

**FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RIO GRANDE DO
NORTE - FARN
CURSO DE FISIOTERAPIA**

PABLO MIRANDA DA SILVA CANELA

EFEITOS DO LED NA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS CUTÂNEAS EM RATOS

WISTAR

EFEITOS DO LED NA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS CUTÂNEAS EM RATOS

WISTAR

ORIENTADORA: Prof. Dr.ª Patrícia Feres Meyer

**NATAL
2010**

PABLO MIRANDA DA SILVA CANELA

EFEITOS DO LED NA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS CUTÂNEAS EM RATOS

WISTAR

Monografia apresentada à Faculdade de Medicina para o desenvolvimento do Rio Grande do Norte - FARN, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Fisiologia.

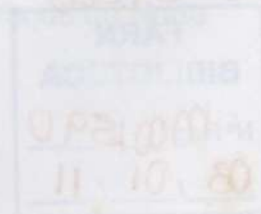
EFEITOS DO LED NA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS CUTÂNEAS EM RATOS

WISTAR

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Patrícia Froes Meyer

Prof. Wouber Hamilton de Brito Vieira (Dr)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

NATAL
2010



Canela, Pablo Miranda da Silva

Efeitos do LED na cicatrização de feridas cutâneas em ratos *Wistar* /
Pablo Miranda da Silva Canela. – Natal: FARN, 2010.
57 f.

Orientador: Patrícia Froes Meyer (Dra.)

Monografia (Bacharelado em Fisioterapia) – Faculdade Natalense
para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte.

1. Fisioterapia – Monografia. 2. Fisioterapia da Pele – Monografia. 3.
Fototerapia – Monografia. I. Título.

RN/FARN/BC

CDU 615.8:616.5



M
615.8:616.5
C224 e
2010
ex 01

PABLO MIRANDA DA SILVA CANELA

EFEITOS DO LED NA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS CUTÂNEAS EM RATOS

WISTAR

Monografia apresentada a Faculdade Natalense para o desenvolvimento do Rio Grande do Norte- FARN, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Aprovado em: 16/06/2010

BANCA EXAMINADORA

Profª.DRª. Patrícia Froes Meyer (Dr)

Orientadora

Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte - FARN

Prof Wouber Herickson de Brito Vieira (Dr)
Universidade Federal do Rio Grande do norte.

Prof Denise Dal'ava Augusto
Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

DEDICATÓRIA

Quero agradecer primeiramente a Deus, que me dá forças nos momentos mais difíceis. Agradeço a minha família. Meu pai Sebastião e minha mãe Marlucia, pela dedicação, amor e apoio em todas as minhas decisões. Agradeço também a minha irmã Marina por me ajudar a enfrentar todas as dificuldades que passei durante todo o caminho e a minha namorada Ana Karoline pela ajuda em cada etapa do desenvolvimento desse trabalho.

Aos amigos pelo os incentivos e ajuda constante, em especial aos meus amigos Marcel, Diego, Nayrane e Marcela pela ajuda dada que foi essencial para a conclusão deste trabalho

Aos orientadores Patrícia Froes Meyer, Oscar Ronzio e a Maria Goretti Freire de Carvalho por terem dedicado boa parte de seu tempo me auxiliando. Sem eles nada seria concretizado.

Pablo Miranda da Silva Canela

LISTA DE TABELAS

DEDICATÓRIA

Tabela 1: Descrição dos animais e dos procedimentos realizados.

Tabela 2: Análise qualitativa dos resultados do grupo controle.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela saúde, fé e perseverança que tem me dado. A minha família, minha mãe e meu pai, pela minha formação, pelo incentivo e pelo apoio (alicerce da minha vida). A minha irmã Marina, pelo amor que nos une.

A minha orientadora Patrícia Froes Meyer que sempre acreditou em minha capacidade e me incentivou a realizar este trabalho. A minha namorada Ana Karoline, minha fiel companheira na hora das dificuldades que sempre esteve do meu lado. A meus amigos pelo incentivo a busca de novos conhecimentos, a todos os professores e professoras que muito contribuíram para a minha formação, dos quais tenho boas lembranças.

Pablo Miranda da Silva Canela

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

Tabela 1: Distribuição dos animais segundo os procedimentos realizados.

Tabela 2: Análise qualitativa de resultados do grupo controle.

Tabela 3: Análise qualitativa de resultados do grupo LED vermelho. dos 5 dias de

Tabela 4: Análise qualitativa de resultados do grupo LED verde.

Tabela 5: Análise qualitativa de resultados do grupo LED amarelo. estudos.

Tabela 6: Análise qualitativa de resultados do grupo LED azul. dos 5 dias de

Tabela 7: Comparação das características fisiológicas resultantes do exame histológica para todos os grupos. com em relação aos grupos estudados.

Figura 1: HE 100X mostrando agorão e tecido de granulação.

Figura 2: Tricômico 400X colágeno e presença de mastócitos

Figura 3: HE 400X Pequena inflamação, muitos e lama.

Figura 4: HE 400X Colágeno mais maduro e denso.

Figura 5: HE 40X Pouco tecido epitelial, tecido de granulação, presença de fibrina.

Figura 6: HE 100X Tecido de granulação.

Figura 7: HE 400X HE Menor quantidade de mastócitos, sinal de inflamação.

Figura 8: HE 400X HE Menor quantidade de mastócitos, sinal de inflamação.

Figura 9: Tricômico 400X - Colágeno denso, mais maduro.

Figura 10: HE 400X - Presença de cristas, fibrina, epitelização pequena.

Figura 11: HE 400X Curvatura considerável de mastócitos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução da perimetria para os grupos estudados ao longo dos 5 dias de tratamento.

Figura 2: Diferença percentual da perimetria em relação aos grupos estudados.

Figura 3: Evolução da área para os grupos estudados ao longo dos 5 dias de tratamento.

Figura 4: Diferença percentual da área em relação aos grupos estudados.

Figura 5: HE 100X mostrando epitélio e tecido de granulação.

Figura 6: Tricrômico 400X colágeno jovem e presença de mastócitos

Figura 7: HE 40X Pequena epitelização, menos edema.

Figura 8: HE 400X Colágeno mais maduro e denso.

Figura 9: HE 40X Pouco tecido epitelial, tecido de granulação, presença de fibrina.

Figura 10: HE 100X Tecido de granulação.

Figura 11: HE 400X HE Menor quantidade de mastócitos, sinais de inflamação aguda, edema acentuado

Figura 12: Tricrômico 400X – Colágeno denso, mais maduro.

Figura 13: HE 400X – Presença de crostas, fibrina, epitelização pequena.

Figura 14: HE 400X: aumento considerável de mastócitos

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados estatísticos (quantitativos)

4.1.1 Perimetria

4.1.2 Área

4.2 Resultados qualitativos

5 CONCLUSÃO

REFERÊNCIAS

APÊNDICE

ÍNDICE

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Caracterizações da organização.....	13
1.2 Formulação do problema ou oportunidade.....	13
1.3 Objetivos.....	13
1.4 Justificativa.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Processo de cicatrização.....	14
2.2 Recursos fisioterapêuticos.....	17
2.2.1 Laser.....	17
2.2.2 Led.....	17
3 METODOLOGIA.....	22
3.1 Delineamento da pesquisa.....	22
3.2 População – Alvo.....	22
3.3 Amostra.....	23
3.4 Plano de coleta dos dados – instrumentos de coleta.....	23
3.5 Cronograma.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
4.1 Resultados estatísticos (quantitativos).....	28
4.1.1 Perímetro.....	28
4.1.2 Área.....	30
4.2 Resultados qualitativos.....	32
5 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	44
APÊNDICE.....	51
NEXOS.....	54

EFEITOS DOS VÁRIOS COMPRIMENTOS DE ONDAS DE LEDS NA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS CUTÂNEAS EM RATOS WISTAR

Pablo Miranda da Silva Canela¹

Patrícia Froes Meyer²

RESUMO

A fisioterapia é uma área das ciências médicas que pode atuar no reparo de lesões tendo um importante papel na cicatrização, já que tem recursos terapêuticos capazes de acelerar este processo. Um destes recursos é a fototerapia. O LEDs (Light Emitting Diodes) é um recurso fototerápico que esta sendo bastante utilizado atualmente, como uma boa alternativa ao LASER (Light Amplification by Stimulation Emission of radiation) de baixa intensidade para promover a cicatrização de feridas devido ao seu baixo custo. Objetivo do estudo foi avaliar o efeito de vários comprimentos de ondas do LED na cicatrização de feridas cutâneas em ratos WISTAR. Foi utilizada uma amostra de 25 ratos divididos em cinco grupos: Grupo controle, Grupo LED vermelho (630-780nm), Grupo LED verde (490-565nm), Grupo LED azul (440-490nm), Grupo LED amarelo (590-630nm). Após 24 horas da realização das lesões cirúrgicas, foi utilizado o LED nos cinco grupos por 6 minutos e DOSE DE 3,0 watts. Avaliou-se a área e o perímetro da cicatrização com o software Universal Desktop Ruler versão 2.9.1124 (AVPSpft). Com uma segunda análise, em nível histológico, pesquisou-se a reação inflamatória e o processo de reparo. Foi observado que a fototerapia não colimada de 620-780 nm (vermelho) provocou melhores efeitos anti-edematosos em relação aos outros grupos. A formação de cicatriz com melhor qualidade ocorreu com o LED amarelo (590-630nm), onde ocorreu maior deposição de colágeno jovem e maduro em relação aos demais grupos sendo seguido do grupo LED vermelho que apresentou colágeno jovem, mas com alta densidade em relação aos demais grupos. A média dos resultados estatísticos da perimetria diminuiu em todos os grupos sendo que o grupo LED vermelho foi significativo comparado ao grupo controle ($p < 0,001$) e ao LED Azul ($p = 0,032$). O grupo LED verde foi significativo comparado ao grupo controle ($p = 0,014$) e ao grupo LED Azul ($p = 0,014$). A área diminuiu em todos os grupos tendo melhor resultado no grupo LED vermelho e pior resultado no grupo LED azul. Diante destas respostas com fototerapia não colimada vermelha (620-780 nm), verde (490 - 565nm), amarelo (590-630) e Azul (440 - 490nm) podemos concluir que o uso destes comprimentos de são benéficos ao processo de cicatrização, preponderantemente com LED vermelho.

Palavras chaves: LED, cicatrização, fototerapia, fisioterapia dermato-funcional

EFEITOS DOS VÁRIOS COMPRIMENTOS DE ONDAS DE LEDS NA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS CUTÂNEAS EM RATOS WISTAR

Pablo Miranda da Silva Canela¹

Patrícia Froes Meyer²

ABSTRACT

Physiotherapy is an area of medical sciences that can act in the repair of lesions having an important role in healing, as it has therapeutic resources capable of accelerating this process. One of these resources is phototherapy. The LEDs (Light Emitting Diodes) phototherapy is a resource that is being widely used today as a good alternative to the LASER (Light Amplification by Stimulation Emission of Radiation) of low intensity to promote healing of wounds due to its low cost. Objective was to evaluate the effects of various wavelengths of the LED in the healing of skin wounds in rats. A sample of 25 mice divided into five groups: control group, Group red LED (630-780nm), green LED group (490-565nm), blue LED Group (440-490nm), Group yellow LED (590-630nm). After 24 hours of the completion of the surgical wound, the LED was used in five groups of six minutes and three watts. We evaluated the area and perimeter of healing with software version 9.2.1124 Universal Desktop Ruler (AVPSpft). In a second analysis, histological level, researched to the inflammatory and repair process. It was observed that phototherapy does not collimated of 620-780 nm (red) resulted in better anti-edematous effect in relation to other groups. The formation of scar quality was better with the yellow LED (590-630nm), where there was greater collagen deposition young and mature than the other group being followed by the group showed that collagen red LED young, but with high density compared to other groups. The average statistical results of perimeter decreased in all groups and the group LED red was significant compared to control ($p < 0.001$) and Blue LED ($p = 0.032$). The green LED group was significant compared to the control group ($p = 0.014$) and the group Blue LED ($p = 0.014$). The area declined in all groups with better outcome in the group red LED and the worst result in the group blue LED. Faced with these answers phototherapy not collimated red (620-780 nm), green (490-565nm), yellow (590-630) and Blue (440 - 490nm) we can conclude that the use of these lengths are beneficial to healing, predominantly with red LED.

