ao tratamento com laser de Arsênio e Gálio (AsGa), infravermelho, de emissão pulsátil, com 904nm de comprimento de onda e potência média entre 0,5 e 3,5 mW. Foram realizadas duas feridas no dorso de 15 ratos, sendo que as feridas do lado esquerdo foram consideradas do grupo controle, enquanto que as do lado direito foram denominadas feridas experimentais, tratadas com laser. As aplicações foram realizadas em 8 pontos distintos das feridas experimentais, com uma dose de 3 J/cm<sup>2</sup>, totalizando 108 segundos de aplicação. Os animais foram sacrificados no 3º, 7º e 14º dia após a realização dos procedimentos cirúrgicos e da aplicação do laser. As feridas experimentais apresentaram uma reparação mais evoluída que as do grupo controle, com uma taxa maior de migração epitelial, acentuada proliferação fibroblástica e vascular, sendo estes efeitos mais evidentes no 3º e 7º dia.

Allendorf e colaboradores (1997)<sup>1</sup> estudaram o mecanismo de bioestimulação de feridas em dois modelos distintos de ratos experimentais quando irradiados com laser He-Ne, com comprimento de onda de 632,8 nm, potência de 4 mW e densidade de energia de 1,2 e 4 J/cm<sup>2</sup>. Em um dos modelos foi avaliada a contração da ferida e, no outro, a resistência à tração dos tecidos irradiados em cicatrização. Os autores não obtiveram resultados que mostrassem efeito benéfico do laser no processo de bioestimulação da ferida quando compararam os grupos experimentais com os controles.

Yu, Naim e Lanzafame (1997)<sup>85</sup> realizaram um estudo com ratos diabéticos, levando em consideração o princípio de que as células não saudáveis respondem melhor aos estímulos do laser. Os animais foram divididos em quatro grupos: I) grupo controle, sem tratamento; II) grupo que recebeu apenas o fator de crescimento derivados de fibroblastos (FGF) tópico; III) grupo que recebeu aplicação de laser Argônio, com comprimento de onda de 630 nm e densidade de energia de 5 J/cm<sup>2</sup>; IV) grupo que recebeu a associação do laser com o FGF tópico. Os tratamentos foram aplicados diariamente durante quatro dias. O laser teve efeito significativo no reparo das feridas em relação ao grupo controle, porém os grupos testes não apresentaram diferenças estatisticamente significativa.

Lowe e colaboradores (1998)<sup>44</sup>, utilizando o laser de Arseneto de Gálio e Alumínio (GaAlAs), com comprimento de onda de 890 nm, estudaram os efeitos da terapia do laser de baixa intensidade na cicatrização de feridas na pele de camundongos, provocadas com doses altas de raio X de 20 GY. Foram utilizados 5 grupos de camundongos, sendo um grupo controle (sem irradiação), dois grupos irradiados com raios X- 20 GY e três grupos receberam o raio X juntamente com a aplicação de laser 3 vezes por semana, com diferentes densidades de energia (0,18; 0,54 e 1,45 J/cm<sup>2</sup>). A radiação com raio X, provocou atraso significativo na cicatrização das feridas em relação ao grupo controle. Nos grupos tratados com laser não houve aceleração da cicatrização. Porém, utilizando-se a irradiação laser com 1,45 J/cm<sup>2</sup>, perceberam uma significativa inibição do processo cicatricial, revelando efeitos inibitórios potencial nas exposições a alta irradiação.

Tatarunas e colaboradores (1998)<sup>78</sup> avaliaram o efeito do laser de baixa intensidade de AsGa, com comprimento de onda de 904nm, em feridas cirúrgicas de pele de felinos. Os animais foram divididos em três grupos: A) recebeu irradiação de 4 J/cm<sup>2</sup>, em 4 pontos; B) recebeu 2 J/cm<sup>2</sup> de irradiação, em 4 pontos; C) controle, sem tratamento. Os animais foram avaliados clinicamente e histopatologicamente após biópsia realizada no 2º, 4º, 8º e 15º dia. Os autores chegaram à conclusão de que o laser de AsGa nas dosagens de 2 e 4 J/cm<sup>2</sup> atuou na

cicatrização por primeira intenção nas feridas dos felinos e na dose de 2 J/cm<sup>2</sup> se mostrou mais vantajosa.

Bisht e colaboradores (1999)<sup>6</sup> utilizaram o laser de He-Ne, com densidade de energia de 4 J/cm<sup>2</sup>, para avaliarem os efeitos bioestimulatórios na cicatrização de feridas em pele de ratos. Foram realizadas duas feridas no dorso dos ratos, sendo incisões lineares posicionadas bilateralmente à linha média. Essas feridas foram suturadas e as aplicações do laser realizadas diariamente por cinco minutos. As feridas do grupo experimental fecharam com 5 dias, enquanto as feridas do grupo controle levaram 7 dias para cicatrizar. A resistência à tração, a epitelização mais precoce, a reação fibroblástica mais acentuada, a infiltração leucocitária e a neovascularização também foram mais evidentes nas feridas irradiadas.

Walker e colaboradores (2000)<sup>81</sup> avaliaram os efeitos do laser de baixa intensidade na cicatrização de feridas de 36 ratos divididos em três grupos (1, 2 e 3). Este estudo incluiu duas fases e, foi utilizado laser GaAlAs, com comprimento de onda de 660 nm. Na primeira fase as feridas foram produzidas setenta e duas horas após altas doses de radiação X e as medições dessas feridas foram avaliadas até o final do processo cicatricial. Na fase 1, os grupos 2 e 3 foram tratados com irradiação laser de 0,5 e 1,5 J/cm<sup>2</sup>, respectivamente, 3 vezes por semana. Na fase dois do experimento, com o protocolo idêntico da fase 1, dois grupos experimentais foram incluídos, sendo os ratos do grupo 2 tratados com uma exposição de 4 J/cm<sup>2</sup>. Os resultados demonstraram que o tratamento com 0,5; 1,5 e 4 J/cm<sup>2</sup> não mostrou benefícios no padrão de fechamento da ferida, concluindo que os achados mostraram poucas evidências do efeito estimulatório da terapia do laser de baixa intensidade “*in vivo*” nos parâmetros investigados.

Amir e colaboradores (2000)<sup>3</sup> avaliaram os efeitos da irradiação do laser de baixa intensidade na viabilidade de retalhos de pele de ratos utilizando o laser He-Ne, com densidade de energia de 2,9 J/cm<sup>2</sup>, durante cinco dias do pós-operatório. Os autores concluíram que a sobrevivência do retalho frente a problemas isquêmicos foi maior no grupo irradiado quando comparado ao grupo controle. O exame histológico mostrou grande proliferação de capilares e fibroblastos nas áreas irradiadas.

Schlager e colaboradores (2000)<sup>69</sup> Estudaram a cicatrização de queimaduras provocadas no dorso de ratos e tratadas diariamente com laser de diodo, com comprimento de onda de 670nm, 250 mW e com densidade de energia de 2 J/cm<sup>2</sup>. As queimaduras foram realizadas em ambos os flancos dos animais, sendo uma tratada com laser e a outra, na região contra-lateral, permanecendo o controle. Os animais foram sacrificados após 10, 20 e 30 dias para análise histopatológica. Observou-se uma epitelização acelerada no grupo tratado, e



maior edema no grupo controle, mais sem diferença estatisticamente significativa. Histologicamente, também não houve diferença entre as feridas tratadas e não tratadas quanto ao grau de epitelização, conteúdo celular, tecido de granulação e vascularização. Os resultados obtidos tanto macroscopicamente quanto histologicamente não apresentaram nenhum efeito benéfico desse tipo de aplicação do laser no processo de cicatrização de feridas.

Garcia e colaboradores (2000)<sup>26</sup> avaliaram a influência do número de aplicações do laser de baixa intensidade sobre o processo de reparação alveolar de ratos. O laser utilizado foi AsGa, com comprimento de onda de 904 nm, durante três minutos de exposição totalizando 0,36 J/cm<sup>2</sup>. Após a exodontia do incisivo superior direito, 64 ratos foram divididos em quatro grupos: I) os animais não receberam nenhum tratamento após as exodontias; II) os animais foram submetidos à aplicação única do laser realizada imediatamente após a sutura das bordas da ferida; III) os animais foram submetidos a duas aplicações do laser, uma imediatamente e outra 24 horas após a exodontia; IV) os animais receberam três aplicações de laser no tempo 0, 24 e 48 horas após o ato cirúrgico. Avaliações histológicas foram tomadas no 3º, 7º, 14º e 21º dia do ato cirúrgico. Os autores observaram que as feridas tratadas com laser demonstraram um processo cicatricial mais diferenciado, com formação mais rápida de tecido de granulação cicatricial, neoformação óssea e fechamento precoce das bordas da ferida. Observou-se, ainda, que quanto maior a frequência de aplicação do laser de baixa intensidade, mais acelerado o processo de reparação alveolar.

Stadler e colaboradores (2001)<sup>74</sup> investigaram o efeito da irradiação de um laser de comprimento de onda de 830 nm, potência de 79 mW e densidade de energia de 5 J/cm<sup>2</sup> sobre o processo de reparo de feridas cutâneas, em camundongos diabéticos. Os resultados concluíram que o efeito positivo do laser sofre variação de acordo com o período de exposição ao laser (0 a 4 ou 3 a 7 dias após confecção das feridas), sugerindo que o tratamento é tempo-dependente. Após o 11º dia, houve um aumento significativo da resistência à tração, no entanto, esta diferença não foi estatisticamente significativa aos 21º dia.

Capon e colaboradores (2001)<sup>13</sup> estudaram a utilização do laser diodo de comprimento de onda de 815 nm no processo de reparação, visando à aceleração no fechamento da ferida e a melhora no nível de cicatrização. Foram realizadas quatro incisões de pele na área dorsal de 25 ratos. Duas feridas foram bem coaptadas com fio absorvível e receberam irradiação laser com densidade de energia de 145 J/cm<sup>2</sup>, durante 3 segundos. As outras duas feridas do grupo controle foram fechadas com técnica de sutura convencional. Foram realizados exames

clínicos, estudos histológicos e medidas da força de tração no 3º, 7º, 15º e 21º dia após a cirurgia, além da determinação da ativação de proteínas inflamatórias HSP70. Os autores concluíram que o laser acelerou o processo de fechamento da ferida em quatro vezes em relação à sutura convencional, proporcionando uma melhor cicatrização e uma cicatriz mais discreta em relação ao grupo controle. Histologicamente observou-se uma reparação mais precoce, tanto no nível dérmico como no epidérmico no grupo irradiado com o laser. A força de tração foi de 30 a 58 % maior no grupo teste no 7º e 15º dia e a expressão de HSP70 foi mais observada também no grupo irradiado com laser.

