



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA**

**VALIDAÇÃO DE UM PROTÓTIPO FOTOBIMODULADOR
PARA TRATAMENTO DE TRAUMAS MAMILARES**

MARIA EMÍLIA DE ABREU CHAVES

Belo Horizonte, 15 de fevereiro de 2011.

Maria Emília de Abreu Chaves

VALIDAÇÃO DE UM PROTÓTIPO FOTOBIMODULADOR PARA TRATAMENTO DE TRAUMAS MAMILARES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Área de concentração: Bioengenharia.

Orientador: Prof. Leandro Soares Oliveira.

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
2011

Dedico este trabalho à minha família, por ser minha base.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela presença em todos os momentos.

Aos meus pais Zeny e Geralda, pelo amor e compreensão.

Ao meu irmão Rodrigo, por estar sempre ao meu lado.

Ao meu orientador professor Leandro, pelo apoio e principalmente, pela amizade.

Aos amigos Angélica e Alexandre pela oportunidade que me proporcionaram e pelas valiosas contribuições a este estudo.

À Suellen pela colaboração na coleta de dados e pelo companheirismo.

À Aline e Fernanda, pela disponibilidade em me ajudar.

À Laís e Marisa, pelos conselhos nos momentos difíceis.

Aos meus avós, tios e primos que torcem por mim.

Aos colegas do Labbio e Cemetro, em especial Daniel, Sara, Priscila e Thábata.

Ao professor Pinotti, pelo incentivo durante todo o projeto.

Ao professor Agnaldo, pelo auxílio no Hospital das Clínicas.

Aos professores Cury e Luiz Gustavo do Departamento de Física, pelos conhecimentos transmitidos.

À equipe do Hospital das Clínicas, em especial a de enfermagem.

Ao professor Lúcio Martins do CDTN, por disponibilizar o Quantikov.

Ao Dr. Edson Borges de Souza, pelo auxílio na análise das imagens.

À Empresa Bios Serviços e Comércio Ltda.

À CAPES.

À FAPEMIG.

*“A mente que se abre a uma nova idéia
jamais voltará ao seu tamanho original.”*

Albert Einstein

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE TABELAS	II
LISTA DE ABREVIATURAS.....	III
RESUMO	IV
ABSTRACT	V
1- INTRODUÇÃO	1
1.1- Objetivo geral.....	3
1.1.1- Objetivo específico.....	3
2- REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1- Estrutura da pele.....	4
2.2- Traumas mamilares	5
2.3- Processo de cicatrização.....	6
2.4- Abordagem terapêutica dos traumas mamilares.....	7
2.4.1- Medidas educativas	7
2.4.2- Tratamento seco	9
2.4.3- Tratamento úmido	9
2.5- Fototerapia com LED.....	11
2.5.1- Mecanismo de ação da luz irradiada por LED nos tecidos	14
2.5.2- Radiação LED na cicatrização de feridas e no controle da dor.....	16
3- MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1- Desenho do estudo	20
3.2- Amostra	20
3.3- Critérios de inclusão e exclusão	20
3.4- Procedimentos	21
3.4.1- Avaliação do estado cognitivo	21
3.4.2- Avaliação clínica	21
3.4.3- Randomização	21
3.4.4- Grupos de tratamento	22
3.5- Tratamento padrão.....	22
3.6- Fototerapia.....	22
3.7- Avaliação das lesões mamilares e análise das imagens	25
3.8- Avaliação da dor.....	26
3.9- Análise estatística.....	27
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO	28

5- CONCLUSÕES.....	35
6- SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	36
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
8- ANEXOS.....	44

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - Estrutura da pele (SILVA, 2008).	4
FIGURA 2.2 - Imagem representativa das lesões mamilares.....	5
FIGURA 2.3 - Diodos Emissores de Luz.....	12
FIGURA 2.4 - Modelo de Karu (adaptado) (KARU, 1999).....	16
FIGURA 3.1 - Constituição do protótipo: (A) aplicador; (B) <i>software</i> ; (C) circuito de controle.	23
FIGURA 3.2 - Protótipo “A” do grupo experimental e protótipo “B” do grupo controle.	24
FIGURA 3.3 - Aplicação do protótipo de fotobiomodulação.	25
FIGURA 3.4 - Delimitação das margens da lesão mamilar pelo <i>software</i> Quantikov.....	26
FIGURA 4.1 - Fluxograma de randomização de participantes.	28
FIGURA 4.2 - Redução da área das lesões mamilares no decorrer do tratamento.	31
FIGURA 4.3 - Imagem comparativa das lesões mamilares nos dois grupos.	32
FIGURA 4.4 - Cicatrização das lesões mamilares em cada grupo.....	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1 - Características das participantes.....	29
TABELA 4.2 - Tipo e área inicial das lesões mamilares de cada participante.	30
TABELA 4.3 - Intensidade da dor ao longo das sessões em cada grupo.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS

ATP	Adenosina Trifosfato
Ca ²⁺	íon cálcio
cm ²	centímetro quadrado
DNA	Ácido Desoxirribonucléico
J/cm ²	joules por centímetro quadrado
K ⁺	íon potássio
mW	miliwatt
mW/cm ²	miliwatt por centímetro quadrado
Na ⁺	íon sódio
nm	nanômetro
RNA	Ácido Ribonucléico

RESUMO

A amamentação fornece o alimento ideal para o crescimento de uma criança. Entretanto, há intercorrências que dificultam o sucesso da prática de amamentação, entre elas os traumas mamilares. Caracterizam-se pela presença de rachaduras, fissuras e escoriações mamilares, além de intensa dor. A abordagem terapêutica dos traumas mamilares compreende medidas educativas, tratamento seco e tratamento úmido. Contudo, nenhuma dessas intervenções apresenta resultados satisfatórios. Uma nova e promissora alternativa é a fototerapia de baixa intensidade com LEDs. Este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a eficácia de um protótipo de fotobiomodulação constituído de LEDs na faixa espectral do infravermelho próximo no tratamento dos traumas mamilares. Trata-se de um estudo do tipo ensaio clínico randomizado e duplo-cego. Dez participantes com 19 lesões mamilares (rachaduras, fissuras e escoriações) foram divididas em dois grupos: experimental e controle. O experimental foi submetido a tratamento padrão (orientações sobre técnica adequada de amamentação e cuidados com os mamilos) e aplicações do protótipo de fotobiomodulação, enquanto o controle recebeu tratamento padrão e aplicações do protótipo placebo. As participantes foram tratadas duas vezes por semana, durante 8 sessões, com os seguintes parâmetros: comprimento de onda de 860 nm, modo de emissão pulsado, frequência de 100 Hz, taxa de fluência de 50 mW/cm² e fluência de 4 J/cm² durante 79 segundos. Foram avaliadas a área da lesão mamilar, mensurada por um *software* de análise de imagem, e a intensidade da dor, mensurada pela Escala Visual Numérica. As análises demonstraram redução estatisticamente significativa da área das lesões mamilares nos grupos experimental e controle (p=0,00), mas houve diferença significativa entre eles (p=0,00). Nas primeiras sessões de tratamento, ocorreu uma aceleração do processo de cicatrização nas lesões mamilares do grupo experimental em relação ao controle. A intensidade da dor diminuiu nos dois grupos com o aumento das sessões, entretanto foi estatisticamente significativa apenas no grupo experimental (p=0,00). Além disso, houve diferença significativa entre os grupos (p=0,03) na redução da dor. Os resultados deste estudo mostraram que o protótipo de fotobiomodulação constituído com LEDs na faixa espectral do infravermelho próximo foi um recurso eficaz no tratamento dos traumas mamilares.

Palavras-chave: amamentação, trauma mamilar, cicatrização, fototerapia, LED.

ABSTRACT

Breastfeeding provides the optimum feed for the growth of a child. However, there are complications that hinder the success of the practice of breastfeeding, like nipple trauma. It is characterized by the presence of cracks, fissures and abrasions, as well as intense pain. The therapeutic approach includes orientation, dry treatment and wet treatment. However, none of these interventions provides satisfactory results. A new and promising alternative is low intensity phototherapy with LEDs. The aim of this work was to verify the efficacy of a prototype for phototherapy consisting of LEDs in the near infrared spectral range for the treatment of nipple trauma. This is a randomized clinical trial and double-blind study. Ten participants with 19 nipple lesions (cracks, fissures and abrasions) were divided into two groups: experimental and control. The experimental group was submitted to standard treatment (orientations on correct breastfeeding technique and nipple care) and prototype for phototherapy applications, while the control group received standard treatment and placebo prototype applications. Participants were subjected to phototherapy twice a week for eight sessions, and the prototype parameters were: wavelength of 860 nm, pulsed mode, frequency of 100 Hz, fluency rate of 50 mW/cm² and fluency of 4 J/cm² for 79 seconds. The nipple lesion area was measured by an image analysis software, and the pain intensity was measured by the Numeric Visual Scale. The analysis showed a statistically significant reduction in the area of the nipple lesions of both experimental and control groups ($p=0,00$) and, also, a significant difference between them ($p=0,00$). In the first sessions of the intervention, there was an acceleration of the healing process of the nipple lesions in the experimental group when compared to the control group. Pain intensity decreased in both groups with the increase in the number of sessions, but was statistically significant only for the experimental group ($p=0,00$). Moreover, a significant difference between groups ($p=0,03$) was observed for pain reduction. The results of this study showed that the prototype for phototherapy with LEDs in the near infrared spectral range was an effective tool in treatment of nipple trauma.

Key-words: breastfeeding, nipple trauma, wound healing, phototherapy, LED.

1- INTRODUÇÃO

A amamentação é um tipo de aleitamento, reconhecida como padrão-ouro para a alimentação infantil (EGLASH *et al.*, 2008). A Organização Mundial de Saúde define aleitamento materno como a condição em que a criança recebe leite materno diretamente da mama ou ordenhado (WHO, 1991).