Key-words: LED, wound healing, phototherapy, dermato-physiotherapy functional

1 INTRODUÇÃO

A cicatrização tem, ao longo dos anos, merecido atenção redobrada dos pesquisadores, principalmente em relação aos fatores que retardam ou dificultam este processo. A cicatrização é um processo fisiológico, complexo e altamente organizado que se inicia com resposta inflamatória, caracterizada pelo aumento do fluxo sanguíneo, permeabilidade capilar e migração de leucócitos para a região lesada. Os fatores que dificultam o reparo são o ambiente mais ou menos contaminado no qual ocorre a ferida, infecção sistêmica concomitante, o estado nutricional deficitário, principalmente a hipoproteïnemia, doenças sistêmicas associadas como o Diabetes, radioquimioterapia, quimioterapia e uso de drogas imunossupressoras. Uma das mais eficientes propriedades de defesa do nosso organismo é a capacidade orgânica de cicatrizar uma ferida. Soluções para melhorar a qualidade de vida dos pacientes que são acometidos por deficiência no processo de reparo tecidual têm sido investigadas. (MARTINS *et al*, 2006; FERREIRA *et al*, 2006 VASHEGHANI *et al*, 2008).

Técnicas farmacológicas (ZHAO *et al.*, 2002; SENNEVILLE, 2005), fitoterapêuticas (PAIVA, 2002), terapias gênicas (ISHII *et al.*, 2004) e exercícios fisioterápicos (TANAKA *et al.*, 1996) são utilizadas para o tratamento de lesões cutâneas agudas e crônicas. Do mesmo modo, existem recursos físicos não invasivos que auxiliam na contração de feridas (MILGRAM *et al.*, 2004).

A radiação a LASER (Light Amplification by Stimulation Emission of radiation) de baixa intensidade é uma modalidade terapêutica não invasiva freqüentemente utilizada na aceleração do processo cicatricial de feridas pode favorecer o aumento do fluxo sanguíneo e a neoformação vascular. A terapia com LASER de baixa intensidade é uma técnica capaz de acelerar o processo de reparação dos tecidos biológicos traumatizados. Os efeitos da radiação LASER sobre os tecidos dependem da absorção de sua energia e da transformação desta em determinados processos biológicos. Para descrever o efeito biológico da radiação LASER é habitual seguir um esquema, segundo o qual, a energia depositada nos tecidos produza ação primária ou direta, com efeitos locais do tipo fototérmico, fotoquímico e fotoelétrico ou bioelétrico (VINK *et al.*, 2003).

De acordo com Agne (2005) a energia LASER ao penetrar no interior do tecido é absorvida por determinados cromóforos, resultando no aumento do metabolismo celular e conseqüentemente aumento da síntese de ATP pelas mitocôndrias. A laserterapia de baixa intensidade promove também efeitos terapêuticos observados clinicamente, como a anestesia local, ação antiedematosa, antiinflamatória e melhora da cicatrização de feridas de difícil evolução.

A fisioterapia pode ter importante papel na facilitação do processo de cicatrização, já que possui recursos terapêuticos capazes de acelerar este processo. Dentre estes recursos se destaca a fototerapia, que é citada na literatura como eficiente tratamento para as cicatrizes. Uma opção de fototerapia em uso, hoje, é o LEDs (Light emitting diodes) que são diodos de semicondutores submetidos a uma corrente elétrica que emite luz e é utilizada para fototerapia com o comprimento de onda que varia de 405nm (azul) a 940nm (infravermelho). A fotoestimulação decorrente dessa luz atua sobre a célula e sua permeabilidade, sobre as mitocôndrias estimuladoras, na síntese de ATP, nas proteínas como colágeno e a elastina. Esta luz age também como antimicrobiano e antiinflamatório e por isso são indicados para as mais variadas afecções inflamatórias (ABRAMOWITZ E ARRAZOLA, 2005).

Atualmente, a discussão está sendo vinculada às variáveis da luz, como a coerência e a colimação. Isso vem ocorrendo devido à introdução de algumas pesquisas utilizando a luz LED (Light emitting diodes) como substituto ao LASER.

As fontes de LASER e de LED são semelhantes do ponto de vista da luz emitida, ou seja, ambos produzem uma banda espectral relativamente estreita, embora o LED tenha espectro um pouco mais largo. A diferença importante dessas fontes está no fato de que a Luz emergente do LED não é colimada nem coerente. Assim o LED está sendo justificado como uma boa alternativa ao LASER de baixa intensidade para promover a cicatrização de feridas. A procura de respostas positivas dos efeitos do LED pode também estar associada ao baixo custo desse equipamento em relação ao LASER (CORAZZA, 2005).

Apesar da atual discussão da luz, a dose de energia é uma interrogação para vários pesquisadores e clínicos. No que tange o limiar energético de biomodulação, há várias controvérsias. Os LASERs e LEDs com diferentes doses de energia produzem determinados efeitos sobre os vasos sanguíneos da pele. Vários estudos seguem a fototerapia fundada na curva básica de Arndt-Shultz como ideais para

estimular a produção de células endoteliais e consequentes angiogênese, além da produção de fibroblastos e colágeno (PEREIRA *et al.*, 2002; REDDY, 2003). Por outro lado, alguns autores justificam a utilização de fluências elevadas para fotomodular a cicatrização de feridas (AL-WATBAN *et al.*, 1999).

Esta foi uma pesquisa exploratória experimental, cuja amostra foi de vinte cinco ratos Wistar (Rattos norvegicos albinus) do sexo masculino.

1.2 Formulação do problema ou oportunidade

A idéia de se utilizar o LED no processo cicatricial baseou-se na literatura que confirma seus efeitos antibacteriano, antiinflamatório e cicatrizante. Segundo Abramowitz e Arrazola (2005), trata-se de uma terapêutica nova, indolor, de resultados rápidos e que usa aparelhos extremamente simples. Ele não causa dano tecidual e sua ação se dá através da estimulação direta intercelular, atuando especificamente nas mitocôndrias, reorganizando as células, inibindo a ação de alguns grupos celulares e estimulando outros. Existem diferentes efeitos biológicos e fisiológicos de acordo com cada comprimento de onda do LED sendo LED Azul (440-490nm) bactericida, LED Verde (490-565nm) cicatrizante e estimulador de fibroblasto, LED amarelo (590-630) Cicatrizante e estimulador de colágeno maduro e o LED Vermelho (630-780nm) cicatrizante.

Partindo das citações da literatura, este trabalho questiona se os diferentes comprimentos de onda do LED teriam uma boa atuação na cicatrização, acelerando este processo. Em qual comprimento de onda ele teria maior eficácia vermelho (630-780nm), verde (490 -565nm), azul (490 -565nm) e Amarelo (590-630) e qual LED possui melhor eficácia na cicatrização.

1.3 Objetivos

Avaliar o efeito dos vários comprimentos de ondas do LEDs (Light emitting diodes) no processo de cicatrização em ratos.

Específico:

Investigar o efeito do LED em relação ao aumento/diminuição do tempo de cicatrização.

Avaliar modificações na qualidade da cicatriz e no tamanho da área de cicatriz.

Demonstrar as alterações histológicas realizadas após as aplicações do LEDs vermelho com comprimento de onda entre 630-780nm, LEDs verde com comprimento de onda de 490 -565nm, LEDs azul com comprimento de onda de 440-490nm e do LEDs amarelo com comprimento de onda de 590-630nm.

1.4 Justificativa

Este trabalho questiona se os diferentes comprimentos de onda do LED teriam uma boa atuação na cicatrização, acelerando este processo. Portanto sua principal importância para a saúde e conseqüentemente para a fisioterapia dermatofuncional é demonstrar qual o LED com seu comprimento de onda específico vermelho (630-780nm), verde (490 -565nm), azul (440 -490nm) ou Amarelo (590-630nm) é mais eficaz no processo de cicatrização de feridas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Processo de cicatrização

A cicatrização é um processo dinâmico e de alto gasto energético que tem como objetivo restaurar a estrutura e função do tecido lesado. Há liberação de citocinas e fatores de crescimento, participação de células inflamatórias e fibroblastos, formação de matriz extracelular e colágeno, remodelagem tecidual e reepitelização. Os fatores ambientais e fisiológicos podem exercer importantes papéis na cicatrização. Estes papéis podem ser observados no tempo e na

qualidade da cicatrização e ainda no aparecimento de complicações na formação da cicatriz (Kumar, 2005). A cicatrização é um mecanismo de cura espontânea que corresponde à tentativa biológica de restaurar e reparar o tecido. Existem vários fatores que influenciam na cicatrização das feridas, como por exemplo, a quantidade de tecido perdido, a presença de infecção e o estado geral do paciente (MAIO, 2004; FIGUEIREDO E VIANA, 2006),

Existem dois tipos de cicatrização: a de primeira intenção e a de segunda intenção. A cicatrização de primeira intenção ocorre quando o reparo da ferida vem de uma incisão cirúrgica limpa não infectada e os bordos aproximados por sutura. A incisão cirúrgica provoca morte de células epiteliais do tecido conjuntivo, bem como a ruptura da continuidade da membrana basal epitelial. O espaço da incisão é imediatamente preenchido por sangue coagulado, que contém fibrina de células sanguíneas; a desidratação do coágulo forma a crosta que recobre a ferida. Nas primeiras vinte e quatro horas surgem neutrófilos nas margens da incisão, que se deslocam para o coágulo de fibrina. A epiderme sofre espessamento nas bordas em decorrência da atividade mitótica das células basais e, dentro de 24 ou 48 horas, observa-se projeção de células epiteliais das bordas que migram e crescem ao longo das margens incisionadas da derme, depositando componentes da membrana basal à medida que se deslocam. Tais células fundem-se na linha média abaixo da crosta superficial produzindo assim uma camada de células epiteliais contínuas e finas. Finalmente, obtém-se uma formação mínima do tecido de granulação que resulta numa pequena cicatriz (DU GÁS, 1988; FERREIRA *et al*, 2006; JORGE E DANTAS, 2003)

A cicatrização de segunda intenção ocorre quando uma ferida apresenta as margens afastadas e forma-se um grande coágulo. Se ocorrer uma infecção associada, irão surgir reações inflamatórias exuberantes. Nos dois casos, a exsudação de fagócitos é muito intensa e forma abundante tecido de granulação, o qual vai se formar a partir da base da ferida e dos dois lados para a superfície. Como as bordas da ferida são distantes, a regeneração da epiderme é mais lenta. As células da epiderme proliferam nas margens, onde ocorre certo grau de hiperplasia devido à grande quantidade de fatores de crescimento liberados a partir das células exsudadas. Nas fases iniciais, o tecido de granulação faz saliência na superfície da ferida. A retração é bastante pronunciada e pode, em alguns meses, reduzir a superfície da cicatriz em 90% da dimensão inicial. A resistência da cicatriz

aumenta com o tempo, mas não atinge os níveis da pele íntegra. Se a lesão é extensa ou há infecção, o processo é mais intenso e é maior a quantidade de tecido de granulação produzido. As cicatrizes formadas podem sofrer retração e remodelação de graus variáveis, podendo diminuir sensivelmente de volume ou mesmo desaparecer. Geralmente é uma cicatriz grande e irregular (BRASILEIRO FILHO, 2000).

A fisiopatologia da cicatrização descreve três fases que são necessárias ao entendimento desta questão. São elas: fase inflamatória, fase proliferativa e de remodelagem. A inflamação é uma reação defensiva, localizada e restrita à área que sofreu a agressão de agentes lesivos. O processo inflamatório serve para destruir, diluir ou mobilizar o agente agressor e, em seguida, deflagrar uma série de acontecimentos que curam e reorganizam o tecido lesado. Esse processo promove tanto a regeneração da arquitetura tecidual quanto o retorno da fisiologia, e em último caso forma o tecido cicatricial já que não pode restaurar completamente a fisiologia. Ainda sobre a inflamação sabe-se que ela começa no exato momento da lesão e o sangramento que ocorre, traz plaquetas, hemácias e fibrina, determinando a aderência entre as bordas da ferida, condição importante para a cicatrização. Neutrófilos e monócitos respondem rapidamente aos agentes quimiotáticos. Os neutrófilos são os primeiros leucócitos a chegar ao local da lesão e sua função é fagocitar e matar qualquer bactéria presente na área. Os macrófagos derivados de monócitos começam a se acumular entre 2 e 5 dias após a lesão, a sua função é ajudar os neutrófilos na fagocitose de microorganismos, retirando o tecido lesionado e removendo os neutrófilos mortos (MAIO, 2004; BORGES, 2006; CARVALHO, 2002).

A fase de proliferação é caracterizada pela remoção dos restos celulares e pela reparação temporária do tecido formado durante o estágio anterior da inflamação e pelo desenvolvimento dos tecidos substitutos novos e permanentes. O tecido de granulação começa a ser formado por volta do quarto dia após a lesão e nesta etapa, os novos fibroblastos acumulados misturam-se as neoformações de capilares, dando início ao tecido de granulação. O colágeno é o principal componente da cicatriz de tecido conjuntivo. As fibras colágenas são as mais freqüentes no tecido conjuntivo e em muitos casos aparecem agrupadas formando feixes. Elas são constituídas pela proteína colágeno, que é a proteína mais

abundante no corpo humano e sua produção envolve eventos pós-translacionais (STARKEY, 2001; CARVALHO, 2002).