Locci Jr. (2002)<sup>43</sup> investigou o efeito da associação de dois comprimentos de onda de lasers de baixa intensidade (685 e 780 nm) sobre os eventos da reparação tecidual em feridas realizadas no dorso de 72 ratos, machos, com peso médio variando de 160 a 220 gramas. O laser utilizado para esse estudo foi o laser de diodo semiconductor de Arseneto de gálio (AsGa), de comprimento de onda de 685 nm, visível, e, 780 nm, no infravermelho. Os animais foram divididos em três grupos: I) grupo controle, sem tratamento; II) grupo onde os animais foram tratados com aplicação do laser de baixa energia e comprimento de onda de 685 nm; III) grupo onde foram que utilizados lasers com comprimento de onda de 685 nm e depois de 780 nm. Os resultados mostraram as feridas tratadas com laser apresentaram melhores resultados histológicos do que as do grupo controle. As feridas tratadas com dois comprimentos de onda apresentaram melhor reparação tecidual e contração tecidual quando comparadas com as feridas do grupo controle e as feridas tratadas com apenas um comprimento de onda.

Reddy (2003)<sup>64</sup> avaliou os efeitos do laser He-Ne, com comprimento de onda de 632,8 nm, e do laser de Arseneto de Gálio, com comprimento de onda de 904 nm, ambos com densidade de energia de 1 J/cm<sup>2</sup> em feridas realizadas em ratos diabéticos. Os resultados demonstraram que as feridas irradiadas com laser infravermelho apresentaram maior resistência a tração quando comparadas às feridas usadas como controle e que o laser He-Ne mostrou-se mais efetivo do que o laser infravermelho. O autor sugeriu que os efeitos do laser podem estar na dependência do comprimento de onda e das propriedades eletromagnéticas da radiação.

Byrnes e colaboradores (2004)<sup>11</sup> estudaram o efeito do laser de baixa intensidade em feridas cutâneas em animais portadores de diabetes tipo II. O laser foi utilizado por 4 dias consecutivos, com comprimento de onda de 632 nm e potência de 16 mW. Observou-se que houve uma melhor reparação tecidual quando as feridas foram tratadas com densidade de energia de 4 J/cm<sup>2</sup>.

Woodruff e colaboradores (2004)<sup>83</sup> investigaram, através de uma meta-análise, os efeitos da terapia com laser de baixa intensidade na cicatrização de feridas. Os objetivos principais desta meta-análise foram: determinar o efeito da terapia laser sobre o processo de reparo e elucidar as questões que podem ser úteis no desenvolvimento de bases terapêuticas efetivas. Para isso foram estabelecidos alguns critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão estabelecidos foram: o tipo de laser e o comprimento de onda, sendo o laser claramente identificado como variável independente; pelo menos um índice de reparo, como conteúdo de colágeno e o tempo de cicatrização, identificados como variáveis independentes; associadas ao tempo de tratamento; contração da área; aceleração do processo inflamatório; e prevenção da necrose. Os critérios de exclusão foram: estudos *in vitro* envolvendo células e tecidos não animais, relatos de casos simples sem considerar a etiologia, estudos incapazes de empregar as fórmulas estatísticas, estudos relatados em linguagem que não podia ser interpretada. Também foram estabelecidos parâmetros de tratamento como: potência, densidade de energia expressada em joules ( $J/cm^2$ ), duração de cada tratamento, frequência do tratamento, diâmetro do feixe, tamanho da área tratada, modo de aplicação (contato pontual ou não contato) e por fim, condições tratadas claramente esclarecidas, como, por exemplo, úlceras ou pós-operatórios. Os autores concluíram que a terapia com laser de baixa intensidade é efetiva no tratamento e reparo de feridas e que o tratamento varia de acordo com os parâmetros utilizados, sendo que a densidade de energia parece ser o único parâmetro com previsibilidade de efeito dose-dependente.

Macarini (2004)<sup>47</sup> avaliou histologicamente a influência do laser de baixa intensidade, AlGaAs, com comprimento de onda de 660 nm, sobre o processo de reparo de feridas cutâneas de ratos tratados com nicotina. Cinquenta e nove ratos receberam injeção subcutânea de solução salina (0,2 ml) e cinquenta e seis ratos receberam injeção subcutânea de nicotina (3mg/Kg de peso do animal), duas vezes por semana, durante todo o período experimental. Após 30 dias das aplicações foi feita uma ferida cirúrgica no dorso de cada animal. Os animais foram divididos em quatro grupos: Grupo I e II compostos por animais que receberam solução salina e o Grupo III e IV por animais que receberam injeção subcutânea de nicotina. O Grupo I, (com 29 ratos), permaneceu sem tratamento servindo como controle; o Grupo II, (com 30 ratos), foi submetido a irradiação com laser, com potência de 490 mW e densidade de energia de  $3 J/cm^2$ ; o grupo III, (com 29 ratos), também serviu como controle; e o grupo IV, (com 27 ratos), foi irradiado seguindo os mesmos valores do grupo II. Após o 3º, 7º e 14º dia do pós-operatório os ratos foram sacrificados e as peças processadas para análise histológica. Observou-se que o grupo III mostrou retardo na migração epitelial e na

organização do tecido conjuntivo quando comparados ao grupo I (controle). As feridas do grupo II apresentaram um processo de reparo acelerado quando comparados às do grupo I, assim como as feridas do Grupo IV apresentaram um reparo mais avançado em relação ao Grupo III, concluindo assim que a nicotina retarda o processo de cicatrização, já a terapia com laser acelera esse reparo.

Pretel (2005)<sup>61</sup> avaliou o diferencial de neoformação óssea nos defeitos preenchidos com biomateriais, estimulados ou não pelo laser de baixa intensidade. Foram utilizados 60 ratos divididos igualmente em quatro grupos: Grupo I: grupo controle sem tratamento; Grupo II: grupo que recebeu apenas estimulação a laser na área do defeito; Grupo III: grupo experimental com biomateriais; Grupo IV: grupo experimental com estimulação a laser e biomateriais. Os biomateriais utilizados para preenchimento do defeito ósseo foram resina de ácido ricinoléico particulada, acrescida de proteína óssea morfogenética (BMP-HA). Já o laser era o Arsenato de Gálio e Alumínio (AsGaAl), com comprimento de onda de 780nm, potência de 35 mW, densidade de energia de 178 J/cm<sup>2</sup>, aplicado durante 40 segundos. O autor concluiu que os biomateriais promovem neoformação óssea lenta e gradativa, porém, o laser estimula as células e a microcirculação tecidual, e a associação aos biomateriais acelera o processo de reparo tecidual, sendo a reparação óssea antecipada com o uso do laser.

Corraza (2005)<sup>19</sup> realizou um estudo comparativo entre o laser (que demonstra luz coerente e colimada) e o LED (que demonstra ausência de coerência e colimação) de baixa intensidade na angiogênese de feridas cutâneas em ratos. Foi induzida uma ferida circular de 15 mm de diâmetro no quadríceps de 120 ratos, sendo estes divididos em cinco grupos: Laser com comprimento de onda de 660nm e LED com 635nm, sendo cada um ajustado a 5 J/cm<sup>2</sup> e 20 J/cm<sup>2</sup>, e um grupo controle. Após 6 horas da indução das feridas, os grupos tratados recebiam aplicação pontual de contato, irradiados a cada 24 horas. As feridas foram avaliadas no 3°, 7°, 14° e 21° dia do pós-operatório. A análise histológica mostrou uma proliferação de vasos sanguíneos nos grupos tratados em relação ao controle, porém o grupo que mostrou melhor resultado foi o que recebeu LED a 5 J/cm<sup>2</sup>. No 21° dia os grupos tratados com LED e Laser com densidade de energia de 5 J/cm<sup>2</sup> apresentavam valores estatísticos melhores na angiogênese quando comparados com o grupo Laser a 20 J/cm<sup>2</sup>, sugerindo que densidades de energia elevada podem induzir um processo tipo saturação. A neovascularização tanto no centro como nas margens da ferida não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, sugerindo que a fotoestimulação favorece um crescimento homogêneo dos vasos sanguíneos. Foi observado ainda que não houve resultados significativos na redução de área das feridas em nenhum grupo fototratado e a coerência e a colimação não eram fatores

decisivos para induzir alterações nas funções celulares. O autor concluiu que tanto a luz LED quanto a luz Laser ajustadas a uma densidade de energia de  $5 \text{ J/cm}^2$  podem demonstrar resultados expressivos no estímulo angiogênico em pele lesada.

Sene (2005)<sup>71</sup> estudou a influência do laser de baixa intensidade nas propriedades mecânicas do músculo gastrocnêmio submetido à lesão muscular por mecanismo de impacto. Foram utilizadas 70 ratas divididas em 7 grupos experimentais: grupo controle; grupo lesão; grupo lesão-irradiação laser; grupo lesão-imobilização de 24 horas-irradiação a laser; grupo lesão-imobilização 72 horas-irradiação a laser; grupo lesão-imobilização de 24 horas; grupo lesão-imobilização de 72 horas. A lesão foi provocada no músculo gastrocnêmio por mecanismo de impacto (trauma direto não invasivo) e foram avaliadas propriedades mecânicas como: carga e alongamento no limite de proporcionalidade e no limite máximo de rigidez. A lesão provocou diminuição da carga no limite de proporcionalidade e no limite máximo em relação ao grupo controle. Os grupos submetidos à immobilização por 24 horas e 48 horas, respectivamente, e irradiados não apresentaram melhora das propriedades avaliadas quando comparadas ao grupo lesão. O autor concluiu que a lesão muscular foi efetiva e que a associação de immobilização gessada e irradiação laser não foi efetiva na melhora das propriedades mecânicas avaliadas.

Ferrari (2005)<sup>23</sup> avaliou o efeito do laser de baixa intensidade na redução da incidência e da severidade da mucosite induzida em Rastres. Foi aplicado um quimioterápico 5-FU em 60 animais nos tempo 0 e 2 dia do experimento, nas doses de 90 e 60 ml/Kg de peso, respectivamente. As mucosas jugais dos animais foram escarificadas no 3º e 4º dia do experimento para simular o efeito de uma irritação crônica. Os animais foram divididos em três grupos: Grupo I – aplicação do laser de baixa intensidade InGaAIP, com comprimento de onda de 683nm e densidade de energia de  $12 \text{ J/cm}^2$ , em cinco pontos da mucosa jugal direita e esquerda de 30 animais, durante 7 dias; Grupo II – Não receberam tratamento; Grupo III – controle negativo; composto por cinco animais que não receberam o protocolo de indução da mucosite. Para a avaliação histopatológica foram removidas mucosas de seis animais dos Grupos I e II no tempo 0 e no 4º, 8º, 12º e 15º dia do experimento. Clinicamente as mucosites foram avaliadas através de fotografias tiradas diariamente. Houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo tratado com laser e o grupo não tratado quando se comparou, clínica e histopatologicamente, a intensidade da mucosite induzida. O autor concluiu que a aplicação do laser de baixa intensidade, nos parâmetros determinados para este estudo, promoveu a redução da severidade da mucosite oral e acelerou a cura das lesões, embora não tenha prevenido o surgimento das mesmas.

Oliveira e colaboradores (2006)<sup>56</sup> avaliaram o efeito da luz laser em remanescentes hepáticos após hepatectomia a 90%, com comprimento de onda de 660nm, potência de 30 mW, densidade de energia de 22,5 J/cm<sup>2</sup>, por 30 segundos. Foram utilizados para este estudo 42 ratos divididos em 6 grupos: três grupos receberam aplicação do laser variando apenas o tempo da análise, 24, 48 e 72 horas; e três grupos controles para cada grupo experimental. A aplicação do Laser foi realizada em cinco pontos do fígado remanescente, após a hepatectomia a 90%. Os animais foram sacrificados 24, 48 e 72 horas após a hepatectomia para análise do fígado, contagem de hepatócitos em proliferação e coleta de sangue para dosagem sérica das aminotransferases. O índice de células marcadas teve significativo aumento no grupo de 72 horas irradiadas com laser. A análise dos resultados demonstrou que o laser não causou lesões hepáticas adicionais à hepatectomia parcial e estimulou a atividade proliferativa hepatocelular.