São inúmeras as vantagens da amamentação para a criança, a mãe e a sociedade em geral (GIUGLIANI, 2000). O leite materno contém todos os nutrientes necessários para o crescimento de uma criança (NÓBREGA, 2001). Além de ser um elemento de nutrição, fornece componentes imunológicos que protege a criança contra infecções, principalmente as do aparelho respiratório (MS, 2001); promove proteção a longo prazo de doenças como obesidade, diabetes e leucemia infantil (HAMOSH, 2001); facilita a maturação do sistema digestivo (LAMOUNIER *et al.*, 2004) e estabelece o vínculo afetivo mãe/filho como processo de conhecimento mútuo (MS, 2001).

Há de se destacar as contribuições da amamentação para a saúde da mãe como involução uterina mais rápida (ALMEIDA, 1999), com conseqüente diminuição do sangramento pós-parto (CHUA *et al.*, 1994); prevenção de ingurgitamento mamário (HILL; HUMENICK, 1994) e proteção contra o câncer de mama e de ovário (BERNIER *et al.*, 2000).

O real impacto da amamentação sobre a sociedade é difícil de ser quantificado. O Ministério da Saúde enfatiza o quanto é importante a promoção da amamentação como uma aliada na redução da mortalidade infantil (MS, 2009). As crianças que recebem leite materno adoecem menos, necessitando de menor número de atendimentos médicos, hospitalizações e medicamentos (BALL; BENETT, 2001).

Recomenda-se que a amamentação seja exclusiva até o sexto mês, o que significa que a criança deve receber somente leite materno, sem outros líquidos ou sólidos, com exceção de vitaminas, suplementos minerais ou medicamentos. A partir do sexto mês, é indicado leite materno com alimentos complementares até dois anos ou mais de idade (WHO, 2009).

Apesar da excelência da amamentação, o desmame precoce é ainda frequente. Segundo dados do Ministério da Saúde (2000), a duração da amamentação exclusiva no Brasil, em média, é de apenas um mês. Uma das principais causas do desmame precoce são os traumas mamilares (COCA, 2005). A incidência dos traumas mamilares é alta, repercutindo em intensa dor e desconforto à mãe durante a amamentação que impedem seu prosseguimento

(TAIT, 2000). No Brasil, dados publicados sobre o número de casos de traumas mamilares são ainda raros, embora o atendimento de mães com determinadas condições seja frequente nas maternidades.

Os traumas mamilares decorrem de diversos fatores, sendo o principal deles o posicionamento e a pega incorretos da criança durante a amamentação. Nesse sentido, a conduta mais importante para os traumas mamilares é a educação das mães em relação à técnica correta de amamentação (WEIGERT *et al.*, 2005). Além das medidas educativas, outras intervenções são preconizadas como tratamento seco e tratamento úmido (MS, 2003; ZORZI; BONILHA, 2006; COCA; ABRÃO, 2008). Entretanto, a eficácia desses tratamentos não é avaliada adequadamente e, como consequência, eles não são embasados em evidências científicas (GIUGLIANI, 2003).

Recursos que sejam efetivos em tratar os traumas mamilares são de extrema relevância, pois quanto mais rápido ocorrer a cicatrização, também será o retorno à prática da amamentação (BIANCUZZO, 2000); e menores serão os riscos de complicações maternas secundárias a essas lesões, como por exemplo, a mastite (SMITH; TULLY, 2001).

Uma alternativa para o tratamento dos traumas mamilares é a fototerapia de baixa intensidade, também denominada como fotobiomodulação. Consiste de ondas eletromagnéticas na faixa espectral do vermelho ao infravermelho próximo (630 - 1000 nm) que estimulam as funções celulares promovendo efeitos terapêuticos (DESMET *et al.*, 2006).

LED (diodo emissor de luz) é o mais novo recurso da fototerapia de baixa intensidade (BAROLET, 2008). Os primeiros trabalhos utilizando LED para tratamento de lesões surgiram na década de 1990, nos quais a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) obteve resultados satisfatórios na cicatrização de feridas (WHELAN *et al.*, 1999). Expandiram ao longo dos últimos anos, e atualmente, eles têm sido utilizados nas mais diversas áreas da saúde (YEH *et al.*, 2010).

Dentre os efeitos terapêuticos do LED de baixa intensidade, destacam-se a aceleração da cicatrização de feridas e o controle da dor (WHELAN *et al.*, 2001; BAROLET, 2008). Esses podem ser justificados pelos efeitos fisiológicos promovidos pela luz tais como incremento à produção de ATP, aumento da proliferação de fibroblastos e da síntese de colágeno, aumento da síntese de RNA e DNA, estímulo à angiogênese e alterações induzidas sobre as aferências nociceptivas (VINCK *et al.*, 2003; VINCK *et al.*, 2006; CORAZZA *et al.*, 2007; SOUSA *et al.*, 2010).

Entretanto, estudos diretamente relacionados aos efeitos da fototerapia com LED nos traumas mamilares são raros na literatura (ARAÚJO *et al.*, 2007). Portanto, maiores

investigações são necessárias para que a terapia com LED possa ocorrer de maneira realmente eficaz e segura. Este trabalho aponta um novo e promissor recurso à base de LEDs, desenvolvido especificamente para o tratamento dos traumas mamilares.

1.1- Objetivo geral

Verificar a eficácia de um protótipo de fotobiomodulação que utiliza diodos emissores de luz (LEDs) com comprimento de onda na faixa espectral do infravermelho próximo no tratamento de traumas mamilares.

1.1.1- Objetivo específico

Avaliar a eficácia clínica do protótipo na promoção do fechamento das lesões características dos traumas mamilares: fissuras, rachaduras e escoriações do mamilo.

Analisar os efeitos do protótipo na modulação da dor decorrente dos traumas mamilares.

2- REVISÃO DA LITERATURA

2.1- Estrutura da pele

A pele é o maior órgão do corpo humano, representando aproximadamente 16% do peso corporal total. É responsável por funções de termorregulação, proteção contra traumas físicos, químicos, biológicos e térmicos, assim como a radiação ultravioleta, sendo também um órgão sensorial (MADISON, 2003; BROWN *et al.*, 2006). A pele é dividida em três camadas distintas: epiderme, derme e hipoderme (FIGURA 2.1).

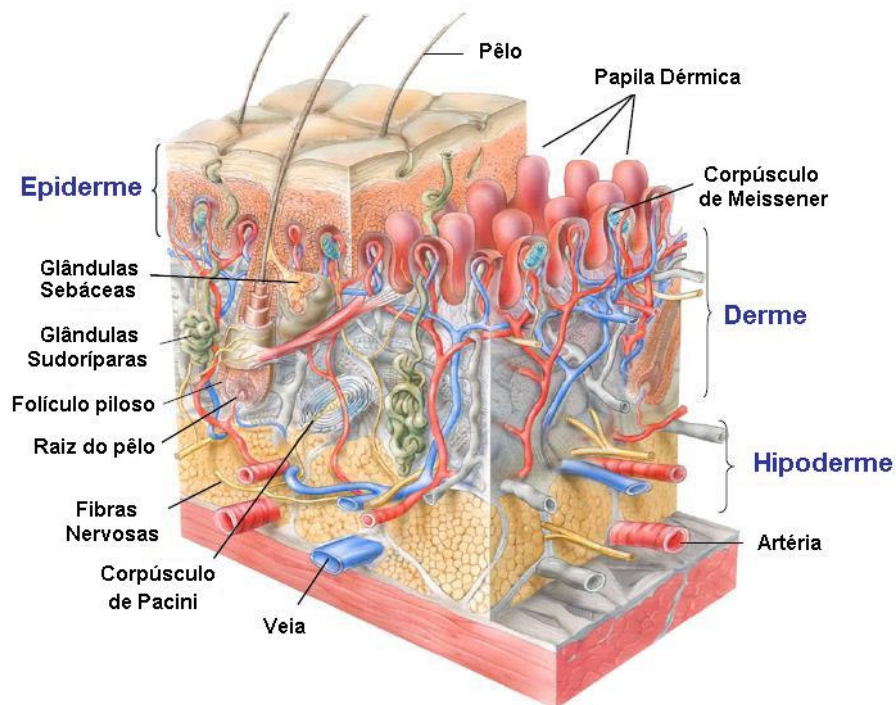


FIGURA 2.1 - Estrutura da pele (SILVA, 2008).

A epiderme é a camada mais externa da pele, composta pelas camadas basal, espinhosa, granulosa e córnea. É considerada como um importante órgão sensorial. A derme contém vasos sanguíneos, glândulas sudoríparas e sebáceas, pêlos e terminações nervosas livres, além de tipos diferentes de células. Exerce a função de fornecer uma base firme para a epiderme. A hipoderme é a camada mais profunda da pele, constituída por adipócitos, os quais armazenam energia na forma de gordura (WICKETT; VISSCHER, 2006; SCANLON; SANDERS, 2007).

Uma ferida consiste na ruptura da pele e pode ser causada por qualquer tipo de trauma físico, químico ou biológico (CESARETTI, 1998).

2.2- Traumas mamilares

Os traumas mamilares são lesões caracterizadas pela ruptura da pele (epiderme e derme) que cobre o mamilo (FONSECA; FERREIRA, 2004). Suas lesões podem manifestar-se de forma isolada ou associada, e englobam rachaduras, fissuras, escoriações, erosões, dilacerações e vesículas (PEREIRA *et al.*, 1998).

Escoriação, rachadura e fissura são as lesões de maior incidência. A escoriação constitui um mamilo esfolado, deixando parte da derme descoberta. A rachadura e a fissura são lesões do tipo fenda, de formato curvo ou vertical, situando-se na superfície do mamilo ou em sua junção com a aréola, podendo até partir o mamilo em dois (FONSECA; FERREIRA, 2004). Na concepção de Carvalho e Tamez (2005), a rachadura é uma lesão superficial que atinge somente a epiderme e quando se aprofunda, alcançando a parte superior da derme, é denominada de fissura.

Na FIGURA 2.2, estão representadas três participantes, cada uma com um tipo de lesão mamilar: escoriação (FIGURA 2.2A), rachadura (FIGURA 2.2B) e fissura (FIGURA 2.2C).



FIGURA 2.2 - Imagem representativa das lesões mamilares.

As lesões mamilares supracitadas caracterizam-se por causar dor excessiva e, em algumas vezes, sangramento. Ocorrem nas primeiras semanas após o parto, podendo inibir o reflexo de descida do leite (FONSECA; FERREIRA, 2004).