De acordo com Irion (2005), a fase de remodelação, a terceira fase, é entendida como uma resposta de longo prazo ao ferimento. Observa-se aqui que a matriz extracelular modifica-se continuamente com fibroblastos controlando-se permanentemente até que se forme a matriz estável podendo durar meses a anos, esta estabilização é responsável pelo aumento da força de tensão e pela diminuição do tamanho da cicatriz e do eritema. As reformulações dos colágenos, melhoria nos componentes das fibras colágenas e a reabsorção de água são eventos que permitem uma conexão entre o aumento da força de cicatriz e diminuição da espessura da ferida.

A neovasculatura diminui, e tardiamente a cicatriz é considerada avascular e começa a adquirir a aparência de massa fibrótica, característica da cicatriz (BALBINO, PEREIRA e CURI, 2005).

2.2 Recursos fisioterapêuticos

2.2.1 LASER

Os recursos usados na fisioterapia exercem um importante papel no reparo tecidual e a fototerapia é um destes recursos utilizados. De acordo com Delisa e Gans (2002); Agne (2005); Veçoso (1993), os lasers de baixa intensidade têm sido usados para acelerar a cicatrização, e a sua irradiação estimula a produção de colágeno melhorando a função do tecido lesado pela melhoria da síntese do DNA.

O termo LASER é um acrônimo de "Light Amplification by Stimulation Emission of radiation" que significa amplificação da luz por emissão estimulada de radiação. O fenômeno físico da emissão estimulada foi postulado por Albert Einstein em 1916. Baseados nesses princípios, em 1950, Towers, Gordon e Zeiger constroem o MASTER ou amplificador de microondas por emissão estimulada de radiação criando, portanto, a possibilidade de trabalhar na região visível da radiação.

(Gomes, 2005). Em meados dos anos 70, Java, Bennett e Herriot construíram o LASER de Helio-Neônio, apoiados no descobrimento do LASER vermelho visível feito por White e Rigden. Este fato gerou interesse em um LASER na faixa infravermelha, fora do alcance da emissão visível, aparecendo no final da década de 60 os primeiros lasers de Arsenato de Gálio (GaAs) e Arsenato de Gálio alumínio (GaAlAs). A Laserterapia tem tido uma ampliação na sua utilização nas ultimas três décadas na Europa Ocidentia, Rússia e nos últimos dez anos nos Estados Unidos (ORTIZ, 2001). A terapia com LASER de baixa potência é uma técnica capaz de acelerar o processo de reparação dos tecidos biológicos traumatizados. A laserterapia atua também na analgesia local, ação antiedematosa e antiinflamatória, o que acelera os processos de cicatrização. Ele ainda provoca aumento da produção de ATP acelerando a velocidade de divisão celular, estimulando a microcirculação, aumentando a nutrição celular, e multiplicando o número de células nos tecidos. Tudo isto garante uma cicatrização mais rápida e esteticamente superior. Na área irradiada, vai ocorrer um aumento no trofismo das células que produz, como consequência também um aumento da velocidade mitótica celular pela elevada produção de ATP. Em decorrência deste fato, ocorre o aumento do processo de reparo a nível tissular e orgânico, devido ao estímulo que exerce sobre a capacidade de cicatrização do tecido conjuntivo e a neoformação de vasos sanguíneos (AGNE, 2005; BUEGUER, 2004).

2.2.2 LED

Outro recurso da fisioterapia que utiliza luz é a fototerapia irradiada por LED. Desde o advento do diodo nos anos 70, a emissão de luz ganhou dimensões na aplicabilidade em vários setores. O termo "LED" é um acrônimo de (Diodo Emissor de luz), que é um diodo, baseado em junções p-n (p-positivo; n-negativo), que, quando reenergizado, emite luz. Este processo de emissão de luz pela aplicação de uma fonte elétrica de energia é chamado "eletroluminescência". (CORAZZA, 2005)

Os LEDs geralmente são utilizados em substituição às lâmpadas de sinalização ou lâmpadas piloto nos painéis de aparelhos e instrumentos variados. Eles têm grandes vantagens sobre as lâmpadas incandescentes convencionais

porque não possuem filamento que queimam facilmente, isso vai proporcionar um tempo de vida útil de 100.000 ou mais horas, são atérmicos e possuem menos consumo energético. O LED é quase um laser, diferenciando-se deste, já que seus fótons não se encontram em fases como no laser, não são amplificando, portanto. Seu comprimento de onda não é quase puro como laser (± 5 nm), não tem um pico de potência numa banda e dispõe de uma emissão atenuada em outros comprimentos de onda. Outra diferença é a sua colimação. A luz do LED possui uma divergência que será medida em graus, Isto representa uma desvantagem por um lado já que os fótons se repartem em uma superfície maior, e constitui uma vantagem já que o terapeuta pode cobrir uma área maior, deixando fixo, o aplicador, sem ter que fazer movimentos como no laser (CORAZZA, 2005).

São diversas as patologias que se beneficiam desse sistema baseado na fotobioestimulação. Estudos descrevem suas ações antivirais, estimulação da cicatrização, antiinflamatória e analgésica, por isso é indicada para várias infecções inflamatórias. Também há estudos relatando sua ação no sistema imunológico local tais como em neutrófilos, liberação de mediadores da inflamação e alteração dos fibroblastos. Devido as suas propriedades antiinflamatórias e imunomoduladoras, eles podem ser usados em diversas afecções como foliculite queloidiana, úlceras, herpes zoster, acne, rejuvenescimento, e bronzimento (ABRAMOWITZ E ARRAZOLA, 2005).

O LED tem sido muito usado para o controle dos sinais de envelhecimento. Com os seus componentes antiinflamatórios em combinação com as células reguladoras ajuda a melhorar os resultados de outros tratamentos dérmicos à base de rejuvenescimento. O uso do LED tem uma significativa diminuição das rugas e aumento da elasticidade da pele. Histologicamente ocorre um aumento significativo na quantidade de colágeno e fibras elásticas. Estruturalmente exames demonstraram que fibroblastos foram altamente ativados, rodeados por abundantes fibras elásticas e colágeno. Com esta comprovação, a fototerapia com LED mostra uma possibilidade de ser uma abordagem eficaz para o rejuvenescimento da pele (WEISS *et al*, 2005; SEUNG *et al*, 2007).

A disfunção mitocôndrial está envolvida na patogênese de inúmeras doenças e o LED representa uma inovadora e não invasiva abordagem terapêutica para o tratamento da lesão tecidual e doenças como a retinopatia diabética, a degeneração

macular relacionada à idade, a neuropatia óptica hereditária de Leber's e a doença de Parkinson (EELLS *et al*, 2004).

Foi feito um estudo que comparou os efeitos do laser e do LED na cicatrização. Segundo Klebanov *et al* (2005), os efeitos do laser He-Ne coerente e da radiação de diodo emitindo luz (LED) não coerente na cicatrização de feridas e na atividade funcional dos leucócitos no exsudato de feridas em pele de ratos. A análise patomorfológica comparativa mostrou que o laser He-Ne e a irradiação LED estimularam a passagem da fase inflamatória da cicatrização da ferida para as fases reparativa (proliferativa). Também mostrou que a atividade funcional dos leucócitos modificou-se de modo dose-dependente. A atividade dos leucócitos foi considerada igual nos grupos tratados com laser e irradiação LED. Portanto, os autores concluem que o laser coerente e a radiação LED não coerente apresentam efeitos muito semelhantes na cicatrização de feridas e na atividade dos leucócitos no exsudato de feridas e a coerência não é necessária para esta atividade.

Os LEDs originalmente foram desenvolvidos para experimentos de crescimento de plantas na NASA. Em um estudo na National Aeronautics and Space Administration (NASA) com camundongo diabético geneticamente modificado mostrou que o arranjo de RNA que foi analisado revelou certos tecidos regenerando genes. Os autores concluíram que a utilização do LED para a terapia com luz aumenta, significativamente, o processo natural de cicatrização de feridas e o paciente retorna mais rapidamente a suas atividades (WHELAN *et al*, 2003).

A exposição radiante da luz em vários comprimentos de onda, quando aplicada a macrófagos, estimula a liberação de fatores de crescimento. Utilizaram vários comprimentos de ondas em uma única fonte de energia e foram aplicados de forma individualizada. O conjunto de múltiplos comprimentos de onda era composto por 21 diodos (um laser de 820 nm e os demais formados por LEDs de 660, 870, 880, 940 e 950 nm). Uma ferida de 1 cm² foi feita em ratos Wistar com um bisturi e, depois de tratado, o animal era sacrificado. O material era então encaminhado para solução de degranulação e mastócitos analisados em microscopia de luz. Os resultados demonstraram que os mastócitos estimulados apresentaram uma elevada degranulação, principalmente quando tratados com conjunto múltiplo de diodos monocromáticos (CORAZZA, 2005).

O LED vermelho tem o comprimento de onda de 630-780nm, e indicação para pêlos escuros com o cromóforo alvo a melanina. Sendo assim O LED vermelho tem

sido empregado na prevenção do envelhecimento e cicatrização de feridas. Vários estudos vêm investigando a luz vermelha e seus efeitos primários durante a fase de proliferação do processo de cicatrização de feridas, tais como estimulação de fibroblastos e a síntese de colágeno jovem e maduro, a produção de fator de crescimento incluindo Fator básico de crescimento de colágeno - bFGF, estimulação de fator de crescimento - TGF, a estimulação de macrófagos, linfócitos e a estimulação de uma maior taxa de produção de matriz extracelular tem sido relatados com tratamento com LED vermelho (HUANG et al, 2007)

O LED azul com a luz visível na faixa de 450 nanômetros converte bilirrubina não conjugada em isômeros não-tóxico e solúvel. A fototerapia é o procedimento mais comum utilizado para tratar a hiperbilirrubinemia em neonatos. Também estimula o fluxo biliar e excreção de bilirrubina na bile, simultaneamente, melhorando a motilidade, reafirmando o uso do LED na hiperbilirrubinemia em neonatos. O autor observou que a luz do LED deve ser considerada um tratamento mais eficaz do que as luzes utilizadas atualmente, e que as características únicas desta fonte de luz pode torna-se especialmente adequada para a utilização segura em casos de fototerapia (VREMAN et al, 1998).

De acordo com o fabricante Demox Eletromédica, o comprimento de onda do LED verde é de 515-525 nm, e é indicada para lesões vasculares e pigmentada. Tem como cromóforo alvo a hemoglobina e a melanina. O LED verde usado imediatamente após o tratamento com intensidade de radiação modulada (IMRT), reduziu a incidência de ferida nos graus 1, 2, e 3 nas reações cutâneas em doentes com câncer de mama tratados com radioterapia (RT), segundo a pesquisa realizada no National Cancer Institute (NCI). Revelou bastante positivo em relação aos efeitos estimulantes sobre a proliferação de fibroblastos em vitro. Este resultado pode ser de grande importância para pacientes diabéticos portadores de pé diabético que possuem dificuldade de produção de fibroblastos durante a cicatrização (FAROUK E AL-WATBAN, 2003; VINCK et al, 2005; DELAND et al, 2007).

O LED amarelo tem demonstrado resultados significativos em relação a estimulação de fibroblastos em cultura de células. Acredita-se que o mecanismo de ação inicia-se com a estimulação das mitocôndrias para ativar a cadeia de transporte de elétrons e assim, aumentar e regular a produção celular. A formação de Adenosina trifosfato - ATP imediatamente após a exposição LED amarelo tem sido demonstrado conjuntamente com aumento da atividade dos fibroblastos. A

estimulação de fibroblastos desta forma pode render mais colágeno e elastina e menos metaloproteinase-1, enzima responsável pela degradação do colágeno (WEISS et al, 2005)

O LED, portanto, tem os mais variados usos e um baixo custo como informaram Failache e Geido (2006), quando afirmam que: depois de se comparar três grupos de fototerapia a base de LEDs, se observa que as especificações dos produtos comerciais são muito similares, destacando-se no consumo elétrico e no custo.

3 METODOLOGIA

3.1 Delineamento da pesquisa

Trata-se de pesquisa exploratória experimental descritiva, quantitativa e qualitativa, onde foi analisado o processo cicatricial de feridas cutâneas produzidas em ratos *Wistar* por meio de fotografias, observações macroscópicas e microscópicas. Foram observados os aspectos qualitativos e quantitativos das ações em cada grupo. O projeto foi enviado ao Comitê de Ética da Universidade Potiguar (Unp) e aprovado segundo o protocolo nº 214 / 2009.

3.2 População – Alvo

A população pesquisada foi ratos *Wistar* (Rattos norvegicos albinus) do sexo masculino, variação albina, selecionados de forma aleatória. Todos os animais tiveram origem do biotério da Universidade Potiguar – UNP. Os mesmos passaram por um período de ambientação por 5 dias no laboratório, em ambiente com temperatura e iluminação controladas, umidade mantida por ar condicionado e mínimo barulho, confinados em gaiolas individuais forradas com serragem, onde receberam ração FRELAB e água a vontade.