### 2.2.2.3 Estudos em Humanos

Carrillo e colaboradores (1990)<sup>14</sup> avaliaram o efeito do laser He-Ne na redução do edema, dor e trismo após extração de terceiros molares não irrompidos. Foram avaliados 100 pacientes distribuídos em três grupos: 1) grupo controle; 2) grupo irradiado com laser He-Ne; 3) grupo que recebeu antiinflamatório Ibuprofeno. A aplicação do laser, com comprimento de onda 632,8nm e densidade de energia de 10 J/cm<sup>2</sup> foi realizada em 6 pontos no local da cirurgia. Houve redução estatisticamente significativa do trismo no grupo irradiado e no grupo que recebeu antiinflamatório, mas sem diferença entre eles. A dor foi menor no grupo que tomou antiinflamatório e o edema não houve diferença estatisticamente significativa.

Clokie, Bentley e Herd (1991)<sup>17</sup> estudaram os efeitos analgésicos do laser de He-Ne após extrações de terceiros molares em humanos. O laser foi aplicado em 15 pacientes, com energia de 5,4 J/cm<sup>2</sup>, sendo um lado teste e o outro controle. Os resultados mostraram que 60% dos pacientes operados tiveram menor dor no lado teste, 20% no lado controle e 20% não mostrou diferença entre os lados. Com relação ao edema, 46,7% não mostraram diferença entre os lados.

Neiburger (1999)<sup>54</sup> estudou o efeito do laser He-Ne, com comprimento de onda de 670nm, e densidade de energia de 0,34 J/cm<sup>2</sup> na cicatrização de feridas após extração dentária. Foram utilizados 58 pacientes submetidos à extração dentária com levantamento de retalho. Uma das incisões relaxantes foi irradiada com o laser e a outra serviu como controle. A

avaliação foi feita clinicamente e por meio de fotografias por três cirurgiões – dentistas. 69% das incisões tiveram melhor cicatrização no lado teste, 7% tiveram ambos os lados iguais e 14% das incisões tiveram melhor cicatrização no lado controle.

Lucas e colaboradores (2000)<sup>46</sup> realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de identificar estudos clínicos randomizado sobre a utilização do laser de baixa intensidade, infravermelho, com comprimento de onda de 820–959 nm no processo cicatricial em humanos. Foram pesquisadas publicações entre o período de 1975 e 1998 em bases de dados eletrônicas, sendo avaliados de acordo com sua qualidade metodológica. A literatura apontou oito estudos que combinavam laserterapia e feridas em humanos, apenas quatro estudos clínicos randomizados, onde desses apenas um demonstrou o efeito benéfico da laserterapia. A qualidade metodológica dos estudos era pobre, com problemas no delineamento experimental dos estudos, existência de intervenções terapêuticas durante a terapia com laser, ausência de descrição dos métodos de randomização e tamanho inadequado da amostra, que interferem no poder estatístico. Além disso, ainda existem parâmetros para a utilização do laser como: comprimento de onda, pulso, densidade de energia, potência e tempo de tratamento. Concluiu-se que não existem evidências científicas suficientes para aplicação clínica do laser de baixa intensidade no processo de reparo de feridas em pacientes com úlceras de decúbito, úlceras venosas na perna e outros tipos de feridas crônicas, sendo necessários novos estudos nesta área.

Amorim (2001)<sup>4</sup> avaliou a reparação gengival após cirurgias de gengivoplastia em humanos irradiadas com laser de GaAlAs, com comprimento de onda de 685 nm. Após a cirurgia, um lado do paciente serviu como controle e o outro recebeu estimulação do laser com uma densidade de energia de 4 J/cm<sup>2</sup> no tempo 0, imediatamente após a cirurgia, e no 1, 3 e 7 dias do pós-operatório. Foi feita avaliação clínica por três periodontistas e avaliação biométrica das feridas. Observou-se, clinicamente, uma melhor reparação tecidual no lado teste após 3 dias de pós-operatório. Na avaliação biométrica, as medidas de profundidade de sondagem foram estatisticamente significativas no lado teste, já as medidas de mudança da margem gengival e espessura da faixa de mucosa ceratinizada não foram significativas entre os lados.

Lagan e colaboradores (2001)<sup>39</sup> investigaram os efeitos bioestimulantes da terapia com laser de baixa intensidade sobre feridas agudas em pacientes com avulsão parcial ou total de unhas do pé. O estudo clínico controlado foi realizado em sete feridas utilizando-se o aparelho laser diodo, com comprimento de onda de 830 nm, potência média de 30 mW, modo contínuo e densidade de energia de 9 J/cm<sup>2</sup>, uma vez por semana em diversos pontos da margem das

lesões. O grupo controle foi composto por 5 feridas, tratadas da maneira convencional. A avaliação das feridas foi realizada por um único examinador de maneira cega, sendo ainda avaliada a sintomatologia dolorosa. Os resultados não relataram diferenças estatisticamente significativas em relação ao fechamento da ferida e o nível de dor relatados pelos pacientes. Os autores concluíram que não houve efeito benéfico da irradiação com laser de baixa intensidade na densidade de energia utilizada para o tratamento de feridas agudas em pacientes com avulsão parcial ou total de unhas do pé.

Damante (2003)<sup>20</sup> avaliou clinicamente e histologicamente os efeitos do laser de baixa intensidade na cicatrização de pós-operatório de 13 pacientes. O laser utilizado para esse estudo foi AsGaAl, com comprimento de onda de 670 nm e densidade de energia de 4 J/cm<sup>2</sup>. Após a cirurgia o lado teste (direito) recebeu aplicação do laser a cada 48 horas durante uma semana e o lado controle (esquerdo) não foi irradiado. Clinicamente a avaliação foi feita por cinco examinadores através de fotos dos períodos de 7, 14, 21, 30 e 60 dias do pós-operatório. Para análise histológica foram realizadas biópsias incisionais, próximas da papila do canino, em ambos os lados, no 7º, 14º, 21º e 60º dia do pós-operatório. Os resultados não mostraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos, concluindo que o laser não influenciou no processo de reparo após cirurgias de gengivoplastia em humanos.



# PROPOSIÇÃO

---

### **3 PROPOSIÇÃO**

Face à possibilidade de utilização da laserteparia no processo de reparo de cirurgias gengivais este estudo se propõe a avaliar clinicamente, em humanos, o efeito da irradiação pós-operatória do laser de baixa intensidade no processo de reparo gengival após a realização da Gengivoplastia.

# **MATERIAL E MÉTODOS**

---

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 TIPO DE ESTUDO REALIZADO

A pesquisa é de caráter descritivo com base de um estudo de intervenção. O estudo realizado foi um exame clínico controlado e randomizado do tipo boca dividida.

### 4.2 SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES E LOCAL DE REALIZAÇÃO

Os indivíduos deste estudo foram selecionados do universo de pacientes atendidos na clínica do mestrado em Periodontia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, sem distinção de idade e gênero.

### 4.3 AMOSTRAGEM

Foram utilizados nesse estudo pacientes portadores de hiperplasia gengival inflamatória (figura 1), que não regrediu com os procedimentos básicos periodontais, e pacientes portadores de pigmentação melânica com necessidade estética, atendidos na clínica do Mestrado em Periodontia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no período de 2005 a 2006, totalizando um total de 24 indivíduos (amostra intencional).

Cada arcada foi considerada isoladamente, e através do processo de randomização foi definido o lado tratado com estimulação do laser e o lado que não recebeu o tratamento laser.



Figura 1 – Paciente com hiperplasia gengival inflamatória.

Os critérios de inclusão considerados para este estudo foram:

Presença de todos os dentes na área a ser tratada,  
Pacientes portadores de hiperplasia gengival inflamatória que não regredi com os procedimentos básicos periodontais,  
Ausência de perdas ósseas na área a ser tratada quando da indicação de gengivoplastia, e  
Pacientes candidatos a cirurgia de remoção de pigmentação melânica por necessidades estéticas.

Como critérios de exclusão foram considerados:

Pacientes com alterações sistêmicas que contra-indicassem a cirurgia ou prejudicasse o processo cicatricial;  
Gestantes;  
Indivíduos com história prévia de hemorragia sem etiologia conhecida;  
Fumantes;  
Pacientes portadores de hiperplasia gengival medicamentosa.

#### 4.4 MATERIAL UTILIZADO

Espelho bucal, sonda de Williams e pinça clínica;  
Jogo de curetas de Goldman-fox nº 2 e 3 (Hu-Friedy);  
Jogo de curetas de Gracey nº 5/6, 7/8, 11/12, 13/14 (Hu-Friedy);  
Raspador morse 0/0 (Hu-Friedy);  
Jogo de curetas McCalls nº 13/14 e 17/18 (Hu-Friedy);  
Pedra de afiar (Norton);  
Seringa Carpule Com refluxo (Duflex);  
Bisturis periodontais de Kirkland e Orban (Hu-Friedy);  
Bisturi de Barf-Parker;

Lâmina de bisturi 15 ou 15c;  
Alicate de cutícula (Mundial);  
Sugador metálico;  
Cuba inox para soro fisiológico;  
Seringa LUER para irrigação;  
Tesoura reta;  
Espátulo nº 24;  
Escova tipo Robson e taças de borracha;  
Contra ângulo;  
Conjunto de peças descartáveis, esterilizados, contendo: campo cirúrgico do paciente, protetor da mangueira do sugador, protetor de bandeja do equipo, protetor do refletor, toalha de mão e capote cirúrgico;  
Equipamento de proteção individual, gorro, máscara e óculos;  
Luvas cirúrgicas;  
Laser KC 630 VR-Kroman;  
Óculos de proteção para aplicação do laser, para o operador e paciente;  
Anestésico com Lidocaína e fenilefrina;  
Aguilha para anestesia;  
Gases esterilizadas;  
Soro fisiológico;  
Caixa de cimento cirúrgico periobond;  
Pasta profilática;

#### 4.5 PREPARO PRÉVIO DOS PACIENTES

Foram caracterizados como terapia inicial os procedimentos básicos de raspagem e alisamento corono-radicular e orientação de higiene bucal e, quando necessário, foram removidos os fatores de retenção de biofilme dentário, sendo os pacientes colocados em um rigoroso controle deste biofilme. Durante a fase de reavaliação, os pacientes que não apresentaram regressão da hiperplasia após o controle da inflamação e pacientes com pigmentação com necessidade estética foram indicados à cirurgia de Gengivoplastia.

## 4.6 TÉCNICAS CIRÚRGICAS

Seguindo a técnica preconizada por Goldman em 1958, foram realizadas cirurgias de Gengivoplastia nas áreas que ainda apresentavam hiperplasia gengival.

A técnica cirúrgica seguiu os seguintes passos:

Anestesia: infiltrada com anestésico Lidocaína e Fenilefrina,

Demarcação do limite apical das bolsas periodontais, utilizando uma sonda milimetrada de Willians (Hu-Friedy).