A causa mais comum dos traumas mamilares é a técnica inadequada de amamentação, como posicionamento e pega da criança (WHO, 1998; GIUGLIANI, 2000;

PRACHNIAK, 2002; WEIGERT, 2004). Segundo Carvalho e Tamez (2005), as lesões mamilares são geralmente precedidas de um quadro de ingurgitamento mamário, que leva à distensão da região areolar, causando erro de sucção; pois o bebê aplica a força de sua boca na região areolar, provocando traumatismo e tornando a pele mais tênue e friável.

Outros fatores desencadeantes incluem mamilos semiprotusos ou invertidos, primiparidade, ingurgitamento mamário, contaminação por candidíase, ressecamento da pele do mamilo, aplicação de cremes e óleos, disfunções orais na criança, sucção não eficiente, ausência de interrupção da sucção da criança antes de retirá-la do peito, bombas manuais para extração do leite, uso de protetores de mamilo e exposição prolongada a forros úmidos (PRACHNIAK, 2002; GIUGLIANI, 2004; MELO, 2005; ZORZI; BONILHA, 2006; COCA *et al.*, 2009).

As lesões mamilares juntamente com a dor interferem na continuidade da amamentação nas primeiras semanas pós-natal, sendo que um terço das mães que apresentam esses sintomas mudam para métodos alternativos de alimentação infantil (TAIT, 2000).

2.3- Processo de cicatrização

O processo de cicatrização de feridas envolve três fases complexas e distintas, mas sobrepostas (DENEGAR, 2003). Constitui as fases inflamatória, proliferativa e remodelagem.

A primeira fase é a inflamatória que se inicia imediatamente após o surgimento da ferida. A reação inflamatória é controlada por substâncias liberadas pelas células, denominadas mediadores químicos, como histamina, serotonina, bradicinina, prostaglandina, fator quimiotático do neutrófilo e proteínas plasmáticas. Devido à ruptura de vasos e perda de líquido, as proteínas plasmáticas ativam a cascata de coagulação convertendo o fibrinogênio em fibrina, enquanto as plaquetas se aderem na área lesada. A fibrina, juntamente com as plaquetas, forma o coágulo para conter a hemorragia. Simultaneamente, ocorre uma vasoconstrição rápida e inicialmente reflexa, propiciando o fechamento dos vasos lesados. Em seguida, histamina, serotonina e prostaglandina promovem vasodilatação e aumento da permeabilidade vascular. Conseqüentemente, aumenta o fluxo sanguíneo para a área e extravasa elementos para o espaço intercelular como hemácias, plasma, eritrócitos, leucócitos e proteínas formando um exsudato. Clinicamente, esses fenômenos são traduzidos por calor, rubor e edema. A bradicinina, juntamente com a prostaglandina, estimula as terminações nervosas livres resultando em dor, a qual pode gerar perda de função. Fator quimiotático do

neutrófilo e leucotrieno atraem neutrófilos para a área lesada a fim de realizar a fagocitose, ou seja, digestão das bactérias e restos celulares. Os monócitos transformam-se em macrófagos e também auxiliam na fagocitose. A resposta inflamatória dura até a remoção do tecido lesado (ABLA; ISHIZUKA, 1995).

A segunda fase é a proliferativa, em que ocorre a reparação do tecido conjuntivo e do epitélio. Na reparação do tecido conjuntivo, ocorrem proliferação e migração de fibroblastos para a área lesada. Eles são responsáveis por produzir colágeno, elastina, fibronectina e outras proteínas. Paralelamente, ocorre angiogênese, ou seja, formação de novos vasos sanguíneos a partir dos já existentes, mecanismo essencial para o suprimento de oxigênio e nutrientes para a cicatrização. O tecido formado por fibroblastos, substâncias produzidas por esses e vasos sanguíneos é denominado tecido de granulação. Nesta fase, predomina o colágeno tipo III, o qual é desorganizado e imaturo. Clinicamente, o tecido de granulação apresenta-se com aspecto granuloso e avermelhado. Outro fenômeno é a epitelização que se faz pelo aumento de tamanho, da divisão e da migração das células da camada basal da epiderme por sobre a área de reparação do tecido conjuntivo subjacente. O miofibroblasto é uma célula que está presente no tecido de granulação e confere capacidade contrátil facilitando a epitelização (ABLA; ISHIZUKA, 1995).

A terceira fase é a de remodelagem. Ela é marcada pelo alinhamento das fibras de colágeno difusas por meio das colagenases e outras proteases produzidas por macrófagos e células epidérmicas. O colágeno tipo III é degradado por enzimas como as colagenases, e substituído pelo colágeno tipo I, o qual é organizado e forte. Há diminuição de todos os elementos celulares, inclusive fibroblastos, elementos do tecido conjuntivo, bem como dos vasos neoformados. Clinicamente, a cicatriz torna-se menos espessa, passando de uma coloração rosada para esbranquiçada (DENEGRAR, 2003).

2.4- Abordagem terapêutica dos traumas mamilares

A abordagem terapêutica dos traumas mamilares engloba medidas educativas, tratamento seco e tratamento úmido.

2.4.1- Medidas educativas

As medidas educativas são cuidados com os mamilos e orientações sobre técnicas corretas de amamentação. De acordo com a literatura, estas podem ser adotadas como

prevenção ou como tratamento dos traumas mamilares (ABRÃO; MARANHÃO, 1991; MS, 2003; GIUGLIANI, 2004; CONDE; OKASAKI, 2005; FRASER; CULLEN, 2006; MATUHARA; NAGANUMA, 2006), compreendendo:

1. expor os mamilos ao ar livre ou à luz solar (antes das 10 h e após as 16 h) diariamente para mantê-los secos, além de trocar com frequência os protetores utilizados quando há vazamento de leite;

2. não aplicar álcool ou qualquer produto secante nos mamilos, bem como não proceder à higiene dos mamilos antes ou após as mamadas;

3. não usar sabonetes na hora do banho, nem esfregar os mamilos com buchas, esponjas ou toalhas;

4. amamentar em livre demanda, diminuindo a chance do bebê sugar com força excessiva;

5. ordenhar manualmente um pouco de leite antes de amamentar se a mama estiver muito cheia, o que aumenta a flexibilidade da aréola, permitindo uma pega correta do bebê;

6. evitar o uso de bombas para retirada do leite;

7. praticar a maneira correta para interromper a amamentação. Consiste em introduzir o dedo indicador ou mínimo pela comissura labial da boca do bebê, de maneira que a sucção seja interrompida antes da criança ser retirada do seio;

8. corrigir o posicionamento e a pega do bebê, sempre que for detectado erro de técnica de amamentação;

9. alternar posições de amamentação;

10. suspender o uso de chucas, mamadeiras e chupetas; e

11. não fazer uso de qualquer substância nas mamas, exceto o próprio leite.

Quanto à técnica adequada de amamentação, orienta-se: 1- a mãe ficar em uma posição confortável e bem apoiada, podendo estar deitada, sentada ou em pé; 2- o corpo do bebê ficar totalmente de frente para a mãe (barriga com barriga) e alinhado, com a cabeça e a coluna em linha reta no mesmo eixo; 3- a mãe segurar a mama formando um “C” com o dedo polegar colocado na sua parte superior e os outros dedos na sua parte inferior; 4- no momento da sucção, a mãe deve estimular o lábio inferior do bebê com o mamilo para que ele, por reflexo, abra bem a boca e abaixe a língua; 5- a mãe deve levar a boca do bebê ao mamilo e não o contrário; 6- o bebê deve abocanhar o mamilo e a maior parte da aréola (área mais escura e arredondada), ficando com os lábios virados para fora e o queixo encostado na mama (MS, 2007; EGLASH *et al.*, 2008).

2.4.2- Tratamento seco

O tratamento seco consiste em expor as mamas aos raios do sol ou à luz artificial, utilizando lâmpada de 40 watts a uma distância de 30 centímetros (MS, 2007).

Essas condutas se popularizaram nas últimas décadas, como resultado da não diferenciação entre o hábito de manter o mamilo seco para evitar lesões e o tratamento, por meio de calor seco local, de um mamilo com trauma mamilar (GIUGLIANI, 2003).

A prática do tratamento seco, na realidade, pode ser mais prejudicial do que benéfica. A camada externa da pele íntegra deve manter-se seca para se manter saudável, enquanto que, na pele lesionada, torna-se necessária uma barreira úmida para evitar a desidratação das camadas mais profundas da pele. Feridas úmidas cicatrizam mais rapidamente que as secas, pois minimiza a formação de crostas (BIANCUZZO, 2000).

2.4.3- Tratamento úmido

Os recursos de tratamento úmido incluem leite materno ordenhado, corticóides, pomada de lanolina e práticas populares (LAWRENCE; LAWRENCE, 1999; ZORZI; BONILHA, 2006; COCA; ABRÃO, 2008).

É recomendada a aplicação do leite materno nos mamilos após a amamentação, pois se acredita que as propriedades anti-infecciosas do leite materno podem prevenir infecções secundárias como a mastite (LAWRENCE; LAWRENCE, 1999; PRACHNIAK, 2002). Cremes ou pomadas com corticóide também são sugeridos, desde que afastada a infecção por fungos ou bactérias (BIANCUZZO, 2000). Todavia não há estudos que comprovem a eficácia do leite e dos corticóides (GIUGLIANI, 2003).

O uso da pomada de lanolina vem sendo difundido cada vez mais nos hospitais particulares do Brasil (COCA; ABRÃO, 2008). Em seu estudo, Coca e Abrão (2008) avaliaram o efeito da pomada na cicatrização de lesões mamilares. As mulheres do grupo controle (n=26) aplicaram leite materno no local da lesão antes e após a amamentação, enquanto as do grupo experimental (n=24) usaram pomada de lanolina. Foram realizadas duas consultas de enfermagem à mãe e recém-nascido, com intervalo de aproximadamente 24 horas. Os autores verificaram aumento da lesão no controle ao passo que houve diminuição no grupo experimental.