3.3 Amostra

A amostra em estudo foi composta de 25 ratos pesando entre 250g e 300g, do sexo masculino, linhagem *Wistar* (Rattos norvegicos albinus) divididos em 5 grupos: Grupo controle(n=5), Grupo LED verde (490-565nm) (n=5), Grupo LED vermelho (630-780nm) (n=5), Grupo LED Amarelo (590-630) (n=5), Grupo LED azul (440-490nm) (n=5).

Foi escolhido o rato da linhagem *Wistar* como animal de experimentação, devido à facilidade de aquisição, manuseio, acomodação. De acordo Marchini (1994) e Simões et al (1985), os ratos *Wistar* tem resistência à agressão cirúrgica e a baixa mortalidade, apresentada nos processos infecciosos. Para Belivacqua et al (1981), foram escolhidos todos os ratos machos e adultos, para evitar a interferência das variações hormonais do ciclo menstrual das fêmeas que poderiam interferir no mecanismo de reparação tecidual. O experimento teve duração de 5 dias.

3.4 Plano de coleta dos dados – instrumentos de coleta

As lesões foram fotografadas diariamente, com um filme transparente quadriculado interposto, possibilitando o cálculo de área e perímetro, com a câmera digital Cyber Shot Sony, 6.0 mega pixels. O perímetro e o cálculo da área foram feitos com o software Universal Desktop Ruler versão 2.9.1124 (AVPSpft).

Os dados foram passados para tabelas de Excel onde se calculou a diferença percentual para cada grupo, mediante a fórmula:

$$\text{Diferença percentual} = (\text{medida inicial} - \text{medida final}) \times 100 / (\text{medida inicial} + \text{medida final})$$

As variações na magnitude desta diferença indicam modificações da área e do perímetro.

Posteriormente, foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar a normalidade da distribuição. E em seguida, foram realizados os testes de ANOVA, seguido do teste de Tukey. Os programas utilizados nesta avaliação foram o SIGMASTAT versão 3.5 (SYSTAT software, Erkrath, Alemanha) e o Prism versão 5.0 (GraphPad Software Inc., La Jolla, CA, EUA). Foram considerados estatisticamente significantes os resultados cujos níveis descritivos (valores de p) foram inferiores a 0,05.

Com uma segunda análise, a nível histológico, pesquisou-se a reação inflamatória e o processo de reparo com os seguintes itens:

Inflamação:

- Tipo de reação inflamatória
 - Aguda
 - Crônica
- Presença de crosta.
- Presença células gigantes
 - Edema: leve, moderado e intenso

Processo de reparo:

- Epitelização (regeneração)
 - Completa
 - Incompleta
- Tecido de granulação – processo de reparo precoce
 - Pauci vascular, moderado vascular e plurivascular
 - Pauci celular, moderado celular e pluricelular
- Cicatrização:
 - Tipo de colágeno
 - Jovem
 - Maduro

Todos estes itens foram quantificados em escalas de +, ++ e +++ que serão classificados como leve, moderado ou elevado, respectivamente. Os dados foram coletados por profissionais treinados de forma cega.

Procedimentos:

Tabela 1- Distribuição dos animais segundo os procedimentos realizados

Grupos de animais	Procedimentos Grupos de animais	Número de Animais	Sacrifício
GRUPO I – GC	Grupo controle s/ uso do LED	Nº 5	Após 5ª dia de terapia
GRUPO II-LEDVm	5 aplicações de LED vermelho (630-780nm)	Nº 5	Após 5ª dia de terapia
GRUPO III-LEDAm	5 aplicações de LED Amarelo (590-630)	Nº 5	Após 5ª dia de terapia
GRUPO IV-LEDVd	5 aplicações de LED Verde (490-565nm)	Nº 5	Após 5ª dia de terapia
GRUPO V- LEDAz	5 aplicações de LED Azul (440-490nm)	Nº 5	Após 5ª dia de terapia

Produção da ferida cutânea

Foi realizada em cada um dos 25 ratos referidos uma incisão cirúrgica, após anestesia mediante o uso do anestésico (Zoletil 50) por via intramuscular, no quadríceps direito, na dosagem calculada, de acordo com o peso do animal (50 a 75 mg/kg). Dez minutos após anestesia, foi feita a tricotomia e assepsia do dorso de cada animal com clorexidina a 2%, seguindo-se de incisão cirúrgica de 1 cm² na região dorsal dos 25 ratos. Após 24 horas da incisão cirúrgica, os animais foram divididos aleatoriamente em cinco grupos e foi iniciada a terapia com equipamento de LED em 20 ratos.

Aplicação do LED

Aplicação do LED foi realizada a 90° da zona de tratamento de acordo com a lei do co-seno de Lambert, sem contato com a pele. À distância da zona de aplicação foi de acordo com a área da lesão de modo que a luz emitida pelo LED abrangesse toda a ferida. A aplicação foi diária, cinco aplicações, de Quarta-feira a domingo, com duração de 6 minutos e 3 watts de potencia cada aplicação, com o aparelho Biolight do fabricante Demox Eletromédica.

Após a incisão cirúrgica das lesões cutâneas, acompanhou-se diariamente a área e o perímetro da lesão. No 7º dia do experimento, 24 horas, após a quinta aplicação do LED, foi feito o sacrifício dos animais.

Sacrifício dos animais

Seguido o período de tratamento, os animais foram sacrificados em câmara de CO₂. Posteriormente foi coletado, mediante bisturi, um fragmento da pele do dorso de todos os animais na área correspondente a ferida. Depois deste procedimento os fragmentos foram colocados em frascos apropriados e devidamente identificados, contendo 20 ml de solução de formol a 10%. Após 24 horas de fixação, as amostras foram encaminhadas ao laboratório de patologia para processamento histológico de rotina. Foram emblocados em parafina, cortados em micrótomo rotativo, com 4 micrômetros e corados pela técnica de Hematoxilina e Eosina (HE) e Tricrômico de Masson (coloração mais utilizada para evidenciar fibras colágenas).

As lâminas foram examinadas em microscópio óptico Olympus, por patologista, de forma cega. Após exame e tabulação dos dados foram feitas fotomicrografias com câmara digital Olympus acoplada ao microscópio.

3.5 Cronograma

No transcorrer da pesquisa foram seguidos os seguintes cronogramas de aplicações nos respectivos animais

	ATIVIDADES	2009.1	2009.2	2010.1
1.	Elaboração do projeto de pesquisa	X		
2.	Revisão bibliográfica	X	X	X
3.	Aprovação pelo Comitê de ética		X	
4.	Coleta de dados			X
5.	Análise dos dados			X
6.	Elaboração da Monografia			X
7.	Apresentação do TCC			X

4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Resultados estatísticos (quantitativos)

4.1.1 Perímetro

A figura 1 mostra a evolução da perimetria de todos os grupos. Foi observado que todos os grupos tiveram redução da perimetria no decorrer do 1º ao 5º dia de tratamento. A linha do grupo LED Vermelho e LED Azul estão sobreposta pelas demais linhas.

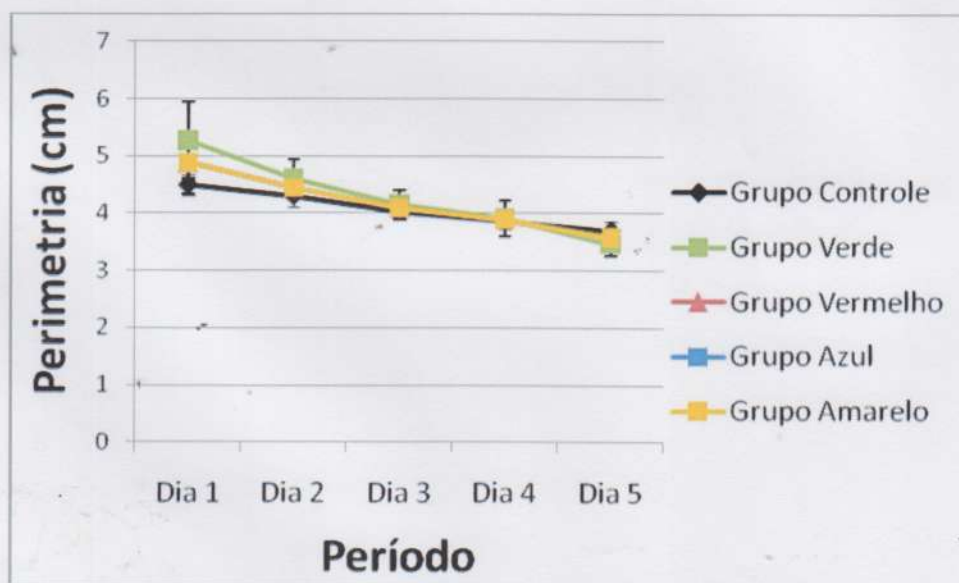


Figura 1 – Evolução da perimetria para os grupos estudados ao longo dos 5 dias de tratamento. Os resultados estão expressos em média $\pm$ desvio padrão. GC: Grupo Controle; GVd: Grupo Verde; GVm: Grupo Vermelho; GAz: Grupo Azul; GAm: Grupo Amarelo.

A figura 2 apresenta a diferença percentual da perimetria em relação aos grupos estudados. Foi observado que o grupo LED vermelho foi significativo em relação ao grupo Controle ($p < 0,001$) e grupo LED Azul ($p = 0,032$). O grupo LED Verde também foi significativo em relação ao grupo Controle ($p = 0,014$) e grupo LED Azul ($p = 0,014$). O Grupo LED Vermelho obteve o melhor resultado no que diz respeito à redução da perimetria sendo seguido do grupo LED verde e grupo LED Amarelo sendo o pior resultado o grupo LED Azul.

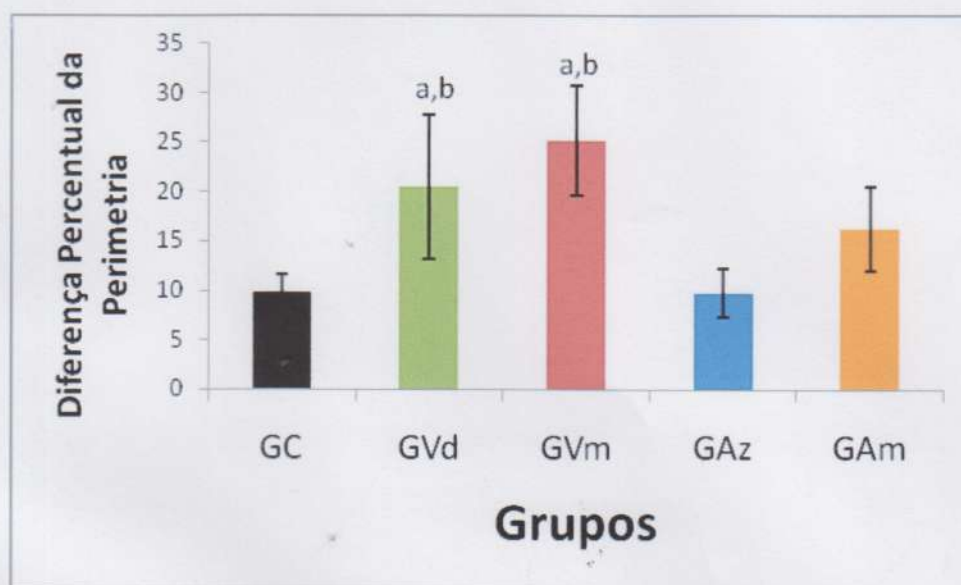


Figura 2 – Diferença percentual da perimetria em relação aos grupos estudados. Os resultados estão expressos em média $\pm$ desvio padrão. **a** – Significativo em relação ao GC; **b** – Significativo em relação ao GAz. GC: Grupo Controle; GVd: Grupo Verde; GVm: Grupo Vermelho; GAz: Grupo Azul; GAm: Grupo Amarelo.

4.1.2 Área

A figura 3 mostra a evolução da área de todos os grupos. Foi observado que todos os grupos tiveram redução da área no decorrer do 1º ao 5º dia de tratamento.