Incisão primária: por intermédio do bisturi de Barf-Parker com lâmina cirúrgica 15c ou do bisturi periodontal de Kirkland, seguindo a demarcação do limite apical das bolsas periodontais;

Incisão secundária: realizada com o bisturi periodontal de Orban (Hu-Friendly), principalmente nas áreas interproximais;

Remoção da parede mole da bolsa, assim como todo o tecido de granulação com curetas Goldman-Fox nº 2 e 3 (Hu-Friendly);

Raspagem e alisamento corono radicular com curetas de Gracey (Hu-Friendly) específica para a área operada;

Recontorno gengival: realizado na face vestibular com a borda do bisturi de Kirkland e, nas áreas de papila com alicate de cutícula (Mundial);

Irrigação com soro fisiológico;

Hemostasia;

Aplicação do laser de baixa intensidade KC 630 VR no lado teste;

Proteção das feridas com cimento cirúrgico Periobond;

Orientação de higiene bucal e cuidados pós-operatórios.

Técnica cirúrgica para pacientes com indicação de melanoplastia:

Anestesia: infiltrada com anestésico Lidocaína e Fenilefrina,

Raspagem superficial da gengiva com bisturi de Barf-Parker com lâmina 15C ou com o bisturi periodontal de Kirkland para remoção da pigmentação melânica,

Recontorno gengival: realizado na face vestibular com a borda do bisturi de Kirkland e nas áreas de papila com alicate de cutícula,

Irrigação com soro fisiológico,

Hemostasia,

Aplicação do laser de baixa intensidade KC 630 VR no lado teste,

Proteção das feridas com cimento cirúrgico Periobond;

Orientação de higiene bucal e cuidados pós-operatórios.

#### 4.7 APLICAÇÃO DO LASER

Após obtenção da hemostasia da área, foi feita a aplicação do laser KC 630 VR - Kroma (figura 2), nas áreas gengivais correspondentes ao lado teste, escolhido aleatoriamente através de sorteio. O laser utilizado na pesquisa apresenta as seguintes especificações.

Laser KC 630 VR – Kroman

Consumo: 30 W

Potência do feixe: 30mW

Comprimento da onda do laser: 685 nm (visível em vermelho).

Emissor do laser: Diodo semiconductor.

Densidade de energia: 1 a 15 J/cm<sup>2</sup>



Figura 2 - Laser utilizado para realização do experimento



A aplicação do laser foi de forma pontual nas feridas cirúrgicas do lado teste, com densidade de energia aplicada de 4 J/cm<sup>2</sup> em cada ponto, a cada 48 horas, durante uma semana, totalizando quatro sessões. A densidade de energia utilizada de 4 j/cm<sup>2</sup> foi baseado em outros trabalhos realizados em humanos<sup>4, 20, 53</sup> e animais<sup>36</sup>. O tempo de aplicação é determinado automaticamente pelo aparelho. A cada sessão o cimento cirúrgico foi removido, tanto do lado teste como do lado controle, e a ferida cirúrgica limpa com soro fisiológico. Foram tomadas medidas de biossegurança como a utilização de óculos de proteção pelo operador e pelo paciente. Após a aplicação do laser, novo cimento cirúrgico foi colocado. Perfazendo sete dias do pós-operatório, a área foi deixada desprotegida e orientações e cuidados com a higiene bucal foram novamente recomendados.

Os controles pós-operatórios, após o período inicial de aplicação do laser foram realizados no 8º; 15º e 21º dias e, quando necessário, foi realizada profilaxia com taça de borracha e pasta profilática para controle do biofilme dentário.



Figura 3 – Irradiação do laser no pós-operatório imediato, no lado teste.

#### 4.8 AVALIAÇÃO CLÍNICA DAS FERIDAS

A análise clínica foi realizada por um único examinador, especialista em periodontia, pelo método de avaliação duplo cego, no 2º, 4º, 6º, 8º, 15º e 21º dia do pós-operatório. Foram marcados em uma ficha clínica os parâmetros de comparação entre as áreas: cor da

gengiva; contorno da margem gengival; grau de reparação da ferida cirúrgica; além da presença ou ausência de sintomas como edema e hemorragia (Anexo 3). Também foi questionado aos pacientes sobre a presença e ausência de dor nos períodos de avaliação dos pós-operatórios.

## 4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados foram confrontados estatisticamente a fim de se comparar os lados controle e experimental tratados com laser de baixa intensidade, no que se refere à velocidade de cicatrização clínica.

Para análise estatística dos dados obtidos, foi realizado o teste de associação qui-quadrado, com nível de significância de 5%. A medida de risco estimulada foi o Odds Ratio (OR).

Foram utilizados os seguintes programas de computador (softwares):

Excel: digitação do banco de dados.

SPSS: Análise estatística.

## 4.10 TABELA DE VARIÁVEIS

As variáveis dependentes e independentes envolvidas no estudo e suas respectivas categorizações encontram-se descritas no quadro 1 e 2.

Quadro 1 - Variáveis dependentes analisadas no estudo:

Variável	Definição	Categorização
Cor da gengiva	Coloração da gengiva nos períodos de avaliação do pós-operatório.	1-Rósea 2-Avermelhada / Azulada
Contorno da margem gengival	Contorno da margem gengival nos períodos de avaliação do pós-operatório.	1-Normal 2-Hiperplásico / Atrófico
Edema	Reação inflamatória localizada proveniente do ato cirúrgico.	1-Sim 2-Não
Hemorragia	Extravasamento de sangue das paredes dos vasos.	1-Sim 2-Não
Grau de reparação da ferida cirúrgica	Evolução das feridas cirúrgicas quando comparado os lado controle e experimental.	1-Inferior 2-Superior / Igual
Dor	Alteração sensorial que é conduzida por uma via aferente ao SNC, sofrimento e mal-estar.	1-Sim 2-Não

Quadro 2 - Variáveis independentes analisadas no estudo:

Variável	Definição	Categorização
Grupo	Reunião ou conjunto de pessoas que se abrangem no mesmo lance de olhos ou formam um todo.	1- Grupo teste 2- Grupo controle
Tempo	Sucessão dos anos, dias, horas, etc. Momento ou ocasião apropriado para que uma coisa se realize.	1- 2 dias 2- 4 dias 3- 6 dias 4- 8 dias 5- 15 dias 6- 21 dias

#### 4.11 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, obtendo-se parecer favorável à sua execução, conforme o Anexo 2. Os pacientes foram informados, através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, da importância, objetivos, possíveis riscos e limitações deste estudo, além das informações sobre o uso do laser e seus benefícios (Anexo 1). Após ser fornecido todo o esclarecimento necessário a respeito da sua participação no estudo, e estando de acordo com as implicações do tratamento, os pacientes assinaram o termo para a realização da pesquisa.

# **RESULTADOS**

---

## 5 RESULTADOS

A análise clínica após as cirurgias de Gengivoplastias levou em consideração a evolução do processo cicatricial, avaliando o grau de reparação da ferida cirúrgica, a cor da gengiva, o contorno gengival, bem como a presença de edema, hemorragia e supressão da dor no pós-operatório. Essas variáveis dependentes foram avaliadas no 2º, 4º, 6º, 8º, 15º e 21º dia de experimento, comparando o lado tratado com laser (lado teste) e o lado controle, sem tratamento com o laser.

Os resultados das mensurações obtidas foram organizados e tabelados para que fossem submetidos à análise estatística, com o objetivo de verificar a existência ou não de diferença entre os lados. Para isto foi utilizado o teste Qui - quadrado, que testa a associação de duas variáveis categóricas e prediz o comportamento de uma variável dependente com base no conhecimento de uma ou mais variáveis independentes.

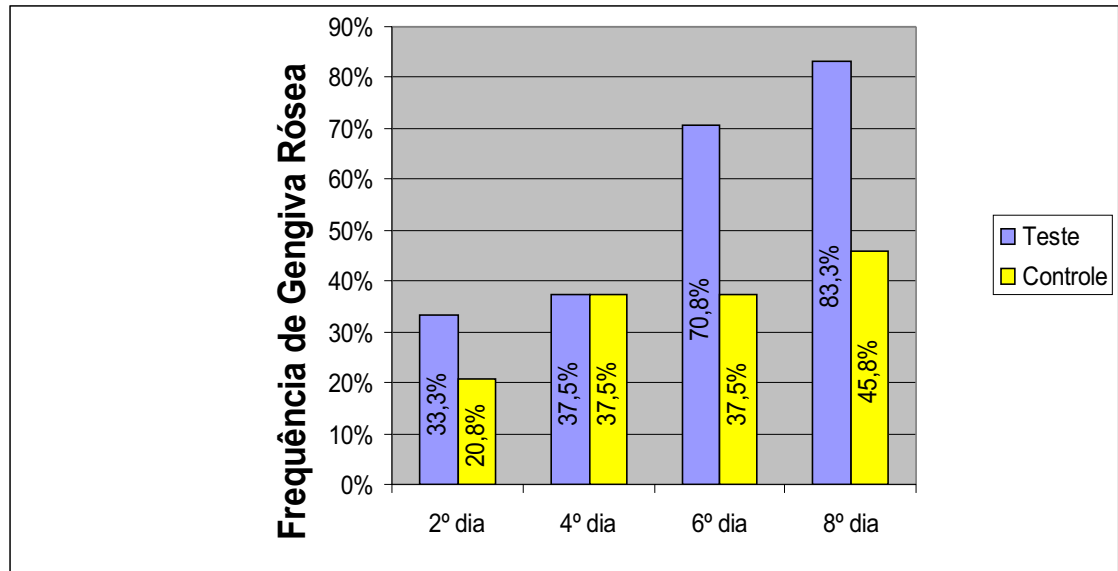
Quando comparados os lado teste e o lado controle em relação à cor da gengiva nos períodos de pós-operatório de 2, 4, 6, e 8 dias, sendo essa cor categorizada em rósea e avermelhada/azulada, pôde-se constatar, através do teste do Qui-quadrado, uma diferença entre os lados em relação aos períodos do experimento e cor de gengiva. No 2º e 4º dia de pós-operatório não houve uma diferença estatisticamente significativa entre os lados em relação à cor da gengiva considerando  $p < 0,05$ . No 6º dia, o lado teste apresentou um percentual de 70,8% da cor rósea contra 37,5% do lado controle, com o valor de  $p= 0,04$ , o qual é estatisticamente significativo. No 8º dia os resultados observados foram ainda mais significativos, uma vez que o lado teste apresentou um percentual de cor rósea de 83,3% contra 45,8% em relação ao lado controle, com  $p=0,01$  (Tabela 1, Figura 4).

O lado que recebeu o tratamento com laser apresentou quatro vezes mais chances de apresentar a gengiva saudável no pós-operatório de 6 dias. Com relação ao pós-operatório de 8 dias esta chance passou para seis (Tabela 1).

TABELA 1. Teste Qui-quadrado para avaliação clínica da cor da gengiva no pós-operatório, comparando o lado teste (lado que recebeu a fototerapia) e o lado controle, sem tratamento com a luz laser, no 2º, 4º, 6º e 8º dia após a cirurgia.