A lanolina demonstra efeitos positivos, mas seu uso pode ser contra-indicado devido sua interferência nas propriedades bacteriostáticas e de lubrificação. Por ser oleosa, ela

torna a região mamilo-areolar escorregadia, o que dificulta a pega do bebê e leva à fricção da pele do mamilo predispondo ao aparecimento de trauma mamilar (SMITH; TULLY, 2001).

Como as rachaduras e as fissuras mamilares são muito comuns, dificultando sobremaneira a amamentação, as mães buscam produtos de origem natural ou baseados na prática utilizada por seus familiares visando a cura de sua lesão mamilar e o alívio da dor (ZORZI, 2005).

O uso de compressas de água quente e de chás como indicação terapêutica para os traumas mamilares é rotineiro e consiste de uma tradição perpetuada de uma geração a outra, sendo calcada no conhecimento popular (GONÇALVES, 2001). Os chás comumente usados são confrei, índia, malva, camomila, arruda e chá preto (ZORZI; BONILHA, 2006).

Lavergn (1997) avaliou a eficácia de compressas mornas e de chá no tratamento de traumas mamilares durante a amamentação. As puérperas (n=65) foram randomizadas para um dos seguintes grupos de tratamento: compressa de água morna, compressa de chá e sem compressa. As participantes aplicaram compressas 4 vezes ao dia durante os dias 1 a 5 pós parto. O autor observou que as compressas de água morna e de chá foram igualmente efetivas na diminuição da dor mamilar em relação ao controle.

O fato de não se saber a origem desses produtos e a forma como são preparados, pode acarretar possíveis riscos de entrada de bactérias no local das lesões mamilares, levando a complicações (ZORZI; BONILHA, 2006).

Outra prática popular bastante difundida é o uso do mamão e da casca de banana sobre as lesões mamilares (ZORZI, 2005). Contudo, deve ser evitada devido à falta de cuidado no seu manuseio ou ao risco de infecção mamária.

Em seu estudo, Novak *et al.* (2003) analisaram a microbiota da casca da banana prata, comercializada no Rio de Janeiro. Os autores observaram a presença de microrganismos potencialmente patogênicos em níveis capazes de comprometer a qualidade microbiológica da casca de banana e concluíram que sua aplicação sobre fissuras mamilares para o tratamento destas pode favorecer o início de um processo infeccioso.

Uma série de intervenções têm sido referidas na literatura. Não é claro, no entanto, qual é a mais adequada para o tratamento dos traumas mamilares (PAGE *et al.*, 2003).

Em face do exposto, a abordagem terapêutica dos traumas mamilares tem focado no posicionamento e na pega adequados para a amamentação, além dos cuidados com o mamilo (WEIGERT, 2004; FRASER; CULLEN, 2006). Entretanto, são medidas com um

caráter muito mais preventivo do que curativo, não sendo, na maioria das vezes, suficientes para potencializar a cicatrização dos traumas mamilares.

2.5- Fototerapia com LED

O LED (*Light Emitting Diode*), ou diodo emissor de luz, começou a ser comercializado no final dos anos 1960. Devido à sua fraca intensidade luminosa, era inicialmente utilizado como indicador de luz em dispositivos eletrônicos. Durante os anos 70, com o progresso da sua tecnologia, a eficiência da luz emitida foi aumentando, e o LED tornou-se suficientemente brilhante para ser usado em iluminação. Nos anos 80, passou a ser produzido para diversas aplicações, tais como sistemas de transmissão por fibra óptica e equipamento médico (YEH; CHUNG, 2009).

Na década de 1990, teve início sua aplicação como recurso terapêutico em estudos experimentais e clínicos. Os trabalhos foram desenvolvidos primeiramente pela NASA. Os pesquisadores notaram que um comprimento de onda específico da luz LED era capaz de acelerar o crescimento de plantas em longas viagens espaciais. Posteriormente, investigaram o uso da terapia com LED na cicatrização de feridas e obtiveram resultados positivos (WHELAN *et al.*, 1999). A pesquisa teve continuidade e surgiram novos LEDs que são usados atualmente como recurso terapêutico em diversas áreas (WEISS *et al.*, 2005; ARAÚJO *et al.*, 2007; CASALECHI *et al.*, 2009; YEH *et al.*, 2010).

O LED é um diodo constituído por junções p-n (p- positivo; n- negativo) que, ao ser diretamente polarizado, faz com que os elétrons cruzem a barreira de potencial e se recombinem com as lacunas. Após a recombinação espontânea de pares elétron-lacuna, ocorre a emissão simultânea de fótons. O mecanismo físico pelo qual o LED emite luz é a emissão espontânea de luz (SCHUBERT, 2003).

Os diodos emissores de luz (FIGURA 2.3) convertem a corrente elétrica em um espectro de luz. A emissão da luz a partir de um material sólido, em resposta a aplicação de uma fonte elétrica de energia é um processo denominado eletroluminescência (SCHUBERT, 2003).

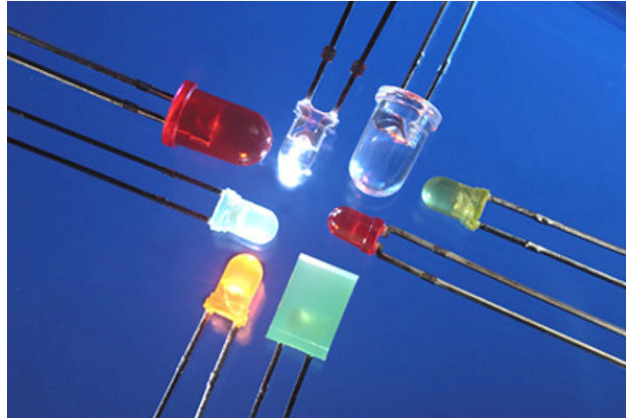


FIGURA 2.3 - Diodos Emissores de Luz

A terapia com LED de baixa intensidade é não invasiva, atérmica e sem efeitos colaterais, com uma boa relação custo benefício (YEH *et al.*, 2010). O *Food and Drug Administration* (FDA), órgão regulador e fiscalizador dos Estados Unidos na área de alimentos e produtos farmacêuticos, aprovou testes clínicos envolvendo a aplicação de LEDs na cicatrização de feridas em humanos, devido ao insignificante risco de lesões na pele (WHELAN *et al.*, 2001).

Segundo Yeh *et al.* (2010), os LEDs oferecem vantagens em relação às fontes de luz convencionais, dentre elas:

1. os LEDs são sólidos e, portanto, mais seguros que fontes de luz a gás;
2. os dispositivos constituídos com matriz de LEDs são mais econômicos, altamente duráveis e apresentam baixo custo. Além disso, não precisam de uma fonte de alimentação de alta tensão e podem ser operados continuamente por meio de uma bateria durante um longo período;
3. os dispositivos são formados por modelos leves e compactos que tornam o uso de sistemas mais simples;
4. os LEDs produzem altos níveis de energia com baixa radiação de calor e, portanto, são evitados os efeitos da hipertermia induzida por alta intensidade da luz. Como resultado, os LEDs podem ser colocados mais próximos das áreas de tratamento do que outras fontes de luz; e
5. os comprimentos de onda gerados a partir dos LEDs abrangem ultravioleta, até o vermelho e infravermelho próximo (247 a 1300 nm).

Estudos indicam o LED como uma alternativa ao LASER (CASALECHI *et al.*, 2009). Os dispositivos de LASER apresentam algumas desvantagens como alto custo, limitação nos comprimentos de onda e na largura do feixe. Dessa forma, não há como

combinar diferentes comprimentos da luz LASER para um tratamento eficaz, e o feixe de luz estreito permite tratar apenas áreas menores. Em contraste, os LEDs são produzidos em múltiplos comprimentos de onda com possibilidade de combiná-los, e podem ser organizados em matrizes simples de vários tamanhos, proporcionando o tratamento de áreas menores ou maiores (WHELAN *et al.*, 2001). O LASER pode danificar os olhos ao fixar o feixe de luz na direção destes. Por outro lado, os LEDs não apresentam risco de dano ocular acidental (EELLS *et al.*, 2004). Pelos fatores dispostos, acredita-se que o LED é superior ao LASER por apresentar melhor custo-benefício, irradiar maior área de superfície, requerer menor quantidade de energia e ser mais seguro (ERDLE *et al.*, 2008).

Com relação aos efeitos fotobiomoduladores, a luz LED pode ser tão eficaz quanto a luz LASER, pois ambos apresentam efeitos fisiológicos semelhantes, tais como incremento à produção de ATP, aumento da proliferação de fibroblastos e da síntese de colágeno, aumento da síntese de RNA e DNA, estímulo à angiogênese e alterações induzidas sobre as aferências nociceptivas (SOLEAR *et al.*, 2000; CLARK *et al.*, 2003).

Nesse contexto, Vinck *et al.* (2003), por meio de um estudo randomizado e controlado, testaram LED e LASER na proliferação de fibroblastos. As culturas celulares foram divididas nos grupos: LASER (830 nm, 40 mW, dose de 1 J/cm^2 por 5 segundos a uma distância de 0,6 centímetros); LED infravermelho (950 nm, 160 mW, dose de $0,53 \text{ J/cm}^2$ por 1 minuto); LED vermelho (660 nm, 80 mW, dose de $0,53 \text{ J/cm}^2$ por 2 minutos); LED verde (570 nm, 10 mW, dose de $0,1 \text{ J/cm}^2$ por 3 minutos) e seus respectivos controles. A irradiação foi realizada 1 vez ao dia durante 3 dias consecutivos. Os autores perceberam aumento significativo no número de fibroblastos em todas as culturas irradiadas comparadas com seus respectivos controles. Concluíram que tanto a radiação LED quanto a LASER promovem aumento da proliferação de fibroblastos *in vitro*.

Corazza *et al.* (2007) analisaram os efeitos da luz na angiogênese utilizando LED e LASER em feridas cutâneas induzidas em ratos. Os seguintes grupos de tratamento foram constituídos: LED com 5 J/cm^2 por 122 segundos; LASER com 5 J/cm^2 por 221 segundos; LED com 20 J/cm^2 por 393 segundos; LASER com 20 J/cm^2 por 885 segundos; e seus controles. Foi usado um dispositivo de LED com 635 nm e 90 mW, e um de LASER com 660 nm e 40 mW. Os resultados demonstraram, através da histomorfometria, aumento da vascularização das feridas cutâneas utilizando-se ambas as fontes de luz e não houve diferença significativa entre elas.