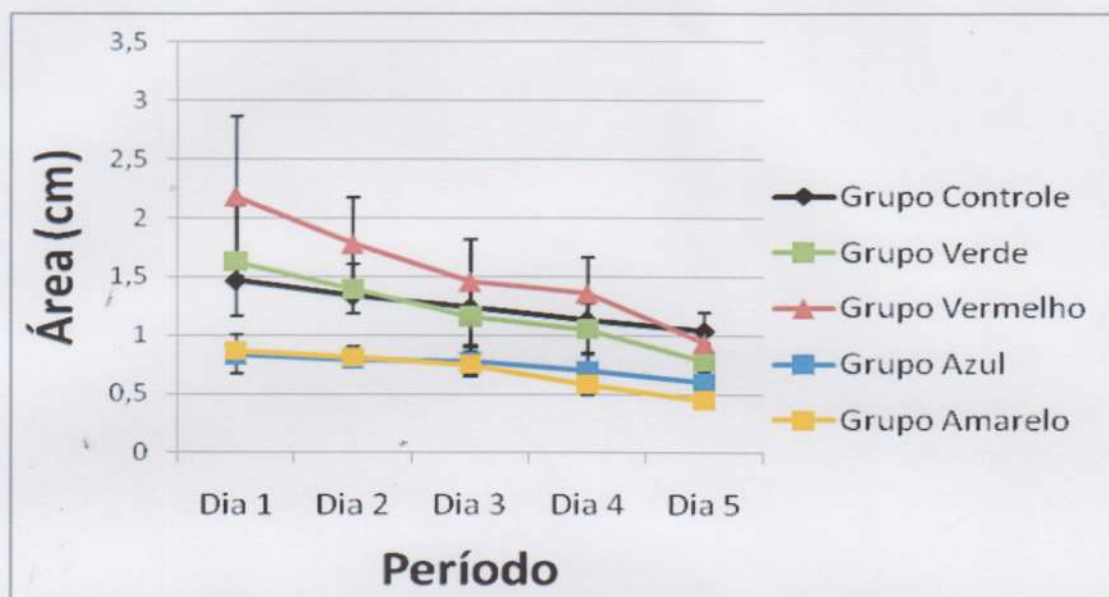


Figura 3 – Evolução da área para os grupos estudados ao longo dos 5 dias de tratamento. Os resultados estão expressos em média $\pm$ desvio padrão. GC: Grupo Controle; GVd: Grupo Verde; GVm: Grupo Vermelho; GAz: Grupo Azul; GAm: Grupo Amarelo.

A figura 4 apresenta a diferença percentual da área em relação aos grupos estudados. Foi observado que o grupo LED vermelho foi significativo em relação ao grupo Controle ($p=0,026$) e grupo LED Azul ($p=0,014$). O Grupo LED Vermelho obteve o melhor resultado em relação à redução da área da ferida sendo seguido do grupo LED verde e grupo LED Amarelo sendo o pior resultado o grupo LED Azul. O grupo Controle obteve uma discreta melhora em relação ao grupo LED azul.

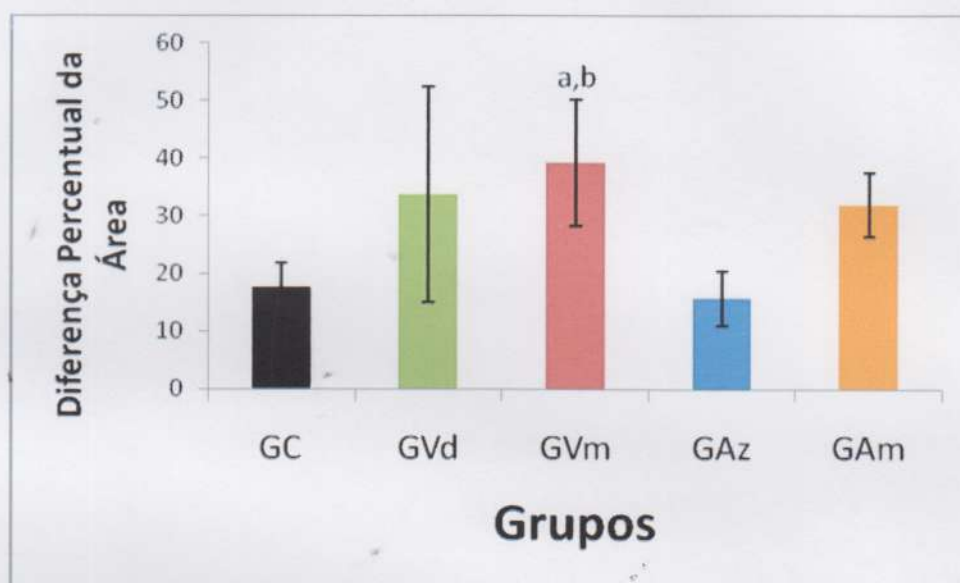


Figura 4 – Diferença percentual da área em relação aos grupos estudados. Os resultados estão expressos em média $\pm$ desvio padrão. **a** – Significativo em relação ao GC; **b** – Significativo em relação ao GAz. GC: Grupo Controle; GVd: Grupo Verde; GVm: Grupo Vermelho; GAz: Grupo Azul; GAm: Grupo Amarelo.

4.2 Resultados qualitativos

A tabela 2 mostra o resultado do grupo controle após 05 dias.

Na tabela 2 observou-se que a inflamação aguda foi leve com presença de fibrina em duas amostras e composta por um edema leve. A Inflamação crônica foi moderada. A crosta esteve presente em 2 das amostras. Apresentou discreta epitelização nas margens ou em 1/5 da lesão. O tecido de granulação não preencheu totalmente a área da ferida e estava constituído por tecidos conjuntivo jovem, frouxo e elevada deposição de colágeno jovem (80%). Foi observado 2 amostras apresentando células gigantes.

Os primeiros leucócitos a chegarem ao local da lesão são os neutrófilos, que possui a função de fagocitar e digerir células mortas e microrganismos. Eles liberam enzimas que vão atrair outras células inflamatórias e iniciar a formação do tecido de granulação. A maior presença de células inflamatórias sinaliza um prolongamento do tempo de inflamação, mais tempo para passar a outra etapa: reparação (BORGES, 2006).

Após uma incisão cirúrgica, o espaço criado por esta, é imediatamente preenchido por sangue coagulado e este coágulo vai desidratar formando a crosta que recobre a ferida (Jorge e Dantas, 2003).

As fotomicrografias do tecido dérmico submetido à lesão foram coradas em HE e Tricromico de Masson e apresentam características já descritas anteriormente:

Tabela 2 - análise qualitativa de resultados do grupo controle.

Grupo controle	Inflamação		regeneração epitelial	tecido de granulação		Cicatriz		Inflamação	
	Inf. aguda	Inf. Crônica	Incomp.	Pauc. Moder.PI uri. vascular.	Pauci moder pluri celular.	Coláge. Jovem	Coláge. Maduro	Granulomat. Cel. gigante	edema
01	-	++	+ 1/5 da lesão	+/+		+++	-	-	+
02	+ fibrina crosta	++	+1/5 da lesão	+/+		+++	-	-	+
03	+	++	+ discreta na margem	+/+		+++	-	+	+
04	-	++	+ discreta na margem	+/+		++	+	+	+
05	+ fibrina crosta	++	+ 1/5 da lesão	+/+		+++	-	-	+

+ (Leve), ++ (Moderado), +++ (Elevado).

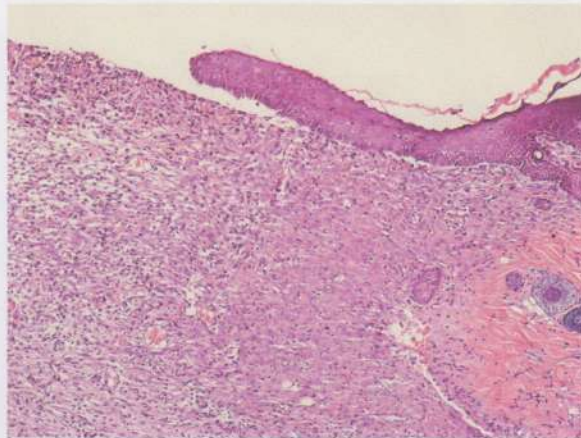


Figura 5: HE 100x mostrando epitélio e tecido de granulação

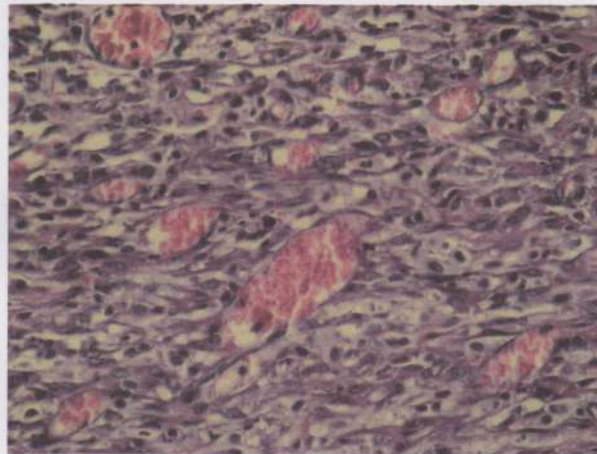


Figura 6: Tricrômico 400X – Colágeno jovem e presença de mastócitos

A tabela 3 mostra o grupo tratado com LED vermelho após 5 aplicações.

Na tabela 3 é possível ver que a inflamação aguda esteve moderada (100%) com presença maciça de fibrina. O edema foi discreto em 100%. A inflamação crônica apresentou-se predominantemente moderada. A crosta esteve presente em todos os animais, mas a epitelização nas margens, atingiu uma maior área, em relação ao grupo controle. O tecido de granulação apresentou moderado preencheu em 100% da amostra, neste grupo, estava mais desenvolvido, com menor quantidade de edema, ocorreu maior deposição de colágeno jovem (compacto) quando comparado ao grupo controle. Uma amostra apresentou células gigantes.

O LED vermelho, usado após traumas de cirurgia plástica, diminui o tempo de resolução dos efeitos secundários como eritema, edema e hematomas, em

metade do tempo a um terço, por sua efetiva ação anti-inflamatória (TRELLES, 2006). Com o uso do LED se têm uma significativa diminuição das rugas e aumento da elasticidade da pele. Histologicamente ocorre um aumento significativo na quantidade de colágeno e fibras elásticas. Estruturalmente exames demonstraram que fibroblastos foram altamente ativados, rodeados por abundantes fibras elásticas e colágeno (SEUNG *et al*, 2007).

As fotomicrografias do tecido dérmico submetido a aplicação de LED vermelho sobre a lesão foram coradas em HE e Tricromico de Masson e apresentam características já descritas anteriormente:

Tabela 3: análise qualitativa de resultados do grupo do LED vermelho.

Grupo LEDVm	Inflamação		regeneração epitelial	tecido de granulação		Cicatriz		Inflamação	
	Inf. Aguda	Inf. Crônica	Incomp.	Pauc. Moder. PI uri. vascular.	Pauci moder pluri celular.	Coláge. Jovem	Coláge. Maduro	Granulomat. Cel. gigante	edema
01	++ fibrina crosta	++	+ 1/6 Margem	++/++		+++	-	-	+
02	++ fibrina crosta	+	+margem	Tecido de granulação jovem		++	-	-	+
03	++ fibrina crosta	++	+ 1/6	++/++		+++	-	-	+
04	++ fibrina crosta	++	+ 1/6	++/++		++	-	+	+
05	++ fibrina crosta	++	+ 1/6	++/++		+++	-	-	+

+ (Leve), ++ (Moderado), +++ (Elevado).

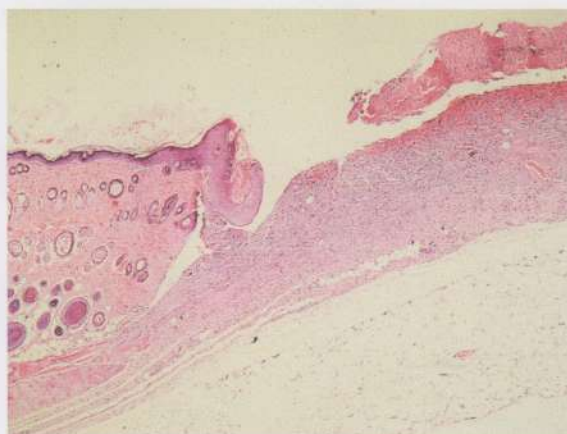


Figura 7: HE 40X - pequena epiteliação, menos edema

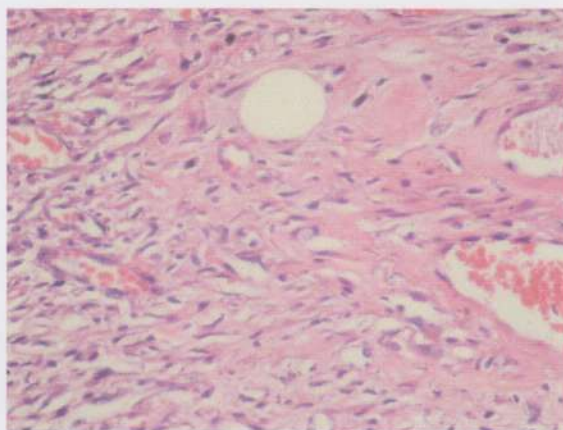


Figura 8: HE 400X - colágeno mais maduro e denso

A tabela 4 apresenta o grupo do LED verde após 5 aplicações.