Tempo		Cor			P	OR	IC-OR
		Rosea	Avermelhada/ Azulada	Total			
2º dia	Teste	8	16	24	0,51	1,9	0,51 - 6,97
		33,3%	66,7%	100%			
	Controle	5	19	24			
		20,8%	79,2%	100%			
Total	13	35	48				
	27,1%	72,9%	100%				
4º dia	Teste	9	15	24	1,00	1	0,31 - 3,21
		37,5%	62,5%	100%			
	Controle	9	15	24			
		37,5%	62,5%	100%			
Total	18	30	48				
	37,5%	62,5%	100%				
6º dia	Teste	17	7	24	0,04	4,04	1,21 - 13,53
		70,8%	29,2%	100%			
	Controle	9	15	24			
		37,5%	62,5%	100%			
Total	26	22	48				
	54,2%	45,8%	100%				
8º dia	Teste	20	4	24	0,01	5,9	1,54 - 22,58
		83,3%	16,7%	100%			
	Controle	11	13	24			
		45,8%	54,2%	100%			
Total	31	17	48				
	64,6%	35,4%	100%				

Figura 4 - Avaliação freqüência de gengiva rósea no pós-operatório, comparando o lado teste (lado que recebeu a fototerapia) e o lado controle, sem tratamento com a luz laser, no 2º, 4º, 6º e 8º dia após a cirurgia.





A análise estatística dos dados obtidos com relação ao contorno da gengiva nos diferentes períodos de reparo (2, 4, 6 e 8 dias), comparando o lado teste, tratado com laser, e o lado controle, sem tratamento da luz laser é visualizada na tabela 2. Não houve diferença quanto ao contorno da gengiva durante os períodos de experimento entre os dois lados. Nenhum dos valores foi estatisticamente significativo para  $<0,05$ .

TABELA 2. Teste Qui-quadrado para avaliação clínica do contorno gengival no pós-operatório, comparando o lado teste (lado que recebeu a fototerapia) e o lado controle, sem tratamento com a luz laser, no 2º, 4º, 6º e 8º dia após a cirurgia.

Tempo		Contorno		Total	p	OR	IC-OR (95%)
		Normal	Hiperplásico/ Atrófico				
2º dia	Teste	20	4	24	0,72	1,66	0,40 - 6,87
		83,3%	16,7%	100%			
	Controle	18	6	24			
		75,0%	25,0%	100%			
	Total	38	10	48			
		79,2%	20,8%	100%			
4º dia	Teste	22	2	24	1,00	1,57	0,23 - 10,36
		91,7%	8,3%	100%			
	Controle	21	3	24			
		87,5%	12,5%	100%			
	Total	43	5	48			
		89,6%	10,4%	100%			
6º dia	Teste	24	0	24	0,05	1,26	1,02 - 1,55
		100,0%	0,0%	100%			
	Controle	19	5	24			
		79,2%	20,8%	100%			
	Total	43	5	48			
		89,6%	10,4%	100%			
8º dia	Teste	20	4	24	1,00	0,71	0,14 - 3,60
		83,3%	16,7%	100%			
	Controle	21	3	24			
		87,5%	12,5%	100%			
	Total	41	7	48			
		85,4%	14,6%	100%			

Outra avaliação clínica realizada durante a pesquisa refere-se ao grau de reparação da ferida cirúrgica entre o lado teste, irradiado com o laser e o lado controle, que não recebeu

irradiação laser. Essa avaliação foi feita durante um período maior, quando comparada às outras variáveis dependentes, sendo avaliado no 2º, 4º, 6º, 8º, 15º e 21º dia de pós-operatório. A categorização feita para essa análise foi: superior, quando um dos lados apresentasse um grau de reparação melhor em relação ao outro lado e inferior/igual, quando um dos lados apresentasse um grau de reparação inferior ou igual em relação ao outro lado comparado.

Os resultados mostraram que no 2º dia de pós-operatório o lado teste apresentou uma melhor cicatrização em relação ao lado controle, com  $p=0,04$ . No quarto dia não houve uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, sendo  $p=1,00$ . No entanto, no 6º, 8º e 15º dia de experimento, o lado teste apresentou uma melhor cicatrização em relação ao lado controle com  $p=0,04$ ,  $0,036$  e  $0,017$  respectivamente. Durante esses três períodos do experimento, os valores foram estatisticamente significativos para  $p < 0,05$ , sendo que o 15º dia o que apresentou melhores resultados estatísticos. No 21º dia não houve diferença em relação aos lados, fato este que pode ser explicado devido ao avanço natural do processo cicatricial nesse período. O valor de  $p$  não foi estatisticamente significativo para  $p < 0,05$ , sendo  $p=1,00$  (Tabela 3).

O lado que recebeu o tratamento com laser apresentou 4,04 vezes mais chances de apresentar uma melhor cicatrização gengival no pós-operatório de 2 e 6 dias. No 8º e 15º dia esta chance passou para 4,49 e 7,85 respectivamente (Tabela 3).

TABELA 3 - Teste Qui-quadrado para avaliação clínica do grau de reparação da ferida cirúrgica no pós-operatório, comparando o lado teste (lado que recebeu a fototerapia) e o lado controle, sem tratamento com a luz laser, em todos os dias do experimento.

Tempo	Grau de Reparação			P	OR	IC-OR	
	Superior	Inferior/ igual	Total				
2° dia	Teste	15	9	24	0,04	4,04	1,21 - 13,53
		62,5%	37,5%	100%			
	Controle	7	17	24			
		29,2%	70,8%	100%			
	Total	22	26	48			
		45,8%	54,2%	100%			
4° dia	Teste	11	13	24	1,00	1,18	0,37 - 3,71
		45,8%	54,2%	100%			
	Controle	10	14	24			
		41,7%	58,3%	100%			
	Total	21	27	48			
		43,8%	56,3%	100%			
6° dia	Teste	15	9	24	0,04	4,04	1,21 - 13,53
		62,5%	37,5%	100%			
	Controle	7	17	24			
		29,2%	70,8%	100%			
	Total	22	26	48			
		45,8%	54,2%	100%			
8° dia	Teste	13	11	24	0,036	4,49	1,26 - 16,00
		54,2%	45,8%	100%			
	Controle	5	19	24			
		20,8%	79,2%	100%			
	Total	18	30	48			
		37,5%	62,5%	100%			
15° dia	Teste	10	14	24	0,017	7,85	1,49 - 41,30
		41,7%	58,3%	100%			
	Controle	2	22	24			
		8,3%	91,7%	100%			
	Total	12	36	48			
		25,0%	75,0%	100%			
21° dia	Teste	3	21	24	1,00	1,57	0,23 - 10,36
		12,5%	87,5%	100%			
	Controle	2	22	24			
		8,3%	91,7%	100%			
	Total	5	43	48			
		10,4%	89,6%	100%			

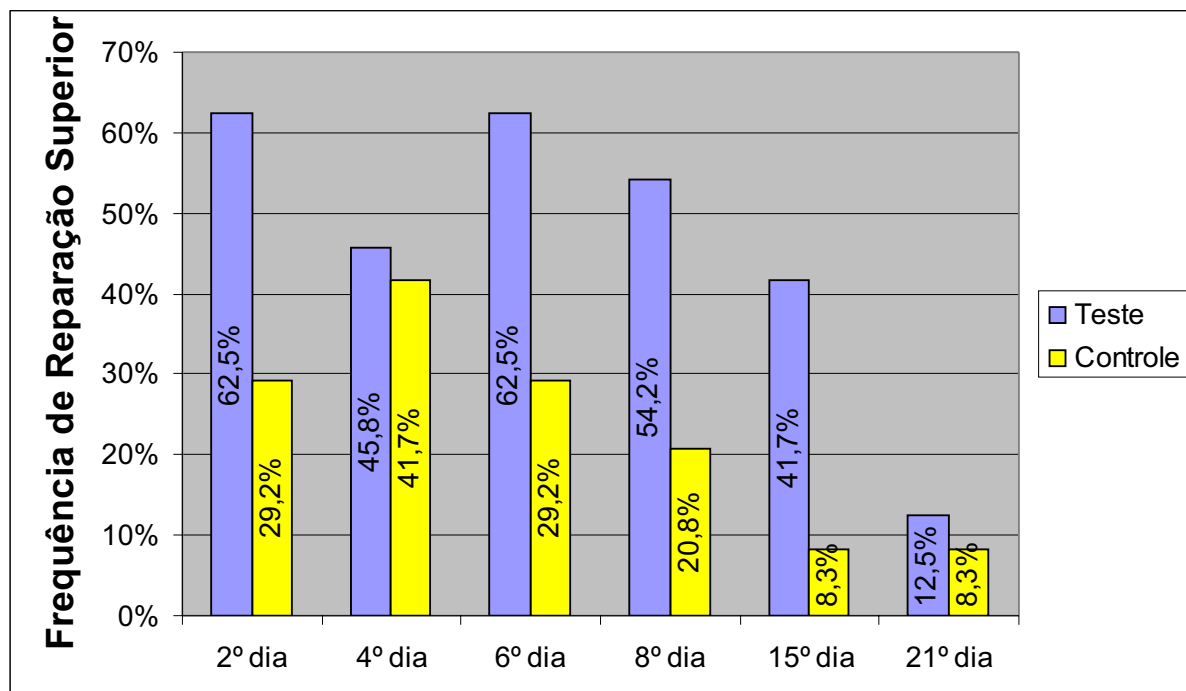


FIGURA 5 – Avaliação da frequência de sucesso na reparação da ferida cirúrgica no pós-operatório, comparando o lado teste (lado que recebeu a fototerapia) e o lado controle, sem tratamento com a luz laser, em todos os dias do experimento.

# DISCUSSÃO

---

## 6 DISCUSSÃO

O uso do laser para acelerar a cicatrização é bastante pesquisado, porém a maioria dos trabalhos é realizada *in vivo* ou *in vitro*, daí a dificuldade de confrontar os resultados desta pesquisa devido à falta de trabalhos na literatura que apresentem protocolos clínicos semelhantes ao da mesma pesquisa.

Para a presente pesquisa, tendo em vista essa dificuldade metodológica e a existência de publicações relacionadas ao referido estudo, tentou-se observar, na literatura, as metodologias mais utilizadas, com a finalidade de elaborar uma metodologia que se adequasse aos objetivos deste estudo, buscando elucidar os efeitos do tratamento com o laser de baixa intensidade durante o processo de cicatrização de Gengivoplastia e Melanoplastias, em humanos, avaliando-se a reação tecidual presente durante 21 dias de experimento.

### 6.1 SOBRE A METODOLOGIA EMPREGADA

Nosso experimento contou com a colaboração de 24 pacientes atendidos na clínica de periodontia da Universidade federal do Rio Grande do Norte, sem distinção de idade e gênero, portadores de hiperplasia gengival inflamatória, que não regrediu com os procedimentos básicos periodontais, e pacientes portadores de pigmentação melânica, com indicações estéticas.

O aparelho utilizado foi um diodo semiconductor, com comprimento de onda de 685, visível em vermelho e a densidade de energia variando de 1 a 15 j/cm<sup>2</sup>. A densidade de energia utilizada foi de 4 j/cm<sup>2</sup>, baseado em outros trabalhos realizados em humanos<sup>4, 20, 53</sup> e animais<sup>36</sup>. A dose recomendada pelo fabricante para efeitos regenerativos é de 3 a 6 j/cm<sup>2</sup>.