Agnol *et al.* (2009) compararam os efeitos da luz LED e da LASER em feridas feitas no dorso de ratos. Os animais foram divididos em grupos controle, radiação LED de

640 nm e radiação LASER de 660 nm. Os recursos luminosos apresentaram potência de 30 mW, distribuída numa área de irradiação de $0,5 \text{ cm}^2$ e dose de 6 J/cm^2 aplicada por 100 segundos. Os resultados demonstraram diâmetro das feridas significativamente reduzido nos grupos tratados com fototerapia comparados ao controle. Os autores concluíram que tanto a luz LASER quanto a luz LED produziram efeitos similares na cicatrização de feridas.

2.5.1- Mecanismo de ação da luz irradiada por LED nos tecidos

O mecanismo de ação da luz em nível celular é baseado em reações fotobiológicas. Uma reação fotobiológica envolve a absorção de um comprimento de onda específico da luz por moléculas fotorreceptoras (KARU, 1999).

Há evidências que os comprimentos de onda da luz na faixa espectral do vermelho ao infravermelho próximo são absorvidos pela citocromo c oxidase (KARU, 1987; KARU, 1999; KARU, 2003). No estudo de Karu e Kolyakov (2005) foram analisados espectros de ação da luz monocromática de 580 a 860 nm. Os autores notaram quatro regiões espectrais ativas, sendo duas na faixa do vermelho (picos de 613,5 a 623,5 nm e 667,5 a 683,7 nm) e duas na do infravermelho (picos de 750,7 a 772,3 nm e 812,5 a 846,0 nm). Além disso, eles observaram também a absorção pela citocromo c oxidase nas quatro regiões. Concluíram que a citocromo c oxidase consegue absorver a luz em diferentes faixas espectrais (vermelho e infravermelho próximo), provavelmente no centro binuclear CuA e no centro binuclear CuB (formas oxidadas).

As reações fotobiológicas podem ser classificadas em primárias e secundárias. As reações primárias derivam da interação entre os fótons e o fotorreceptor, essas são observadas em poucos segundos ou minutos após a irradiação da luz. Por outro lado, as secundárias são efeitos que ocorrem em resposta às reações primárias, sendo em horas ou até dias após o procedimento de irradiação (KARU, 1987; KARU, 2003).

As reações primárias de ação da luz no fotorreceptor ainda não estão claramente estabelecidas, mas há algumas hipóteses. Após a absorção da luz no comprimento de onda irradiado, a citocromo c oxidase assume um estado eletronicamente excitado, a partir do qual altera seu estado redox e ocasiona a aceleração de transferência de elétrons na cadeia respiratória (KARU, 1988). Outra hipótese seria que uma parte da energia do estado eletronicamente excitado é convertida em calor, provocando um aquecimento local e transiente no fotorreceptor (KARU *et al.*, 1991). Uma terceira reação seria que, ao ativar o fluxo de elétrons na cadeia respiratória, por meio da irradiação luminosa, pode-se esperar o

aumento da produção de ânion superóxido (KARU *et al.*, 1993). Uma quarta reação formula que as porfirinas e as flavoproteínas absorvem os fótons e geram espécies reativas de oxigênio singlete (KARU *et al.*, 1981). Também foi proposto que a luz pode reverter a inibição da citocromo c oxidase pelo óxido nítrico e, assim, aumentar a taxa de respiração (KARU *et al.*, 2005).

O mecanismo de reações fotobiológicas secundárias é definido pela transdução (transferência de energia de um sistema para outro) e amplificação do fotosinal que conduz a uma fotoresposta. Isso significa que efeitos decorrentes das reações primárias são amplificados e transmitidos a outras partes da célula, conduzindo a efeitos fisiológicos, tais como alteração na permeabilidade da membrana celular com alterações nos níveis de cálcio intracelular, aumento do metabolismo celular, síntese de DNA e RNA, proliferação de fibroblastos, ativação dos linfócitos T, macrófagos e mastócitos, aumento na síntese de endorfinas e diminuição da bradicinina (KARU, 1999).

As reações secundárias são as responsáveis pela conexão entre a resposta à ação da luz pelos fotorreceptores localizados na mitocôndria e os efeitos localizados no núcleo ou outros fenômenos em outros componentes da célula. Esse processo torna possível a aplicação de uma dose muito pequena de luz produzir efeitos clinicamente significativos nos tecidos (KARU, 1998).

Em suma, a absorção da luz, dependente do comprimento de onda, ocasiona reações primárias na mitocôndria. Essas são seguidas por uma cascata de reações secundárias (transdução e amplificação do fotosinal) que ocorrem no citoplasma, na membrana e no núcleo, como mostrado pelo modelo de Karu (FIGURA 2.4).

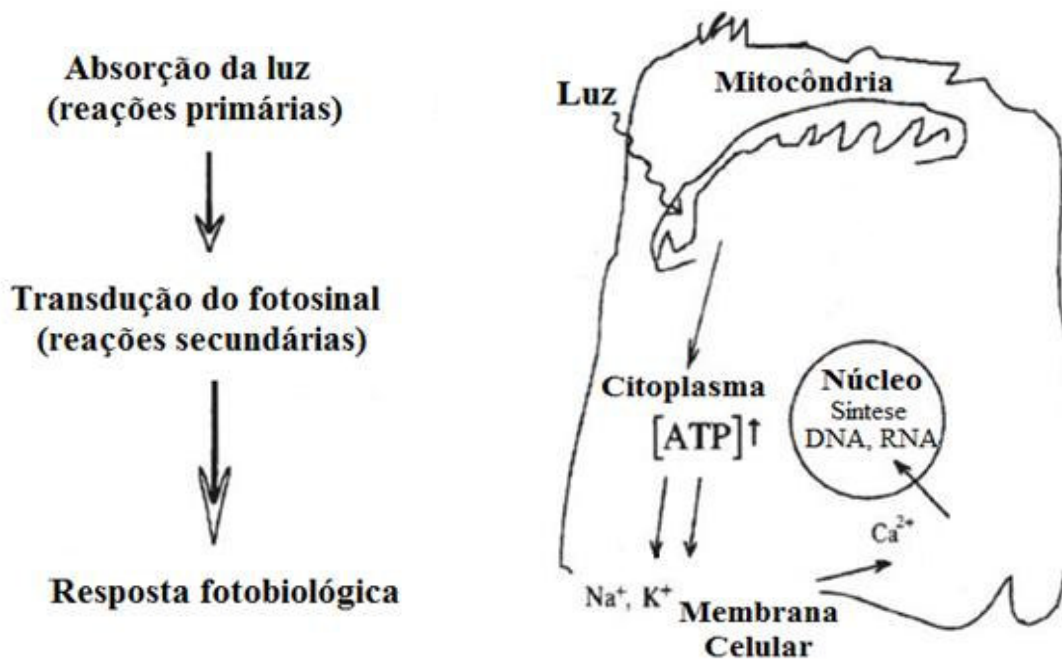


FIGURA 2.4 - Modelo de Karu (adaptado) (KARU, 1999).

Contudo, há uma hipótese sobre a modificação no modelo de Karu. Acredita-se que a luz vermelha é absorvida pela citocromo c oxidase na mitocôndria, ao passo que o comprimento de onda infravermelho é absorvido por proteínas específicas da membrana celular que afetam diretamente a permeabilidade da membrana sendo que ambos conduzem à mesma resposta fotobiológica final (RIBEIRO; ZECELL, 2004).

Cabe ressaltar que os efeitos fotobiológicos dependem do estado da célula. Quando a célula encontra-se em um estado redox reduzido (pH intracelular baixo), ela responde bem à fototerapia de baixa intensidade. Contudo, em um estado redox ótimo, a célula não responde ao tratamento com luz (KARU, 1999).

2.5.2- Radiação LED na cicatrização de feridas e no controle da dor

Vários estudos comprovam a eficácia da fototerapia LED na cicatrização de feridas em animais e humanos e no controle da dor.

Whelan *et al.* (2003) conduziram um estudo para avaliar o efeito da luz LED na cicatrização de feridas em animais. Foram realizadas incisões no dorso de camundongos diabéticos e eles foram distribuídos em grupo controle (sem fototerapia) e experimental (com fototerapia). O LED de 670 nm foi aplicado diariamente com dose de 4 J/cm², densidade de potência de 28 mW/cm² e tempo de 2 minutos e 24 segundos durante

14 dias. O grupo experimental teve aumento da taxa de cicatrização em relação ao controle. Os autores concluíram que os diodos emissores de luz aceleram o processo natural de cicatrização de feridas.

Al-Watban e Andres (2006) buscaram analisar a eficácia de um LED policromático no tratamento de feridas em ratos diabéticos e não diabéticos, bem como determinar sua dosimetria ótima. O dispositivo foi composto de 4 LEDs verde (510-543 nm), 2 LEDs amarelo (594-599 nm), 2 LEDs laranja (626-639 nm), 4 LEDs vermelho (640-679 nm) e 13 LEDs infravermelho (842-872 nm), e foi aplicado com potência de 272 mW, densidade de potência de $13,6 \text{ mW/cm}^2$ e área de 20 cm^2 , 3 vezes semanais durante 3 semanas. Os grupos de tratamento foram determinados da seguinte maneira: G1- controle; G2- 5 J/cm^2 por 6 minutos e 7 segundos; G3- 10 J/cm^2 por 12 minutos e 15 segundos; G4- 20 J/cm^2 por 24 minutos e 30 segundos; G5- 30 J/cm^2 por 36 minutos e 46 segundos. Os resultados demonstraram que, nos ratos diabéticos, as doses de 5 e 10 J/cm^2 promoveram cicatrização significativa das feridas, enquanto que as doses de 20 e 30 J/cm^2 proporcionaram efeitos inibitórios. E nos ratos não diabéticos, as doses 5, 10, 20 e 30 J/cm^2 foram pouco eficazes na cicatrização de feridas. Os autores concluíram que a fototerapia LED promove a cicatrização de feridas de maneira dose-dependente.