Na tabela 4 verifica-se que a inflamação aguda apresentou-se moderado. O edema apresentou predominantemente moderado (60% - 3 amostras) tendo pior resultado em relação ao grupo LED vermelho que apresentou edema leve. A inflamação crônica foi moderada, no entanto, neste grupo tratado com LED verde a crosta também esteve presente em todos os animais com deposição de fibrina. A regeneração epitelial foi discretamente maior do que no grupo controle, porém menor que no grupo LED vermelho. A cicatriz apresentou elevada deposição de colágeno jovem (100%). Os resultados demonstram a persistência da inflamação crônica, que segundo Gotlib, Damonte e Muhafra (2005) caracteriza por uma maior proliferação de fibroblastos e pela produção de vasos sanguíneos, principalmente de capilares, o que justifica o processo de cicatrização elevada e maior quantidade de colágeno. Os novos fibroblastos acumulados misturam-se a neoformações de capilares, dando início ao tecido de granulação. As fibras colágenas são as mais freqüentes no tecido conjuntivo e em muitos casos aparecem agrupadas formando feixes (CARVALHO, 2002).

As fotomicrografias do tecido dérmico submetido a aplicação de LED verde sobre a lesão foram coradas em HE e Tricromico de Masson e apresentam características já descritas anteriormente

Tabela 4: análise qualitativa de resultados do grupo do LED verde.

Grupo LEDVd	Inflamação		regeneração epitelial	tecido de granulação		Cicatriz		Inflamação	
	Inf. aguda	Inf. Crônica	Incomp.	Pauc. Moder. pluri. vascular.	Pauci moder pluri celular.	Coláge. Jovem	Coláge. Maduro	Granulomat. Cel. gigante	edema
01	++ fibrina crosta	++	+ 1/6 Margem	++/++		+++	-	+	++
02	++ fibrina crosta	++	+ 1/6 da ferida	++/++		+++	-	+	++
03	++ fibrina crosta	++	+ margem	ooo/++ ++/ooo		+++	-	+	++
04	++ fibrina crosta	++ poucos mastócitos	+ 1/6 da ferida	++/++		+++	-	+	+
05	++ fibrina crosta	++	+ margem	++/++		+++	-	+	+

+ (Leve), ++ (Moderado), +++ (Elevado).

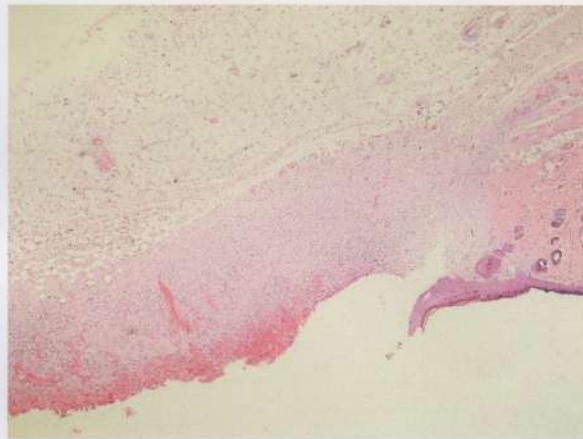


Figura 9: HE 40X - pouco tecido epitelial, tecido de granulação, presença de fibrina

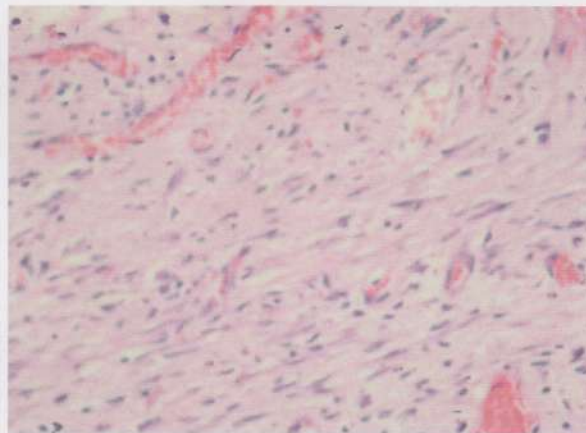


Figura 10: HE 100X- tecido de granulação

A tabela 5 apresenta o grupo do LED amarelo após 5 aplicações.

Na tabela 5 verifica-se que a inflamação aguda apresentou leve tendo melhor reposta em relação ao grupo LED vermelho e grupo LED verde. A inflamação crônica apresentou moderada em todas as amostras. O edema apresentou resultado inferior comparado com os grupos controle, LED vermelho e LED verde, sendo classificado em moderado. A regeneração epitelial foi incompleta em 100% das amostras, 20% marginal e 80% cobrindo 1/5 da ferida. A cicatriz apresentou colágeno jovem moderadamente em todas as amostras e apresentou discreta presença de colágeno maduro em todas as amostras, o que não foi observado nos grupos Controle, LED vermelho e LED verde. Os resultados concordam com os achados de Weiss et al. (2005), onde ficou demonstrado resultados significativos em relação a estimulação de fibroblastos em cultura de células neste comprimento de onda. Em três das cinco amostras foi observado células gigantes.

As fotomicrografias do tecido dérmico submetido à aplicação de LED amarelo sobre a lesão foram coradas em HE e Tricrômico de Masson e apresentam características já descritas anteriormente:

Tabela 5: análise qualitativa de resultados do grupo do LED Amarelo

Grupo LEDAm	Inflamação		Regeneração Epitelial	tecido de granulação		Cicatriz		Inflamação	
	Inf. aguda	Inf. Crônica		Pauc. Moder. pluri. vascular.	Pauci moder pluri celular.	Coláge. Jovem	Coláge. maduro	Granulomat. Cel. gigante	edema
01	+ fibrina	++	+ 1/6 da ferida	+/+		++	+	-	++
02	+ fibrina	++	+ 1/5 da ferida	+/+		++	+	+	++
03	+ fibrina	++	+ 1/5 da ferida	0/+	+/0	++	+	-	++
04	++ fibrina crosta	++	+ 1/5 da ferida	+/+		++	+	+	++
05	+ fibrina	++	+ margem	+/+		++	+	+	++

+ (Leve), ++ (Moderado), +++ (Elevado).

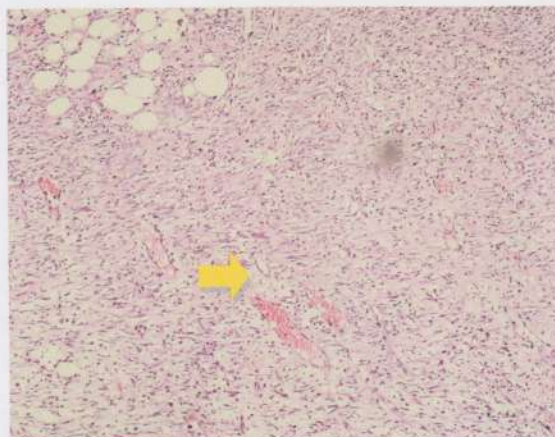


Figura11: HE 400X - menor quantidade de mastócitos, sinais de inflamação aguda, edema acentuado.

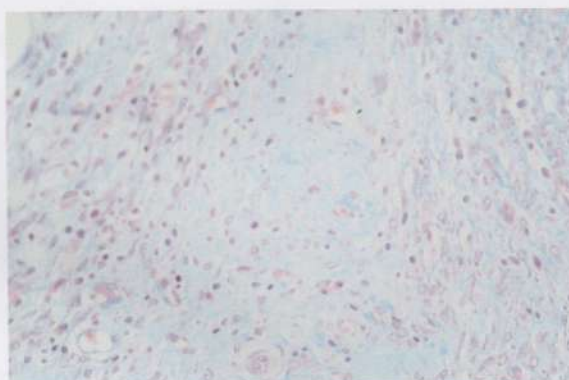


Figura 12: Tricrômico 400X - colágeno denso, mais maduro.

A tabela 6 apresenta o grupo do LED azul após 5 aplicações.

Na tabela 6 verifica-se que a inflamação aguda apresentou leve com presença de discreta de fibrina em todas as amostras. A inflamação crônica apresentou moderada em todas as amostras. Foi observada a presença de mastócitos em elevada quantidade em duas amostras. O edema apresentou-se moderado, porem resultado foi inferior comparado com os grupos Controle, LED vermelho, LED verde e LED amarelo. A regeneração epitelial foi incompleta em 100% das amostras e teve o pior resultado em relação a regeneração epitelial entre todos os grupos estudados. O tecido de granulação observado no grupo foi considerado muito jovem apresentado neovascularização muito elevada. A cicatriz apresentou colágeno jovem elevado em todas as amostras. Foram observadas células gigantes em três amostras. Segundo Malagutti e Kakiyara (2009), o LED azul possui um comprimento de onda muito próximo a luz ultravioleta, apresentando, portanto, efeitos parecidos como ação bactericida, sendo hoje um substituto do

ultravioleta em tratamento onde se esteja buscando a diminuição da contaminação, o que pode justificar sua ação menor em cicatrização.

As fotomicrografias do tecido dérmico submetido à aplicação de LED azul sobre a lesão foram coradas em HE e Tricrômico de Masson e apresentam características já descritas anteriormente

Tabela 6: análise qualitativa de resultados do grupo do LED azul.

Grupo LEDAz	Inflamação		regeneração epitelial	tecido de granulação		Cicatriz		Inflamação	
	Inf. Aguda	Inf. Crônica	Incomp.	Pauc. Moder. pluri. vascular.	Pauci moder pluri celular.	Coláge. Jovem	Coláge. maduro	Granulomat. Cel. Gigante	edema
01	+ fibrina crosta	++ mastócito+	+ 1/6 margem	+/+		+++	-	+	++
02	+ fibrina	++ mastócito+	+ 1/5 da ferida	0/+	+/0	+++	-	+	++
03	+ fibrina	++	+ 1/6 margem	0/+	+/0	+++	-	+	++
04	+ fibrina	++	+ 1/5 da ferida	0/+	+/0	+++	-	-	++
05	+ fibrina	++	+ 1/6 Margem	+/+		+++	-	-	++

+ (Leve), ++ (Moderado), +++ (Elevado).

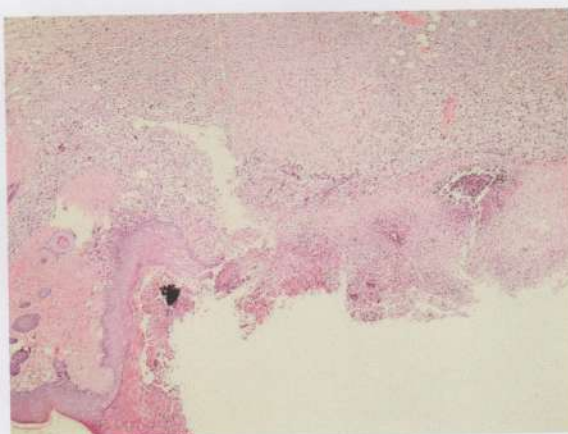


Figura 13: HE 40X - Presença de crostas, fibrina, epitelização pequena.

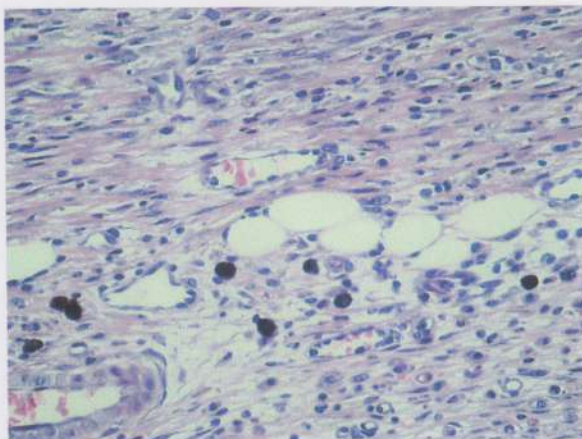


Figura 14 HE 400X: aumento considerável de mastócitos

Tabela 7: Comparação das características fisiológicas resultantes dos exames histológicos para todos os grupos

A tabela 7 mostra a comparação de todos os grupos estudados, divididos pelas características apresentadas pelo exame histológico. A inflamação aguda teve melhor resultado no grupo Controle, porém grupo LED Azul que apresentou fibrina em elevada quantidade que é um importante componente para cicatrização. O pior resultado em relação à inflamação aguda foi encontrado nos grupos LED vermelho e LED verde que tiveram o mesmo resultado. Na inflamação crônica o resultado foi melhor significativo no grupo LED vermelho e pior no grupo LED azul que apresentou grande quantidade de mastócitos durante esta fase. Em relação a regeneração epitelial todos os grupos foram incompletos. O grupo LED vermelho teve o melhor resultado seguido do grupo LED amarelo. O pior resultado foi o grupo Controle. Na qualidade da cicatriz o resultado mais eficiente foi obtido pelo grupo LED amarelo tendo estimulado o colágeno maduro em 100% de suas amostras e pior resultado no LED azul onde foi observado somente estimulação de colágeno jovem de pouca qualidade. Na presença de células gigantes o grupo que obteve o melhor resultado foi o LED vermelho, onde apresentou 20% das mesmas e o pior resultado foi observado no grupo LED verde, pois foi visto 100% de células gigantes. Com relação à presença de edema o melhor resultado foi observado no grupo LED vermelho devido apresentar discreta presença, já o pior resultado foi no grupo LED azul que teve moderado edema em todas as suas amostras.