Para este estudo a frequência de aplicação do laser foi feita em intervalos de 2 dias, durante uma semana, totalizando 4 sessões. Há um variação na literatura em relação a frequência de aplicação do laser, podendo ser com intervalos de 3 dias<sup>4</sup>, diariamente<sup>31, 36, 89</sup>, duas vezes por semana<sup>51, 53</sup>, ou ainda aplicação única logo após a cirurgia<sup>9, 14, 17, 41, 55</sup>.

O modo de aplicação pontual foi utilizado com base em alguns estudos<sup>34, 14</sup> que fizeram aplicação do laser de baixa intensidade em vários pontos na borda de feridas extensas. No nosso trabalho, a aplicação do laser foi feita em três pontos nas áreas gengivais correspondente ao lado teste.

O modo experimental de boca dividida também foi baseado na maioria dos estudos em humanos<sup>4, 5, 17, 55</sup>, e em animais<sup>9, 31, 36, 51, 53</sup>, evitando variações individuais como hábito alimentar, higiene, metabolismo e comportamento pessoal, além de facilitar a análise comparativa entre os lados.

A análise clínica visual foi feita por um único examinador pelo método de avaliação duplo cego, no 2º, 4º, 6º, 8º, 15º e 21º dia do pós-operatório; considerando aspectos clínicos ao longo do processo cicatricial como: a cor da gengiva, contorno da margem gengival, edema, hemorragia, grau de reparação da ferida cirúrgica e dor durante o pós-operatório; utilizados para comparação do lado teste (lado tratado com laser), e o lado controle sem tratamento. Em contrapartida, Amorim (2001), avaliou clinicamente os períodos de pré-operatório, pós-operatório imediato, 1º, 3º, 7º, 14º, 21º e 35º dia após cirurgias de Gengivoplastias, avaliando parâmetros como: Cor, contorno e estágio de evolução clínica da ferida. Já no estudo de Damante (2003), essa análise clínica foi feita por cinco examinadores, através de fotografias nos períodos de 7, 14, 21, 30, 60 dias após a cirurgia de Gengivoplastias, sendo as variáveis: cor, textura e contorno gengival tomadas como comparação entre os lados teste e controle.

## 6.2 SOBRE OS RESULTADOS ENCONTRADOS

Houve diferenças estatisticamente significativa em relação as variáveis, cor da gengiva e grau de reparação da ferida cirúrgica, quando comparados os lados teste e controle.

Com relação à cor, os resultados obtidos mostraram um melhor reparo cicatricial durante o período de 6 a 8 dias, sendo que o lado irradiado apresentou 4,05 vezes mais chances de apresentar a gengiva saudável no pós-operatório de 6 dias, e com 8 dias está chance passou para 5,9. Quando avaliado o grau de reparação da ferida cirúrgica, os resultados mostraram que o lado teste apresentou uma melhor cicatrização em relação ao lado controle no 6º, 8º e 15º dia de pós-operatório. Podemos constatar que o laser influenciou clinicamente no processo de reparo após cirurgias de gengivoplastia.

Esses resultados vêm corroborar, em relação à cicatrização de gengivoplastia, com os trabalhos de Orban e Archer (1945)<sup>57</sup> que relatam inicialmente a formação de coágulo e inflamação aguda do tecido conjuntivo e completa reepitelização no 7º dia, havendo no 14º dia de pós-operatório um recobrimento completo da ferida pelo epitélio. Complementando Ramfjord, Engler e Hiniker (1966)<sup>63</sup> revelam que, o pico de proliferação celular ocorre no 3º

dia e a cicatrização completa da área cirúrgica juntamente com o restabelecimento da saúde gengival ocorrem entre o 21º e 35º dia de pós-operatório. Esses fatos sugerem o porquê do melhor reparo cicatricial nos períodos de 6, 8 e 15 dias do pós-operatório, sendo os primeiros dias acometidos por uma inflamação aguda (tecido de granulação cicatricial) enquanto, entre o 21º e 35º dia, há uma cicatrização completa da ferida cirúrgica.

Com relação à utilização do laser de baixa intensidade no processo de reparo, os resultados desta pesquisa, diferem um pouco daqueles encontrados por Amorim (2001)<sup>4</sup>, no qual o lado que recebeu o tratamento com o laser foi escolhido como o mais bem cicatrizado entre os examinadores dentro do período de 7 a 35 dias, enquanto que em nesta pesquisa, foi encontrada uma cicatrização melhor no lado teste, que recebeu a fototerapia, apenas até o 15º dia de pós-operatório, sendo os demais dias iguais para os lado teste e controle.

Os resultados desta pesquisa diferem sobremaneira do estudo realizado por Damante (2003)<sup>20</sup>, no qual avaliou clinicamente e histologicamente os efeitos do laser de baixa intensidade no processo cicatricial e não encontrou nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, concluindo que o laser não influenciou no processo de reparo após cirurgias de Gengivoplastia.

Durante o período desta pesquisa foram avaliadas ainda a presença de edema, hemorragia e remissão de sintomas dolorosos, porém estas variáveis não se mostraram bons preditores em relação ao evento estudado, não sendo observado em nenhum paciente diferenças entre o lado teste e o lado controle. Este fato pode ser explicado pelo rigoroso cuidado com o preparo inicial do paciente no que se refere ao controle da inflamação causada pela presença de biofilme dentário e cálculo, eliminando a ocorrência de edema e inflamação no pós-operatório de cirurgias gengivais. Além disso, a cirurgia de Gengivoplastia é um procedimento cirúrgico relativamente simples, que se restringe apenas ao tecido mole e tem um excelente pós-operatório na maioria dos casos, fato esse que pode justificar uma resposta não tão evidente ao laser em relação à remissão de sintomas dolorosos.

Os trabalhos de pesquisa com laser demonstram uma variação muito grande no que diz respeito à diminuição de edema e à remissão da sintomatologia dolorosa. Carrillo e colaboradores (1990)<sup>14</sup> avaliando o efeito da irradiação do laser de baixa intensidade na redução do edema e da sintomatologia dolorosa após extração de terceiros molares inclusos, não observou diferença estatisticamente significativa no grupo tratado com laser em relação ao grupo controle. No entanto, Clokie, Bentley e Herd (1991)<sup>17</sup> estudando a ação analgésica do laser após extração de terceiros molares em humanos observaram que 60% dos pacientes



operados tiveram menor dor no lado irradiado com o laser. Com relação ao edema, 46,7% não mostraram diferença estatisticamente significativo entre os lados.

Fazendo uma análise do presente trabalho pode-se sugerir que, clinicamente, a utilização do laser, dentro dos padrões estabelecidos, tenha acelerado a cicatrização da área operada no período de 6 a 15 dias do pós-operatório, no entanto, aos 21º dia após a cirurgia já não se observava, com nitidez, diferenças entre o lado teste e o controle.

Sabendo da dificuldade do retorno do paciente para controle e aplicação do laser durante uma semana de pós-operatório, e levando em consideração trabalhos de pesquisa que mostram reepitelização acelerada após o 14º dia de pós-operatório<sup>59, 83, 22</sup> e uma completa cicatrização da área cirúrgica, bem como o restabelecimento da saúde gengival entre o 21º e o 35º dia de pós-operatório<sup>22, 66, 32</sup>, dados estes também observados na presente pesquisa, sugere-se que o laser pode ser usado apenas como coadjuvante no tratamento pós-operatório de Gengivoplastia, visto que clinicamente, um melhor reparo do lado teste é observado.

Aremband e Wade<sup>5</sup> realizaram cirurgias de gengivectomia, com bisturi, da forma convencional, utilizando os dois lados do paciente para comparação e, avaliando o clínico e o histológico, não sendo encontradas diferenças estatisticamente significativa entre as técnicas, mostrando que a cicatrização de gengivectomia é simples, não importando a técnica utilizada.

Ao analisar os trabalhos relacionados à utilização do laser de baixa intensidade durante o processo cicatricial, podemos observar uma divergência muito grande tanto na metodologia quanto nos resultados encontrados. Há necessidade de se padronizar variáveis importantes como densidade, potência, comprimento de onda, frequência e modo de aplicação do laser, específico para cada caso.

Muitos estudos são necessários para o estabelecimento da melhor forma de aplicação do laser de baixa intensidade no processo de reparo das feridas cirúrgica e, talvez, fosse viável a realização de pesquisas que observassem histologicamente o efeito do laser na produção de fatores de crescimento e mediadores da inflamação, fatores diretamente responsáveis com o processo cicatricial.

# CONCLUSÃO

---

## 7 CONCLUSÃO

Considerando a metodologia empregada e com base nos resultados obtidos na presente pesquisa, é possível concluir que: Clinicamente, o laser mostrou efeito benéfico sobre o processo cicatricial no período do 2º ao 15º dia de pós-operatório de Gengivoplastia.

# REFERÊNCIAS

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Allendorf JD, Bessler M, Huang J, Kayton ML, Laird D, Nowygrod R, Treat MR et al. Helium-neon laser irradiation at fluences of 1, 2, and 4 J/cm<sup>2</sup> failed to accelerate wound healing as assessed by both wound contracture rate and tensile strength. *Lasers Surg Med* 1997; 20(3): 340-5.
2. Almeida-Lopes, Rigau J, Zangaro RA, Guidugli-Neto J, Jaeger MM. Comparison of the low level laser therapy effects on cultured human gingival fibroblast proliferation using different irradiance and same fluence. *Lasers Surg Med* 2001; 29(2): 179-84.
3. Amir A, Solomon AS, Giler S, Cordoba M, Hauben DJ. The influence of helium-neon laser irradiation on the viability of skin flaps in the rat. *Br J Plast Surg* 2000; 53(1): 58-62.
4. Amorim JCF. Reparação gengival após a técnica de gengivectomia e aplicação de laser de baixa intensidade: Avaliação clínica e biométrica em humanos. [Dissertação]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2001.
5. Aremband D, Wade B. A comparative wound healing study following gingivectomy by electrosurgery and knives. *J Periodont Res* 1973; 8(1): 42-50.
6. Bisht D, Gupta SC, Misra V, Mital VP, Sharma P. Effect of low intensity laser radiation of healing of open skin wounds in rats. *Indian J, Med Res* 1994; 100: 43-6.
7. Bisht D, Mehrota R, Singh Pa, Arti SC, Kumar A. Effect of helium-neon laser on wound healing. *Indian J Exp Biol* 1999; 37: 187-9.
8. Bortolletto R. Efeito da radiação do laser de baixa potência no potencial de membrana de mitocôndrias em células “*in vitro*”. [Dissertação]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2000.
9. Braverman B, Mccarthy RJ, Ivankovich AD, Forde DE, Overfield M, Bapna MS. Effect of helium-neon and infrared laser irradiation on wound healing in rabbits. *Laser Surg Med* 1989; 9: 50-8.
10. Brugnera A, Villa RG, Genovese WJ. *Laser na odontologia*. São Paulo: Pancast; 1991; 61p.
11. Byrnes KR, Barna L, Chenault VM, Waynant RW, Ilev IK, Longo L, Miracco C, Et al. Photobiomodulation improves cutaneous wound healing in na animal model of type II Diabetes. *Photomed Laser Surg* 2004; 22(4): 281-90.