Erdle *et al.* (2008) realizaram um estudo com objetivo de observar os efeitos da luz LED de 670 nm na cicatrização de queimaduras e feridas mecânicas no dorso de camundongos. Os animais foram distribuídos nos seguintes grupos de tratamento: controle (sem luz); LED com intensidade de 40 mW/cm^2 e tempo de 90 segundos; LED de 8 mW/cm^2 por 450 segundos; LED de $1,6 \text{ mW/cm}^2$ por 37,5 minutos. A luz foi aplicada a uma distância de 2 a 3 centímetros, diariamente, com dose de $3,6 \text{ J/cm}^2$ durante 5 dias. O grupo com intensidade de 40 mW/cm^2 e tempo de 90 segundos apresentou melhor cicatrização que os outros. Os autores observaram também que a luz LED promoveu melhores efeitos na aceleração da cicatrização das feridas mecânicas em relação às queimaduras.

Sousa *et al.* (2010) analisaram histologicamente a proliferação de fibroblastos em feridas cutâneas de ratos após aplicação de fototerapia LED. Uma ferida foi criada no dorso de 16 ratos e eles foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos: G0- controle (sem tratamento); G1- LED vermelho (700 nm, 15 mW, $7,46 \text{ mW/cm}^2$, 11 minutos e 8 segundos); G2- LED verde (530 nm, 8 mW, $3,98 \text{ mW/cm}^2$, 20 minutos e 50 segundos); G3- LED azul (460 nm, 22 mW, $10,94 \text{ mW/cm}^2$, 7 minutos e 36 segundos). Em todos os grupos experimentais foi aplicada uma dose de 10 J/cm^2 por sessão durante 7 dias. A análise

estatística demonstrou que a proliferação de fibroblastos aumentou significativamente nos grupos irradiados com LEDs 530 e 700 nm.

Minatel *et al.* (2009), por meio de um estudo aleatorizado, placebo controlado e duplo-cego, testaram um cluster na promoção da cicatrização de úlceras diabéticas de participantes que não respondiam a outras formas de tratamento. O cluster constituiu-se de 32 LEDs na faixa espectral de 890 nm e 4 LEDs de 660 nm totalizando 36 diodos intercalados em uma área de 5 cm². Todas as úlceras foram limpas e tratadas com pomada de sulfadiazina de prata a 1%. Entretanto, o grupo 1 recebeu fototerapia placebo com dose menor que 1 J/cm² e o grupo 2 foi irradiado com dose de 3 J/cm², durante 30 segundos, com potência média de 500 mW e densidade de potência de 100 mW/cm². As úlceras foram avaliadas semanalmente por registros fotográficos e posteriormente, foram analisadas pelo *software* Image J, no qual foi quantificada a área total pela delimitação das bordas e calculado o índice de cicatrização das mesmas. Os resultados demonstraram taxas superiores de granulação e cicatrização das úlceras tratadas com LED comparadas com o placebo.

Do mesmo modo, Caetano *et al.* (2009) analisaram a eficácia da fototerapia com LEDs associada à aplicação diária de sulfadiazina de prata em pacientes com úlceras venosas crônicas. Dividiram as úlceras em três grupos: G1- fototerapia placebo (sonda 1); G2- fototerapia (sonda 2); G3- controle (sem fototerapia), sendo que todas foram tratadas com curativo de sulfadiazina de prata a 1%. A sonda 2 constituiu-se de 4 LEDs de 660 nm e 5 mW combinados com 32 LEDs de 890 nm e 15 mW com uma densidade de potência total de 100 mW/cm². A sonda 1 foi composta da mesma maneira da sonda 2, entretanto, apenas 1 LED de 660 nm foi ativado e teve uma densidade de potência menor que 1 mW/cm². As sondas foram aplicadas durante 30 segundos, 2 vezes por semana, no total de 90 dias. Os resultados mostraram uma redução significativa na área das úlceras tratadas com fototerapia (G2) em relação ao controle (G3) no 30^o, 60^o e 90^o dia. As úlceras que receberam fototerapia placebo (G1) também cicatrizaram mais rápido que o controle (G3), mas somente no 90^o dia, sugerindo que uma baixa dose de luz vermelha pode promover um ligeiro efeito terapêutico a longo prazo.

Silva *et al.* (2009) avaliaram os efeitos dos LEDs no processo de cicatrização de cinco úlceras venosas crônicas e no controle da dor de uma paciente. O protocolo utilizado foi: LED infravermelho (880 nm, dose de 4 J/cm², 40 segundos por ponto) aplicado nas áreas íntegras adjacentes às lesões, com cada ponto distanciando 2 centímetros do outro, seguido pelas aplicações do LED vermelho (630 nm, dose de 6 J/cm², 30 segundos por ponto) na periferia e no leito da ferida, ambos sem contato com a pele, mantendo-se uma distância

máxima de 1 centímetro entre a pele e a ponta da caneta aplicadora. As aplicações foram realizadas 3 vezes por semana, uma vez ao dia, por um período de 4 semanas. Pela análise dos achados clínicos e dos registros fotográficos, foi possível observar diminuição da intensidade da dor, melhora da irrigação local, formação de tecido de granulação e redução da área em todas as lesões ulcerativas.

Siqueira *et al.* (2009) tiveram como objetivo analisar os efeitos da radiação LED na evolução cicatricial e na dor em indivíduo portador de úlceras venosas em ambos os membros inferiores. O membro inferior esquerdo recebeu fototerapia, enquanto o membro direito foi utilizado como controle. A fototerapia consistiu de LEDs com comprimento de onda de 625 nm, dose de 4 J/cm², posicionados a 90° e distantes a 2 centímetros dos 5 pontos da área de tratamento. A aplicação foi realizada por 2 minutos em cada ponto, uma vez por semana, durante 18 sessões. A evolução foi avaliada por meio de registro fotográfico, mensuração da área da úlcera e da dor. Os resultados apontaram mudanças nas características clínicas da lesão em relação ao controle como diminuição da profundidade, desaparecimento da área de necrose, surgimento de tecido cicatricial no leito e nas bordas, diminuição do exsudato e coloração mais clara do leito da ferida. Os autores observaram também diminuição da intensidade da dor após as primeiras aplicações do LED. Concluíram que a terapia com LED é um recurso efetivo no tratamento da úlcera venosa, nos aspectos cicatriciais e na redução da dor.

Alguns autores acreditam que os efeitos analgésicos da luz provavelmente são decorrentes de alterações na condução nervosa e nos genes envolvidos no processo de cicatrização tecidual. Nesse contexto, Vinck *et al.* (2005) conduziram um experimento *in vivo* para medir a condução nervosa do nervo sural de indivíduos saudáveis. O grupo experimental (n = 32) recebeu radiação LED, enquanto o grupo controle (n = 32) foi tratado com radiação placebo. A luz LED de 950 nm foi aplicada com potência de 160 mW e dose de 1,07 J/cm² durante 2 minutos. Os resultados demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, sendo que após aplicação do LED houve um efeito imediato e localizado nas características de condução nervosa, evidenciando o efeito analgésico da luz.

Estudos demonstraram que a dor retarda o processo de cicatrização, devido ao recrutamento de células inflamatórias para o local da lesão (WHELAN *et al.*, 2003). A fotobiomodulação por LED altera a expressão dos genes (receptores de citocinas, interleucina-1, interleucina-10, proteína inflamatória de macrófagos) envolvidos na cicatrização de feridas e, possivelmente, a modulação da dor, reforçando assim o processo de cicatrização (DESMET *et al.*, 2006).

3- MATERIAIS E MÉTODOS

3.1- Desenho do estudo

Trata-se de um estudo experimental do tipo ensaio clínico randomizado, duplo-cego.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais parecer n° ETIC 205/07 de 30/08/2007 (ANEXO 1).

3.2- Amostra

Participantes com presença de trauma mamilar foram recrutadas de forma seqüencial, por conveniência, no Banco de Leite e na Maternidade do Hospital das Clínicas de Belo Horizonte, durante o período de agosto a outubro de 2010.

3.3- Critérios de inclusão e exclusão

Este estudo teve como critérios de inclusão:

- mulheres com diagnóstico de trauma mamilar (rachadura, fissura ou escoriação) em pelo menos um dos mamilos;
- até 5 meses de pós-parto; e
- na faixa etária de 18 a 40 anos.

Os critérios de exclusão consistiram em:

- trauma mamilar com presença de mastite (inflamação da mama);
- idade inferior a 18 anos ou superior a 40 anos;
- história prévia ou presença de patologias malignas;
- fotossensibilidade ou quaisquer reações adversas à exposição à luz solar;
- gestante;
- em uso de outras formas de tratamento para os traumas mamilares; e
- presença de déficit cognitivo.

3.4- Procedimentos

Foram incluídas no estudo 10 participantes com 19 lesões mamilares (rachaduras, fissuras e escoriações), as quais foram esclarecidas quanto à natureza e objetivo do estudo e, após concordarem, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 2).

O estudo foi realizado no Hospital das Clínicas e no Instituto Jenny de Andrade Faria pertencentes à Universidade Federal de Minas Gerais.

3.4.1- Avaliação do estado cognitivo

Após a assinatura do Termo, as participantes foram submetidas por um indivíduo à aplicação da versão brasileira do Mini Exame do Estado Mental (ANEXO 3), proposta por Bertolucci *et al.* (1994) com objetivo de identificar o déficit cognitivo, um dos critérios de exclusão deste estudo.

O teste é um importante instrumento de avaliação do comprometimento cognitivo. Avalia orientação tempo-espacial, memória, cálculo, linguagem e habilidades construtivas. A pontuação varia de 0 a 30 pontos, sendo que valores mais altos indicam melhor desempenho.

3.4.2- Avaliação clínica

Foi realizada uma avaliação clínica para a caracterização da amostra. Dados como identificação pessoal, idade, raça, grau de escolaridade, experiência prévia com amamentação e tempo de puerpério foram coletados.

Além disso, examinou-se o aspecto das mamas (normal ou com sinais clínicos de infecção) e dos mamilos (íntegro ou com presença de trauma mamilar).