Tabela 7: análise de resultados de todos grupos.

	Controle	LED vermelho	LED verde	LED amarelo	LED azul
Inflamação aguda	60% de inflamação aguda / 40% ausência de inflamação aguda	Inflamação aguda moderada – presença de fibrina 80%	Inflamação aguda moderada 100% presença de fibrina	Inflamação aguda 80% discreta/ 20%moderada presença de fibrina 100%	Inflamação aguda discreta 100% / presença de fibrina 100%
Inflamação crônica	Inflamação crônica normal	Inflamação crônica moderada 80%/ inflação crônica discreta 20%	Inflamação crônica normal	Inflamação crônica normal	Inflamação crônica normal 40% presença de mastócitos
Regeneração epitelial	Incompleto 100% / 40% marginal/ 60% cobrindo 1/5 da ferida	20% epitélio marginal 80% cobrindo 1/6 da ferida	40% epitélio marginal 60% cobrindo 1/6 da ferida	Incompleto 100% / 20% marginal e 80% cobrindo 1/5 da ferida	Incompleto 100% / 60% cobrindo a margem 1/ 6 da ferida 40% cobrindo 1/5 da ferida
Tecido granulação	Moderado vascular Moderado celular	Moderado vascular 100% Moderado celular 100%	Moderado 95% vascular /moderado celular 5% Pluricelular 5%	Moderado vascular 100% Moderado celular 90%	20% moderado vascular 80%moderado celular 80% plurivascular
Cicatriz colágeno jovem/ Maduro	Colágeno jovem 80% Colágeno maduro 20% discreto	Colágeno jovem 100% acentuado mais denso	Colágeno jovem 100% acentuado 0% colágeno maduro	Colágeno jovem moderado 100% Colágeno maduro discreto 100%	Colágeno jovem 100% acentuado 0% de colágeno maduro
Célula gigante	40% células gigantes	Células gigante 20%	células gigantes 100%	Células gigante 60% 40% ausente	Célula gigante 60%
Edema	100% edema discreto	Edema discreto 100%	Edema moderado 60% Edema discreto 40%	Edema discreto 80% Edema moderado 20%	Edema moderado 100%

5 CONCLUSÃO

A aplicação da Ledterapia com as cores vermelha (630-780nm), verde (490-565nm), amarelo (590-630) e azul (440-490nm) com a duração de 6 minutos foi capaz de produzir resultados qualitativos na formação da cicatriz de segunda intenção bastante significativa.

A epitelização nas margens e a formação de cicatrizes com melhor qualidade ocorreram com LED amarelo seguido do LED Vermelho. O LED amarelo obteve uma maior presença de colágeno de melhor qualidade (colágeno maduro) em relação ao LED vermelho. A fototerapia não colimada de 630-780 nm (vermelho) e 490-565 (verde) provocou melhores efeitos em relação à média da perimetria e área diminuindo significativamente. O LED amarelo e o LED azul não obtiveram bom resultado em relação a média da perimetria e área.

O edema teve bons resultados com a fototerapia não colimada 630-780nm (vermelho) e amarelo 590-630nm seguido do LED verde. O pior resultado obtido em relação ao edema foi com a fototerapia não colimada azul 440-490nm.

Diante destas respostas com fototerapia não colimada vermelha (630-780nm), verde (490-565nm), amarelo (590-630) e azul (440-490nm), podemos concluir que é possível o uso com benefícios, predominantemente do LED vermelho. Fica a sugestão de usar a Ledterapia combinada com vários comprimentos de onda para obter um melhor resultado de acordo com a fase do processo de cicatrização e objetivo desejado. Também fica registrada a metodologia desta pesquisa para a realização de outros estudos sobre a temática.

LIMITAÇÃO DE ESTUDO

Este estudo apresentou limitações quanto à pequena quantidade de animais estudados, a área da lesão não ser padronizada devido ao instrumento utilizado para realizar a lesão (bisturi) e quanto ao parâmetro em relação à potência não poder ser modulado.

REFERÊNCIAS

1. ABRAMOVISTS, W; ARROZOLAP, Gupta A.k. Light-Emitting Diode-Based Therapy. **Dermclin.** jan-feb, 2005.
2. AGAIBY, A.D. *et al.* Laser modulation of angiogenic factor production by T – lymphocytes. **Lasers in Surgery and Medicine.** New York, v.26, n.4, p.357-363, May. 2000. Disponível em: <<http://cat.inist.fr/?aModele=affiche N&cpsidt=1357903>>. Acesso em: 3 de Ago. 2009.
3. AGNE, Jones E. **Eletroterapia teoria e prática.** Santa Maria: Editora Orium, 2005.
4. ALICIA, Merlo; ALBANESE, Alfonso M.; MINO, Jorge *et al.* Cuerpo callosa en el plano mediano de imágenes de resonancia magnética: perímetro, superficie y forma en relación a edad y sexo. **Rev. chil. anat.**, 2002, v. 20, n. 2, p.131-138. ISSN 0716-9868. and low power laser irradiation **Lasers Med Sci.** 2003, v. 18, n. 2, p - 95-99. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12928819>. Acesso em 07 de julho de 2009.
5. AL-WATBAN *et al.* The acceleration of wound healing is not attributed to laser skin transmission. **Laser Therapy**, New York, v.11, n.1, p.6-10, Mar.1999
6. BALBINO, Carlos Aberto; PEREIRA, Leonardo Madeira; CURI, Rui. Mecanismos envolvidos na cicatrização: uma revisão. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 41, n. 41, p.27-51, 2005.
7. BELIVACQUA, R.G.; MODOLIN, M.L.A.; A. C.G; CHAPCHAP, P.; **Cicatrização.** 2. ed. São Paulo: Editora Manual de Cirurgia. : EPU/ Springer, 1981. p. 99-116.
8. BORGES, Fábio dos Santos. **Modalidades Terapêuticas nas Disfunções Estéticas.** São Paulo: Editora Phorte, 2006.

9. BRASILEIRO FILHO, Geraldo. **Patologia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2000.
10. BUERGER, Carolina. **Efeitos da laserterapia de baixa potência sobre os processos de regeneração do tecido nervoso periférico**. Disponível em: <<http://home.furb.br/sanfelice/ARTIGO-LASER.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2009
11. CARVALHO, Paulo de T. C. de. **Análise da cicatrização de lesões cutâneas através da espectrofotometria: estudo experimental em ratos Diabéticos**. Dissertação (mestrado) – Área interunidades em Bioengenharia da EESC/FMRP/IQSC – Univesidade de São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/82/82131/tde-07012003-100025/publico/TDE_PauloTarsoCamillo Carvalho.pdf>. Acesso em: 27 de jun. 2009.
12. CORAZZA, Adalberto Vieira. **Fotobiomodulação comparativa entre o laser e o LED de baixa intensidade na angiogênese de feridas cutâneas de ratos**. 2005. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bioengenharia, Departamento de Bioengenharia Eesc/fmrp/iqsc, Univesidade de São Paulo, São Carlos, 2005. Cap. 6.
13. DELAND et al. Treatment of radiation-induced dermatitis with light-emitting diode (LED) photomodulation. **Lasers Surg Med**. PSEBD, 2007. Fev. 20; v. 39, n. 2, p. 164-168.
14. DELISA, Joel A.; GANS, Bruce M.. **Tratado de Medicina de Reabilitação Princípios e Prática**. 3. ed. Barueri: Editora Manole Ltda, 2002.
15. DU GAS, Beverly Witter. **Enfermagem Prática**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1998.
16. EELLS et al. **Mitochondrial signal transduction in accelerated wound and retinal healing by near-infrared light therapy**. Mitochondrion 4 (2004) 559–567. Disponível em: <<http://www.com/PDFs/MitochondrionEellsWongWhelan.pdf>>. Acesso em: 12 de maio de 2010.

17. FAILACHE, Horacio; GEIDO, Daniel. **Fuente de Fototerapia em base a LEDs.** Facultades de Ingeniería y Medicina Universidad de la República O. del Uruguay. 03 de abr. del 2006. Disponível em: <<http://uruguayescribe.com/2007/08/27/fuente-de-luz-azul-para-el-tratamiento-de-la-hiperbilirrubinemia-neonatal>>. Acesso em: 11 de nov. 2009.

18. FAROUK, A. H.; AL-WATBAN, Bernard L. Polychromatic LED Therapy in Burn Healing of Non-diabetic and Diabetic Rats. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery. October.** n. 1, 2003, v. 21, n. 5, p. 249-258.

19. FERREIRA, Eduardo de Castro et al. Análise da cicatrização da bexiga com o uso do extrato aquoso da *Orbignya phalerata* (babaçu): estudo controlado em ratos. **Acta Cir. Bras.** 2006, v.21 suppl.3, p. 33-39. ISSN 0102-8650. Disponível em: <<http://www.scielo.br/acb>>. Acesso em: 22 de mar. 2010.

20. FIGUEREDO, Nêbia M.; VIANA, Dirce Laplace. **Tratado Prático de Enfermagem.** São Paulo: Editora YENDES, 2006.

21. GOMES, Valder Barboza. **Atividade antimicrobiana da radiação laser nd:yag, frente a anaeróbios do sistema de canais radiculares: estudo in vitro.** 2003. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Ufpe, Recife, 2005.

22. HARRIS, A.K.; STOPAK, D.; WILD, P. Fibroblast Traction as a Mechanism for Collagen Morphogenesis. **Nature.** 1981. n . 290, p. 249-51.

23. HUANG, Pei Jane. et al. In Vitro Observations on the Influence of Copper Peptide Aids for the LED Photoirradiation of Fibroblast Collagen Synthesis. **Photomedicine and Laser Surgery.** 2007; v.25, n.3, p.183-190.

24. IRION, Glenn. **Feridas.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2005.

25. ISHII, S. et al. Appropriate control of ex vivo gene therapy delivering basic fibroblast growth factor promotes successful and safe development of collateral

vessels in rabbit model of limb ischemia. **Journal of Vascular Surgery**, v.39, n.3, p.629-638.2004.

26. JORGE, Silvia A.; DANTAS, Sônia Regina P. E. **Abordagem Multiprofissional do Tratamento de Feridas**. Sao Paulo: Editora Atheneu, 2003.

27. KAHN, Joseph. **Princípios e Prática de Eletroterapia**. 4. Ed. São Paulo: Livraria Editora Santos, 2001.

28. KLEBANOV, G.I et al. **A comparative study of the effects of laser and light-emitting diode irradiation on the wound healing and functional activity of wound exudate leukocytes**. Biofizika, 2005.

29. KUMAR, Vinay; ABBAS, Abul K.; FAUSTO, Nelson. **Robbins e Cotran: Patologia: Bases Patológicas das Doenças**. Philadelphia: Elsevier, 2005. 576 p.

30. MAIO, Maurício de. **Tratado de Medicina Estética**. São Paulo: Editora Roca, 2004.

31. MALAGUTTI Willian e KAKIHARA Cristiano Tárzia. **Curativos, Estomias e Dermatologia: Uma Abordagem Multiprofissional**. Editora: Martina 2009

32. MARCHINE, F. B. **Estudo Morfológico e Morfométrico da cicatrização de feridas cutâneas aberta em ratos albinos com e sem tratamento com óleo de rosa mosqueta**. Tese de mestrado. São Paulo: Escola Paulista de medicina, 1994.

33. MARTINS, Nelson Lúcio Parada *et al.* Análise comparativa da cicatrização da pele com o uso intraperitoneal de extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (babaçu). Estudo controlado em ratos. **Acta Cir. Bras.**, 2006, v. 21 suppl.3, p. 66-75. ISSN 0102-8650. Disponível em: <<http://www.scielo.br/acb>>. Acesso em: 18 de jan. 2010.

34. MEEKER, Margaret Huth; ROTHROCK, Jane C. **Cuidados de Enfermagem ao paciente cirúrgico**. 10. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A, 1997.