12. Cambier DC, Guy G, Vanderstraeten, Mussen MJ, Spank JT, Low – power laser and healing of burns: a preliminary assay. *Plast Reconstr Surg* 1996; 97(3): 555-8.
13. Capon A, Souil E, Gauthier B, Sumian C, Bachelet M, Buys B, Polla BS, Mordon S. Laser assisted skin closure (LASC) by using a 815 nm Diode-laser system accelerates and improves wound healing. *Laser Surg Med* 2001; 28(2): 168-75.
14. Carrillo JS, Calatayud J, Manso FJ, Barbeira E, Martinez JM, Donado M. A randomized double blind clinical trial on the effectiveness of helium- néon laser in the prevention of pain, swelling and trismus after removal of impacted third molars. *Int dent. J.* 1990; 40(1): 31-6.
15. Cecchini, SCM. Estudo *in vitro* das aplicações do laser de Hólmio: YLF em esmalte e dentina, visando a realização de cirurgia de acesso endodôntico e preparo cavitário. [Dissertação]. São Paulo(SP): Universidade de São Paulo;1995.
16. Chomette G, Auriol R., Zeitoun R, Mousques T. Effect du sofl laser sur lé tissue conjonctif gingival. I. Effect sur les fibroblasts. *Etudes d’histoenzymologie et de microscopie eletronique.* *J Biol Buccale* 1987; 15(1): 45-9.
17. Clokie C, Bentley KC, Head TW, The effects of the helium-neon laser on postsurgical discomfort: A pilot study. *J Canad Dent Ass* 1991; 57(7): 584-86.
18. Conlan MJ, Rapley JW, Cobb CM. Biostimulation of wound healing by low-energy laser irradiation: a review. *J Clin Periodontol* 1996; 23(5): 492-6.
19. Corazza AV. Fotobiomodulação comparativa entre o laser e LED de baixa intensidade na angiogênese de feridas cutâneas em ratos.[Dissertação]. São Carlos (SP): Faculdade de medicina; 2005. 89p.
20. Damante CA. Avaliação clínica e histológica dos efeitos do laser em baixa intensidade (GaAlAs) na cicatrização de gengivoplastia em humanos. [Dissertação]. Bauru (SP): Universidade de São Paulo; 2003
21. Donnenfeld O, Glickman I. A biometric study of the effects of gingivectomy. *J periodont* 1966; 37(6): 447-52.
22. Engler WO, Ramfjord SP, Hiniker JJ. Healing following simple gingivectomy. A tritiated thymidine radioautographic study. I. Epithelialization. *J Periodont* 1966 jul/Aug; 37(4): 298-308.
23. Ferrari FCL. Efeito do laser terapêutico na mucosite induzida por 5-fluoruracila (5-FU) em hamsters. [Dissertação]. Araraquara (SP): Universidade Estadual Paulista; 2005. 138p.

24. Garcia VG. Comportamento de feridas cutâneas submetidas à ação do raio laser: estudo clínico, biométrico e histológico em ratos. [Tese]. Araçatuba (SP): Universidade Estadual Paulista; 1992. 107p.
25. Garcia VG, Okamoto T, Kina JR. Reparação de feridas cutâneas submetidas ao tratamento com laser. Estudo histológico em ratos. Rev Odontol UNESP 1996; 25(1): 37-48.
26. Garcia VG, Okamoto T, Theodoro LH, Milanezi LA, Garcia JL. Processo de reparo em feridas de extração dental tratados com laser de baixa intensidade (904nm), com diferentes energias de irradiação. Estudo histológico em ratos. Rev Facul Odontol Lins 2000 jul/dez; 13(2): 27-34.
27. Goldman, HM. Gingivectomy. Oral Surg 1951; 4: 1136-57.
28. Goldman L, Gray JA, Goldman B, Meyer R. Laser radiation of malignancy in man. Cancer 1965; 18(5): 533-45.
29. Grossman N, 780nm low power diode laser irradiation stimulates proliferation of keratinocyte cultures: involvement of reactive oxygen species. Laser Surg Med 1998; 22: 212-18.
30. Hall G, Anneroth G, Schennings T, Zetterqvist T, Rydén H. Effect of low level energy laser irradiation on wound healing. An experimental study in rats. Swed Dent J 1994; 18(1-2): 29-34.
31. Hennng FR. Epithelial mitotic activity after gingivectomy. Relationship to reattachment. J periodont Res 1969; 4(4): 319-24.
32. Honmura A, Yanase M, Obata J, Haruki E. Therapeutic effect of Ga-Al-As diode laser irradiation n experimentally induced inflammation in rats. Lasers Surg Med 1992; 12(4): 441-9.
33. Innes PB. An electron microscopic study of the regeneration of gingival epithelium following gingivectomy in the dog. J periodont Res 1970; 5(3): 196-204.
34. Kana JS, Hutschenreiter G, Haina D, Waidelich W. Effect of low-power density laser radiation on healing of open skin wounds in rats. Arch. Surg 1981; 116(3): 293-6.
35. Karu TI. Molecular mechanisms of therapueptic effect of low-intensity laser irradiation. Laser Life Sci 1988; 2: 53-74.
36. Koutná M, Janisch R, Eselská R. Effects of low-power laser irradiation on cell proliferation on cell proliferation. Scripta Medica 2003 june; 76(3): 163-172.

37. Kreisler M, Christoffers AB, Al-Haj H, Willershausen B, d'Hoedt B. Low-level 809nm diode laser induced *in vitro* stimulation of the proliferation of human gingival fibroblasts. *Laser Surg. Med.* 2002; 30(5): 365-69.
38. Laakso El. Plasma ACTH and  $\beta$ -endorphina levels in response to low level laser therapy (LLLT) for myosfascial trigger points. *Laser Therapy* 1994; 6: 133-42.
39. Lagan KM, Clemente BA, McDonough S, Baxter GD. Low intensity laser therapy (830nm) in the management of minor postsurgical wounds: A controlled clinical study. *Laser Surg Med* 2001; 28(1): 27-32.
40. Lindhe J. Tratado de periodontia clínica e implantodontia oral. Rio de Janeiro, 3 ed, Guanabara Koogan, 1999c, 720p.
41. Listgarten M. Ultrastructure of the dento-gingival junction after gingivectomy. *J periodont Res* 1972; 7(2): 151-60.
42. Loevschall H, Arenholt-Bindslev D. Effect of low-level diode laser irradiation of human oral mucosa fibroblast in vitro. *Lasers Surg Med* 1994; 14: 347-54.
43. Locci JR. Efeito da aplicação do laser de baixa intensidade com variação do comprimento de onda em feridas cutâneas de ratos. [Tese]. Araçatuba (SP): Universidade Estadual Paulista, 2002. 135p.
44. Lowe AS, Walker MD, O'byrne M, Baxter GD, Hirst DG. Effect of low intensity monochromatic light therapy (890nm) on a radiation-impaired, wound healing model in murise skin. *Lasers Surg Med* 1998; 23(5): 291-8.
45. Lyons RF, Abergel RP, White RA, Dwyer RM, Castel JC, Uitto, J. Biostimulation of wound healing in vivo by a helium-neon-laser. *Ann. Plast. Surg* 1987; 18(1): 47-50.
46. Lucas C, Criena-Poublon LJ, Cockrell CT, de Haan RJ. Wound healing in cell studies and animal model experiments by low level laser therapy: Were clinical studies justified? A systematic Review. *Laser Med Sci* 2002; 17(2): 110-134.
47. Macarini VC. Influência do laser em baixa intensidade (660nm) no processo de reparo em feridas cutâneas provocadas em ratos tratados com nicotina. Estudo Histológico. [Dissertação]. Araçatuba (SP): Universidade Estadual Paulista, 2004.
48. Maiman TH. Stimulated emission of radiation in rubi. *Nature* 1960 Aug; 187: 493-4.
49. Mester E, Ludány G, Sellyei M, Szende B, Tota JG. The stimulating effect of low power laser rays on biological systems. *Laser Rev* 1968; 1: 3.
50. Mester E, Spiry T, Szende B, Tota JG. Effect of laser rays on wound healing. *Am J Surg* 1971; 122(4): 532-5.



51. Mester E, Nagylucskay S, Doklen A, Tisza S. Laser stimulation of wound healing. *Acta chir Acad Sci Hung* 1976; 17(1): 49-55.
52. Mester E, Mester A, Mester A. The biomedical of laser application. *Laser Surg Med* 1985; 5(1): 31-9.
53. Neiburger E J. The effect of low power lasers on intraoral wound healing. N.Y. *Sttae Dent J Albany* 1995; 61(3): 40-3.
54. Neiburger E J. Rapid healinh of gingival incisions by the Helium- Neon diode laser. *J Mass Dent Soc* 1999; 48(1): 8-13.
55. Nomura K, Yamagughi M, Abiko Y. Inhibition of interleukin- 1 beta production and gene expression in human gingival fibroblasts by low-energy laser irradiation. *Lasers Med Sci* 2001; 16(3): 218-223.
56. Oliveira AF, Castro TS, Sankarankutty AK. Efeito do laser no tecido hepático após hepatectomia a 90% em ratos. *Acta Cir Bras* 2006; 21(1): 29-32.
57. Orban B, Archer EA. Dynamics of wound healing following elimination of gingival pockets. *Amer J Orthodont Oral Surg* 1945; 31: 40-54.
58. Patel CKN. Continuous-wave laser action on ibration-rotational transitions of CO<sub>2</sub>. *Phys Rev* 1964; 136: 1187-93.
59. Pinheiro ALB. Normas de segurança quando da utilização de laser. *Rev gaúcha odont* 1995 jul/ago; 43(4): 227-232.
60. Pourreau-Schneider N, Soudry M, Remusat M, Franquin JC, Martin PM. modifications of growth dynamics and ultrastructure after helium-neon laser treatment of human gingival fibroblasts. *Quintessence int* 1989; 20(12): 887-893.
61. Pretel H. Ação de biomateriais e laser de baixa intensidade na reparação tecidual óssea. Estudo histológico em ratos. [Dissertação]. Araraquara (SP): Universidade Estadual Paulista, 2005. 165p.
62. Ramfjord SP, Costich ER. Healing after simple gingivectomy. *J Periodont* 1963; 34: 5-19.
63. Ramfjord SP, Engler WO, Hiniker JJ. A radioautographic etudy of healing following simple gingivectomy. II. The connective tissue. *J Periodont* 1966; 37: 5-15.
64. Reddy GK. Comparison of the photostimulatory effects of visible he-Ne and infrared Ga-As laser on healing impaired diabetic rat wounds. *Laser in Surg Med* 2003; 33(5): 344-351.