3.4.3- Randomização

Após a avaliação clínica, as participantes foram aleatoriamente distribuídas em dois grupos de tratamento, por meio de envelopes selados. A técnica consistiu na colocação de identificações dos grupos de tratamento (A ou B) nos envelopes e em seguida, estes foram lacrados e embaralhados. A quantidade de envelopes foi igual para ambos os grupos. A cada nova participante que entrava no estudo, um envelope era sorteado e aberto.

3.4.4- Grupos de tratamento

As participantes foram randomizadas para um dos dois grupos de tratamento:

A- Grupo experimental: tratamento padrão e fototerapia.

B- Grupo controle: tratamento padrão e fototerapia placebo.

3.5- Tratamento padrão

Consiste de orientações sobre técnica correta e importância da amamentação tais como: posicionamento do bebê e da mãe no momento da amamentação; pega adequada do bebê à mama; como realizar a retirada do bebê da mama; número, duração e intervalos adequados entre as mamadas; leite materno como alimento ideal ao bebê até os 6 meses de idade; não interrupção da amamentação. Além de cuidados com as mamas e os mamilos, a saber: não utilização de cremes, pomadas, sabonete ou qualquer outro produto nos mamilos; aplicação do próprio leite; uso de sutiãs adequados.

Essas informações foram dadas verbalmente na avaliação inicial por um mesmo indivíduo, cegado quanto ao grupo que a participante pertencia. Além disso, as orientações foram reforçadas por um folder educativo (ANEXO 4) entregue a cada uma das participantes.

3.6- Fototerapia

O desenvolvimento do protótipo de fotobiomodulação é parte integrante do projeto de pesquisa FAPEMIG - Edital 021/2007 Pape Subvenção, processo nº 0643-6.01/08, fruto da parceria do Laboratório de Bioengenharia (Labbio) com a empresa Bios Serviços e Comércio Ltda.

O protótipo de fotobiomodulação é constituído por três partes: aplicador, *software* e circuito de controle (FIGURA 3.1).

O aplicador é formado por uma estrutura base e um fuso (FIGURA 3.1A). A primeira foi desenhada de acordo com a anatomia da mama, pois entra em contato com a mama da participante durante a aplicação do protótipo. O fuso contém os cinco diodos emissores de luz e exerce a função de emitir a radiação luminosa. Ele se encaixa na estrutura base por meio de um sistema de rosca. O aplicador possui um suporte (sutiã) que o sustenta durante a aplicação do protótipo.

O *software* é responsável pela interface usuário-protótipo (FIGURA 3.1B). Por meio desse, é possível o usuário configurar os parâmetros da radiação LED como dose (fluência), ciclo de trabalho (*duty cycle*) e densidade de potência (taxa de fluência). O tempo de aplicação é calculado automaticamente em função da dose desejada.

O circuito de controle engloba a parte eletrônica do protótipo (FIGURA 3.1C). Esse é conectado à rede elétrica (127 V), ao computador via conexão USB e ao aplicador. O circuito de controle é responsável por ativar o aplicador a partir dos parâmetros enviados pelo *software*.

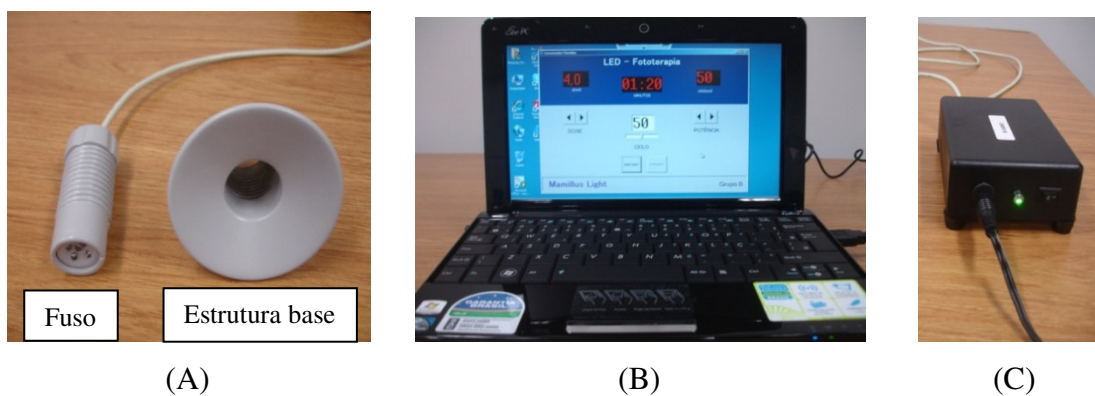


FIGURA 3.1 - Constituição do protótipo: (A) aplicador; (B) *software*; (C) circuito de controle.

Para o estudo duplo-cego foram confeccionados dois dispositivos. Eles apresentaram design idêntico, porém eram diferentes com relação à emissão de radiação. O protótipo do grupo experimental emitia a radiação LED e foi denominado como “A”, enquanto o protótipo do grupo controle não a emitia e foi nomeado como “B” (FIGURA 3.2). Essa informação era desconhecida pelo profissional responsável pela aplicação do protótipo e pelas participantes, sendo que os mesmos não tiveram contato com o fabricante durante o estudo.

Outra maneira para garantir a confiabilidade do estudo, foi a colocação de um LED indicativo de funcionamento nos dois protótipos, que se acendiam durante a aplicação em ambos os grupos (FIGURA 3.2).



FIGURA 3.2 - Protótipo “A” do grupo experimental e protótipo “B” do grupo controle.

Os parâmetros do protótipo foram determinados com base no estudo de Araújo *et al.* (2007). Os autores tiveram como objetivo avaliar os efeitos da fototerapia no tratamento dos traumas mamilares. A fototerapia consistiu de LEDs com comprimento de onda na faixa do infravermelho (880 - 904 nm), fluência de 400 J/mm^2 , tempo de aplicação de 10 minutos e modo de emissão contínuo. O tratamento foi realizado 3 x por semana, em dias alternados, durante 6 semanas consecutivas. Os resultados mostraram redução estatisticamente significativa do tamanho das lesões mamilares do grupo experimental, que recebeu fototerapia, comparadas com as do grupo controle (sem fototerapia).

Nesse contexto, o fabricante do protótipo deste estudo decidiu permanecer os parâmetros de comprimento de onda e fluência, contudo optou por testar o modo de emissão pulsado. Os parâmetros utilizados para a aplicação do protótipo foram: comprimento de onda da luz de 860 nm, modo de emissão pulsado, frequência de 100 Hz, ciclo de trabalho de 50%, taxa de fluência de 50 mW/cm^2 , fluência de 4 J/cm^2 e tempo de aplicação de 1 minuto e 19 segundos, calculado pelo *software* do protótipo de acordo com a dose selecionada.

Após o indivíduo realizar a assepsia do mamilo com solução fisiológica a 0,9%, a participante vestia o sutiã, e em seguida, aplicava-se o protótipo “A” ou “B”, de acordo com o grupo que ela pertencia (FIGURA 3.3).



FIGURA 3.3 - Aplicação do protótipo de fotobiomodulação.

A aplicação dos protótipos “A” e “B” foi realizada duas vezes por semana durante 8 sessões, sendo que o indivíduo e a participante utilizaram óculos de proteção aos olhos no decorrer do tratamento.

3.7- Avaliação das lesões mamilares e análise das imagens

Registros fotográficos de cada lesão mamilar foram realizados antes da aplicação do protótipo em todas as sessões, durante as 4 semanas de tratamento. As fotografias foram feitas sempre por um mesmo indivíduo, cegado com relação ao grupo que a participante pertencia.

Utilizou-se uma câmera EOS Rebel XS (Canon, EUA), 10.1 megapixels, com lente de 18 x 55 mm. A imagem foi padronizada posicionando-se a participante sentada em uma cadeira, com a câmera montada sobre um tripé e paralela ao mamilo, com uma distância focal de 25 centímetros. As fotos foram tiradas em vista frontal, colocando o paquímetro abaixo da lesão mamilar para padronizar a escala. A temperatura e a umidade relativa do ar dentro da sala foram monitoradas durante todo o procedimento dos registros fotográficos por meio de um termo-higrômetro analógico INCOTERM.

As imagens digitais obtidas foram analisadas pelo *software* Image Analyzer Quantikov, versão 8.12 (PINTO, 2010) para a quantificação da área total das lesões mamilares. Por meio de uma ferramenta do *software*, foram definidas as margens de cada lesão e automaticamente foi calculada a sua área total (FIGURA 3.4).

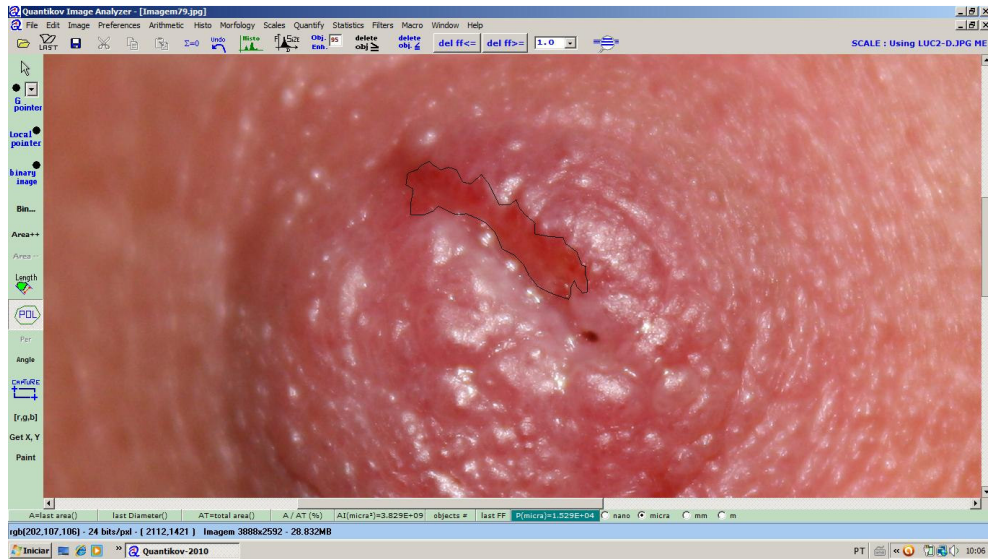


FIGURA 3.4 - Delimitação das margens da lesão mamilar pelo *software* Quantikov.