35. MILGRAM, Joshua. **Bioelectromagnetics**: The effect of short, high intensity magnetic field pulses on the healing of skin wounds in rats. New York: A Wiley Company, 2004.
36. ORTIZ, Maria Cristina Sandoval. **Efeito do laser de baixa potencia sobre o processo inflamatório articular de coelhos**. 2001. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Ufscar, São Carlos, 2001.
37. PÁDUA, Elizabete M. **Metodologia da Pesquisa**: abordagem teórico-prática. 6. ed. Campinas: Papirus, 2000.
38. PAIVA, L.A.F. et al. Investigation in the wound healing activity of oleo-resin from *Copaifera langsdorffii* in rats. **Phytotherapy Research**, London, v16, n.8, p.737-739, dec. 2002.
39. PEREIRA, A.N. et al. Effect of low-power laser irradiation on cell growth and procollagen synthesis of cultured fibroblasts. **Lasers in Surgery and Medicine**, New York, v.31, n.4, p.263-267, Apr.2002
40. REDDY G. Kesava: Comparison of the photostimulatory effects of visible He-Ne and infrared Ga-As lasers on healing impaired diabetic rat wounds. **Lasers in Surgery and Medicine**. 2003; 33 (5): 344-51.
41. SENNEVILLE, E. (2005). Antimicrobial interventions for the management of diabetic foot infections. **Expert Opinion Pharmacotherapy**, London, v.6, n.2, p.263-273.
42. SEUNG et al, A prospective, randomized, placebo-controlled, double-blinded, and split-face clinical study on LED phototherapy for skin rejuvenation: Clinical, profilometric, histologic, ultrastructural, and biochemical evaluations and comparison of three different treatment settings. **Jornal de Photochemistry e Photobiology B: Biologia**. v. 88, Issue 1. 27 de Jul. de 2007, p. 51-67.

43. SIMÕES, M.J.; UZUNIAN, A.; MORA, W.S. Aspectos ultra-estruturais do processo de reparação da pele de ratos albinos. **Rev. Pud Méd.** 1985, p. 103-126.
44. STARKEY, Chad. **Recursos Terapêuticos em Fisioterapia:** termoterapia - eletroterapia - ultra-som - terapias manuais. Barueri: Editora Manole Ltda, 2001.
45. SURINCHAK, J.S. Effects of low-level energy laser on healing of full-thickness skin defects. **Laser in Surgery and Medicine.** New York. v.2, n.3, p.267-274.
46. TANAKA C, Ravagnani R, Höfling L, Guimarães PCM, Muraco-Neto B, Puech-Leão P. Análise Morfométrica do reparo de ulcerações de pele de origem venosa após tratamento de fisioterapia. **Revista Fisioterapia Universidade São Paulo.** 1996;3(1/2):47-53. 2004
47. TRELLES, A. Mario, ALLONES, E.M. Red light-emitting diode (LED) therapy accelerates wound healing post-blepharoplasty and periocular laser ablative resurfacing. **Journal of Cosmetic and Laser Therapy.** v. 8, Issue 1. Apr. 2006 , p. 39-42. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16581685>. Acesso em: 12 de maio de 2010.
48. VASHEGHANI, Mohammad Mehdi et al. Effect of Low-Level Laser Therapy on Mast Cells in Second-Degree Burns in Rats. **Photomedicine And Laser Surgery,** Tehran, n. , p.1-5, fev. 2008.
49. VEÇOSO, C. M.. **Laser em Fisioterapia.** São Paulo: Editora Louvise, 1993.
50. VINCK et al. Green light emitting diode irradiation enhances fibroblast growth impaired by high glucose level. **Photomed Laser Surg.** 2005, Apr. v. 23, n.2, p. 167-71.
51. VINCK et al. Increased fibroblast proliferation induced by light emitting diode. **Lasers in medical science.** 2003, v.18, n. 2, p. 95-9.

52. VREMAN, H.J. E. et al. Light-emitting diodes: a novel light source for phototherapy. **Pediatr Res**. 1998, Nov. v.44, n.5, p. 804-9. Disponível em: <<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=1592425>>. Acesso em: 13 de abr. 2010.

53. WEISS et al. Clinical Trial of a Novel Non-Thermal LED Array for Reversal of Photoaging: Clinical, Histologic, and Surface Profilometric Results. **Lasers in Surgery and Medicine**, Jan. 14, 2005, n. 36, p. 85-91.

54. WHELAN, H.T. et al. Effect of NASA light-emitting diode irradiation on molecular changes for wound healing in diabetic mice. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, Apr. 1, 2003, v. 21, n.2, p. 67-74.

55. ZHAO, Xang et al. Synthesis and characterization of a novel double crosslinked hyaluronan hydrogel. **Journal Of Materials Science: Materials in medicine**, London, p. 11-16. jan. 2002.

APÊNDICE

CARTA DE APROVAÇÃO DO CÔMITE DE ÉTICA

CEP — COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Av. Nascimento de Castro, nº 1597,
Dix -Sept Rosado, Natal-RN, CEP 59054-180.
☎ (0xx84) 4009-1404, fax (0xx84) 3215-1374
✉ cep@unp.br

**UP UNIVERSIDADE
POTIGUAR**
Laureate International Universities*

PARECER CONSUBSTANCIADO

ELEMENTO	DESCRIÇÃO
Número do Protocolo	214/2009
Título da Pesquisa	Estudo comparativo: efeitos da Laserterapia de baixa intensidade e Ledterapia no processo de reparo tecidual em queimaduras induzidas em ratos
Pesquisador Responsável	Patrícia Froes Meyer
Curso	Fisioterapia
Instituição	Universidade Potiguar UnP
Objetivo da pesquisa	Comparar os possíveis efeitos do Laser e do Led no processo de cicatrização de tecidos biológicos (reparo tecidual) de queimaduras em ratos
Avaliação do CEP	O CEP reunido em 25/11/2009 procedeu a análise do protocolo supracitado, e tendo em vista que as informações nele contidas observam o disposto pelo Conselho das Organizações Internacionais das Ciências Médicas - CIOMS/OMS, 1985, que trata das pesquisas envolvendo animais de experimentação, manifestou-se por sua aprovação.
Parecer do CEP	Protocolo Aprovado
Solicitação do CEP	Solicita-se ao Coordenador (a) da pesquisa o envio a este CEP do Relatório Parcial no prazo de 60 dias a contar da data deste parecer e o Relatório Final quando do término da pesquisa.

Natal, 14 de dezembro de 2009.

Thelma Alves Simplicio
Profa. Thelma Alves Simplicio

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/UnP

ANEXOS

Anexo A



Foto: Aplicação do anestésico

Anexo B

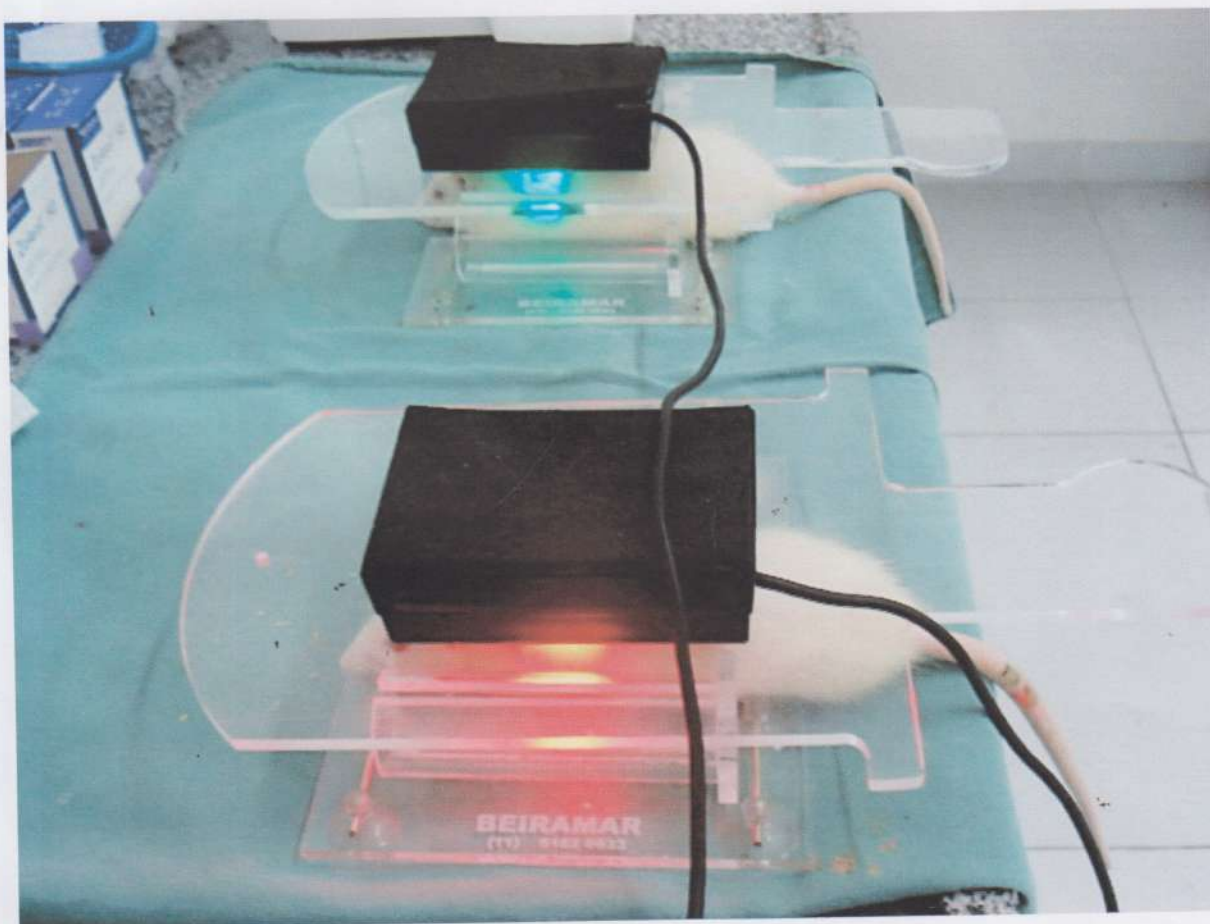


Foto: Ilustração da aplicação do LED.

Anexo C

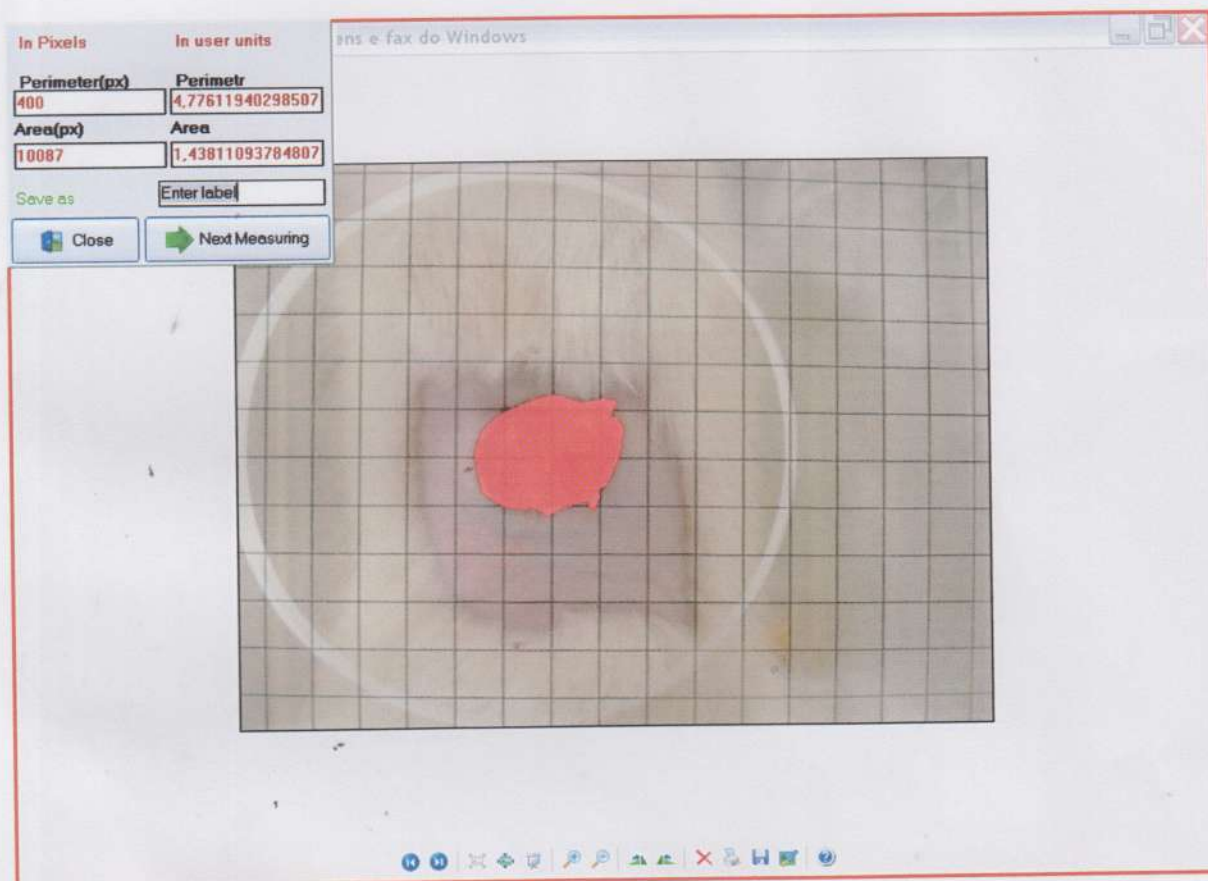


Foto: Medida da Área e Perímetro

Anexo D



Foto: Aparelho do LED