65. Robicsek S. The 3 annual report of the Austrian Dental Association. *J Periodontol* 1965; 36: 265. apud Lindhe, J. tratado de periodontia e implantodontia oral. Rio de Janeiro, 3. ed., Guanabara Koogan, 1999c, 720p.?
66. Sabag N. Epithelial reattachment after gingivectomy in the rat. **J Periodont** 1984; 55(3): 135-41.
67. Sakurai Y, Yamaguchi M, Abiko Y. Inhibitory effect of low level laser irradiation on LPS-stimulated prostaglandin E2 production and Cyclooxygenase-2 in human gingival fibroblasts. *Europ J Oral Sci* 2000 Feb; 108(1): 29-34.
68. Schawlow AL, Townes, CH. Infrared and optical masers. *Phys Rev* 1958 Dec; 112(6): 1940-49.
69. Schlager A, Kronberrger P, Petschike F, Ulmer H. Low-power laser light in the healing of burns: a comparison between two different wavelengths (635nm and 690nm) and placebo group. *Laser Surg Med* 2000; 27(1):39-42.
70. Schneider NP, Soudry M, Remusat M, Franquim JC, Martin PM. Modificações da dinâmica de crescimento e ultraestrutura após tratamento com laser Hélio-Neônio de fibroblastos gengivais. *Odontol Hoje* 1990; 9: 403-17.
71. Sene GL. Avaliação do laser de baixa intensidade nas propriedades mecânicas do músculo gastrocnêmio submetido à lesão muscular por mecanismo de impacto. [Dissertação]. São Carlos (SP): Universidade de São Carlos, 2005
72. Shimizu N, Yamaguchi M, Goseki T, Shibata Y, Takiguchi H, Iwasawa T, Abiko Y. Inhibition of prostaglandin E2 and interleukin 1-beta production by low-power laser irradiation in stretched human periodontal ligament cells. *J Dent Res* 1995 July; 74(7): 1382-88.
73. Soares JH, Tardivo JP, Goldenberg S, Katz S, Moura LAR. Aspectos morfológicos e histométricos da reparação tecidual das feridas cutâneas de ratos após irradiação com laser de Hélio-Neônio. *Acta Cir Bras* 1989; 4(2): 56-60.
74. Stadler I, Lanzafame RJ, Evans R, Narayan V, Dailey B, Buehner N et al. 830 nm irradiation increases the wound tensile strength in a diabetic murine model. *Lasers Surg. Med* 2001; 28(3): 220-6.
75. Stahl SS. Gingival healing II. Clinical and histologic repair sequences following gingivectomy. *J Periodont* 1968 Mar; 39(2): 109-18.
76. Stahl SS, Tonna EA. Cell proliferative activity of injured periodontal tissue. An H<sup>3</sup> thymidine autoradiographic study of 26-week-old mice following gingivectomy. *J periodont Res* 1972; 7(4): 328-33.

77. Stern RH, Sognaes RF. Laser beam on dental hard tissues. In: INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR DENTAL RESEARCH. Genaral Meeting, 42. Los Angeles, Mar. 19-22, 1964, Abstracts of papers. Chicago, J Dent Res 1964; 43(5): 879. [Abstract n. 307].
78. Tatarunas AC, Materia JM, Dagli MLZ. Estudo clínico e anatomopatológico da cicatrização cutânea no gato doméstico utilizando laser de baixa potência GaAs (904 nm). Acta Cir Brás 1998 Apr/May/June; 13(2): 86-93.
79. The American academy of periodontology. Glossary of periodontal terms. 4 ed. Chicago: AAP, 2001.
80. Waerhaug J. Depth of incision in gingiectomy. Oral Surg 1955; 8: 707-18.
81. Walker MD, Rumpf S, Baxter GD, Hirst DG, Lowe AS. Effect of low-intensity laser irradiation (660nm) on a radiation-impaired wound-healing model in murine skin. Laser Surg Med 2000; 26(1): 41-7.
82. Webb C, Dyson M, Lewis WHP. Stimulatory effect of 660nm low level laser energy on hypertrophic scar derived fibroblasts: Possible mechanisms for increase in cell counts. Lasers Surg. Med 1998; 22: 294-301.
83. Woodruff LD, Julie MB, Windy MB, Kennth SDJr, Cameron DB, Donna LW et al. The efficacy of laser therapy in wound repair: a meta-analysis of the literature. Photomed laser Suger., Larchmont 2004 jun; 22(3): 241-247.
84. Yu HS, Chang KL, Yu CL, Chen JW, Chen, G.S. Low-energy helium-neon Laser irradiation stimulates interleukin-1 and interleukin-8 release from cultured human keratinocytes. J Invest Dermatol 1996; 107(4): 593-6.
85. Yu W, Naim JO, Lanzafame RJ. Effects of photostimulation on wound healing in diabetic mice. Lasers Surg Med 1997; 20(1): 56-63.
86. Veçoso MC. Laser em fisioterapia 1993; 25-54.
87. Zentler A. Suppuratie gingiitis with aleolar involvement. A new surgical procedure. J Amer Med Ass 1918; 71: 1530-34.apud Lindhe J.

**ANEXOS**

---



## ANEXO 1

MINISTÉRIO A EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

**Projeto de Pesquisa:** “Avaliação clínica dos efeitos da aplicação do laser de baixa intensidade na cicatrização de gengivectomia/ plastia em humanos”.

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

a) Objetivo e justificativa da pesquisa:

Obrigado (a) pela sua participação como voluntária (a) em nossa pesquisa. Esta pesquisa justifica-se pela importância de se oferecer aos pacientes portadores de hiperplasia gengival (gengiva cresce para cima do dente) um tratamento correto. O objetivo deste trabalho compreende a avaliação clínica dos efeitos do laser de baixa intensidade na cicatrização de Gengivectomia, cirurgia de escolha para hiperplasia gengival.

b) Riscos possíveis e benefícios esperados:

A presente pesquisa não oferece risco ao paciente. A dor proveniente de cirurgias periodontais ocorre em graus variáveis. De acordo com trabalhos já publicados, o laser acelera a cicatrização e diminui o desconforto pós-operatório. Os benefícios estão diretamente relacionados a você, pois faremos o tratamento completo da doença periodontal sem nenhum custo.

c) Procedimentos:

Os pacientes que concordarem em participar da pesquisa serão submetidos ao tratamento periodontal convencional (limpeza da raiz e remoção de cálculo) e após reavaliação, se não houver melhora da doença gengival, será indicada a cirurgia da gengiva e quatro aplicações de laser para acelerar a cicatrização e diminuir o desconforto pós-operatório, sendo acompanhado por um período de 30 dias.

d) Remuneração – Ressarcimento – Indenização

Não haverá pagamento pela sua participação nesta pesquisa. Porém, terá direito a indenização em caso de danos comprovadamente ocorridos pela participação na pesquisa e ressarcimento de gastos efetuados, também comprovados, decorrentes desta pesquisa.

e) Acesso as informações:

As informações obtidas de cada paciente são confidenciais e somente serão usadas com o propósito científico, sem divulgar o nome do participante. O pesquisador, os demais profissionais envolvidos nesse estudo e o Comitê de Ética e atividades reguladoras, terão acesso aos arquivos dos participantes, para verificação de dados, sem, contudo violar a confidencialidade necessária.

A assinatura deste formulário de consentimento formaliza sua autorização para o desenvolvimento de todos os passos anteriormente apresentados, mas mesmo que você tenha assinado este termo de consentimento você pode desistir de participar, em qualquer momento se desejar.

f) Termo de consentimento:

Declaro que, após ter lido e compreendido as informações contidas neste formulário, concordo em participar desse estudo.

E através deste instrumento e da melhor forma de direito, autorizo a Mestranda do Programa de Pós-graduação em Odontologia da UFRN/Natal, Flaviana Pires Camelo, brasileira, Cirurgiã Dentista, portadora da carteira de identidade nº 1607578 SSP/RN, CRO/RN 2555, telefone: 3234-1320, residente na Rua: Desembargador túlio Bezerra de Melo, 3605/ 1201, Candelária, Natal- RN, a utilizar as informações obtidas sobre minha pessoa, através do que for falado, escrito, visto e examinado com a finalidade de desenvolver trabalho de cunho científico na área da odontologia.

Autorizo também a publicação do referido trabalho, de forma escrita, fotografias e resultados de exames. Concedo também o direito de retenção e uso para quaisquer fins de ensino e divulgação em jornais e/ou revistas científicas do país e do estrangeiro, desde que mantido o sigilo sobre minha identidade. Estou ciente que nada tenho a exigir a título de indenização pela minha participação na pesquisa.

Em caso de alguma dúvida sobre a conduta ética nesta pesquisa posso entrar em contato com o comitê de ética da UFRN pelo telefone: 3215-3135 ou com o próprio pesquisador no endereço acima mencionado ou ainda no Departamento de Odontologia da

UFRN, na Avenida Senador Salgado Filho, 1787, Lagoa Nova, em Natal- RN, telefone 3215-4135.

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

Assinatura: \_\_\_\_\_.

Endereço: \_\_\_\_\_

---

CPF: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_

Natal, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2005.

---

Flaviana Pires Camelo  
Cirurgiã Dentista – Pesquisadora  
E-mail: fpcamelo@hotmail.com



## ANEXO 2



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – MEC  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP

PARECER CONSUBSTANCIADO  
(Final)

Protocolo nº	125/05 CEP-UFRN
Projeto de Pesquisa	Avaliação Clínica do Laser de Baixa Intensidade na Cicatrização de Gengivectomia/plastia em Humanos Odontologia – Grupo III
Área de Conhecimento	Eduardo Gomes Seabra
Pesquisador Responsável	UFRN – Centro de Ciências da Saúde
Instituição Onde Será Realizado	Programa de Pós Graduação
Finalidade	Departamento de Odontologia
Revisão Ética	Obtenção do grau de Mestre 06 de fevereiro de 2006

## RELATO

Considerando que as pendências expostas por este Comitê, foram adequadamente cumpridas, o Protocolo de Pesquisa em pauta enquadra-se na categoria de APROVADO.

**Orientações ao Pesquisador:** em conformidade com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) através do Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa (Brasília, 2002-p.65) e Resol. 196/96 – CNS o pesquisador responsável deve:

1 – entregar ao sujeito da pesquisa uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), na íntegra, por ele assinada (Resol. 196/96 – CNS – item IV.2d);

2 – desenvolver a pesquisa conforme foi delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após a análise das razões da descontinuidade pelo CEP/UFRN (Resol. 196/96 – CNS – item III.3z);

3 – apresentar ao CEP/UFRN eventuais emendas ou extensões ao protocolo original, com justificativa (Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa – CONEP – Brasília – 2002 – p.41);

4 – apresentar ao CEP/UFRN relatório final (Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa - CONEP – Brasília – 2002 – p.42);

O formulário para relatório final encontra-se na página do CEP.

Natal, 14 de fevereiro de 2006

*Dulce Almeida*  
Dulce Almeida  
Vice-Coordenadora CEP-UFRN

## ANEXO 3

### FICHA DE AVALIAÇÃO CLÍNICA

Avaliação clínica dos efeitos da aplicação do laser de baixa intensidade na cicatrização de gengivectomia/plastia em humanos.

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

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

Avaliação: \_\_\_\_\_

Lado Direito

Lado Esquerdo

Cor da gengiva

Rósea

Avermelhada

Azulada

Cor da gengiva

Rósea

Avermelhada

Azulada

Contorno da gengiva

Normal

Hiperplásico

Atrófico

Contorno da gengiva

Normal

Hiperplásico

Atrófico

Edema

Sim

Não

Edema

Sim

Não

Hemorragia

Sim

Não

Hemorragia

Sim

Não

**ANEXO 4****GRAU DE REPARAÇÃO DA FERIDA CIRÚRGICA.**

Paciente	Lado D	Lado E	Iguais
2° dia			
4° dia			
6° dia			
8° dia			
15° dia			
21° dia			