A identificação da área das lesões mamilares foi auxiliada por um obstetra da maternidade Sophia Feldman (Dr. Edson Borges de Souza), especialista em casos de traumas mamilares. O profissional foi cegado quanto ao grupo que a imagem da lesão pertencia.

Foi calculada também a cicatrização de cada lesão do mamilo pelo *software* Excel. A cicatrização refere-se à diminuição da área da lesão em relação ao dia zero (ROBSON *et al.*, 2000), conforme expresso na EQUAÇÃO 3.1:

$$\frac{\text{Área (dia 0)} - \text{Área (dia } x)}{\text{Área (dia 0)}} \times 100\% \quad (3.1)$$

3.8- Avaliação da dor

A intensidade da dor foi mensurada pela Escala Visual Numérica (EVN), sendo aplicada a cada sessão de tratamento - pré e pós aplicação do protótipo. A escala foi aplicada sempre por um mesmo profissional que era cegado para o grupo que a participante pertencia.

A EVN é uma medida subjetiva da dor e geralmente é uma linha pontuada de 0 a 10, em que zero representa ausência de dor e dez o nível algico mais alto (ANEXO 5). Circula-se, na linha, o ponto que melhor descreve a intensidade da dor a ser avaliada (SAKATA *et al.*, 2003).

3.9- Análise estatística

A caracterização das participantes do estudo foi realizada por meio de estatística descritiva. A amostra foi caracterizada em relação à idade, raça, escolaridade, tempo de puerpério (pós-parto), experiência prévia com amamentação, tipo de lesão mamilar e área inicial da lesão.

As variáveis área da lesão mamilar e intensidade da dor foram analisadas pelo teste Anderson-Darling e não apresentaram uma distribuição normal. Dessa forma, utilizou-se a mediana, uma medida adequada para distribuições assimétricas e os seguintes testes não paramétricos: Wilcoxon e correlação de Spearman (para análise intra-grupo) e Mann-Whitney (para análise inter-grupo) (SOARES; SIQUEIRA, 2002).

O teste de Wilcoxon compara as medianas entre o início e o final do tratamento de cada participante para todos os grupos. A correlação de Spearman verifica se há relação entre duas variáveis e o teste de Mann-Whitney compara dois grupos independentes por meio das medianas dos tratamentos (SOARES; SIQUEIRA, 2002).

O nível de significância considerado em todas as análises foi $\alpha = 95\%$ e os *softwares* utilizados foram MINITAB 14 e SPSS 12.0.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Trinta participantes puérperas com presença de trauma mamilar foram recrutadas de forma seqüencial, no período de agosto a outubro de 2010, entretanto apenas 10 completaram o estudo (FIGURA 4.1).

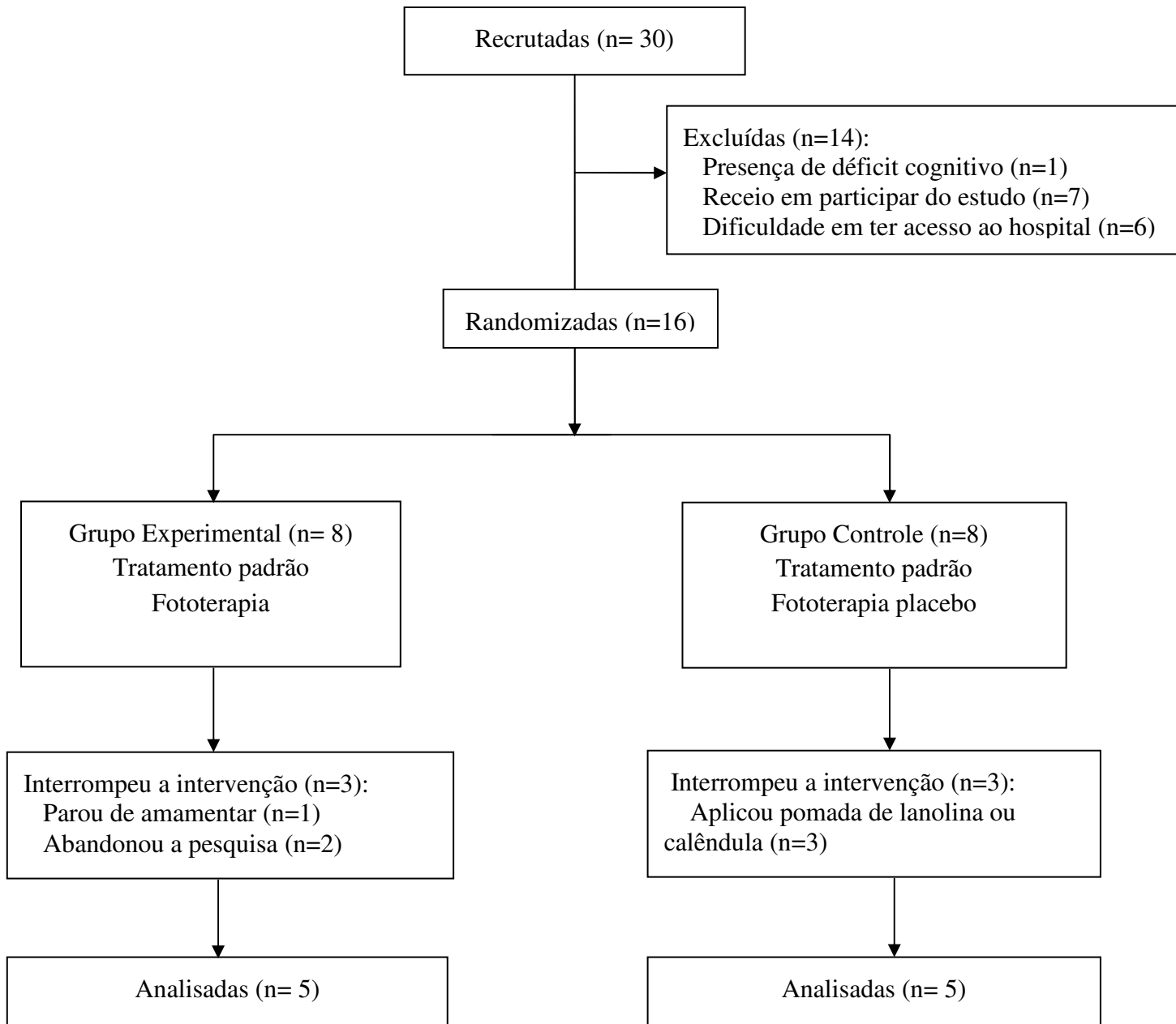


FIGURA 4.1 - Fluxograma de randomização de participantes.

As características das participantes dos grupos experimental e controle com relação à idade, raça, escolaridade, tempo de puerpério (pós-parto) e experiência prévia com amamentação estão representadas na TABELA 4.1, enquanto o tipo de lesão mamilar e a área inicial estão descritos na TABELA 4.2. Não há diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos com relação à área inicial das lesões (teste de Mann-Whitney: $p = 0,21$).

TABELA 4.1 - Características das participantes.

Participante	Idade (anos)	Raça	Escolaridade	Puerpério (dias)	Experiência prévia com amamentação
Grupo Experimental					
1	40	Branca	3 grau	11	Sim
2	30	Branca	2 grau	24	Não
3	40	Branca	2 grau	4	Sim
4	32	Parda	2 grau	4	Sim
5	29	Branca	3 grau	46	Não
Grupo Controle					
1	36	Branca	2 grau	2	Sim
2	32	Branca	2 grau	8	Não
3	20	Parda	1 grau	4	Não
4	25	Parda	2 grau	7	Sim
5	35	Parda	3 grau	4	Sim

TABELA 4.2 - Tipo e área inicial das lesões mamilares de cada participante.

Participante	Tipo de lesão mamilar		Área inicial da lesão (mm ²)
Grupo Experimental			
1	Mamilo direito	escoriação	48,0
	Mamilo esquerdo	escoriação	24,9
2	Mamilo direito	fissura	1,9
	Mamilo esquerdo	fissura	1,2
3	Mamilo direito	escoriação	19,6
	Mamilo esquerdo	escoriação	32,1
4	Mamilo direito	rachadura e escoriação	95,3
	Mamilo esquerdo	escoriação	36,8
5	Mamilo direito	sem lesão	0,0
	Mamilo esquerdo	fissura	3,0
Grupo Controle			
1	Mamilo direito	escoriação	31,8
	Mamilo esquerdo	escoriação	30,2
2	Mamilo direito	rachadura	1,7
	Mamilo esquerdo	rachadura	2,1
3	Mamilo direito	escoriação	51,5
	Mamilo esquerdo	escoriação	44,4
4	Mamilo direito	fissura e escoriação	20,5
	Mamilo esquerdo	fissura e escoriação	27,3
5	Mamilo direito	escoriação	35,2
	Mamilo esquerdo	rachadura e escoriação	93,8

Um objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do protótipo de fotobiomodulação na cicatrização dos traumas mamilares. A análise estatística intra-grupo, utilizando a correlação de Spearman, indicou que há relação entre a sessão e a área da lesão ($p = 0,00$). Para o grupo experimental foi encontrada uma correlação de $-0,50$ e para o grupo controle foi achada $-0,42$. A correlação é negativa, demonstrando que com o aumento das sessões, a área da lesão mamilar tende a reduzir tanto no grupo experimental quanto no controle.

O resultado pode ser justificado pelo fato que os dois grupos receberam como tratamento padrão orientações sobre técnica correta de amamentação e cuidados com o mamilo. A prática dessas orientações possibilita a eliminação dos principais fatores causais, como o posicionamento e a pega inadequados da criança (WEIGERT, 2004).

A análise estatística inter-grupo, por meio do teste de Mann-Whitney, demonstrou uma diferença significativa entre eles ($p = 0,00$). A diferença é perceptível ao comparar a redução da área das lesões mamilares em relação à área inicial dos dois grupos, principalmente nas primeiras sessões. O grupo experimental apresentou uma redução de aproximadamente 83% na sessão 2, ao passo que a redução do grupo controle foi de aproximadamente 16% (FIGURA 4.2).

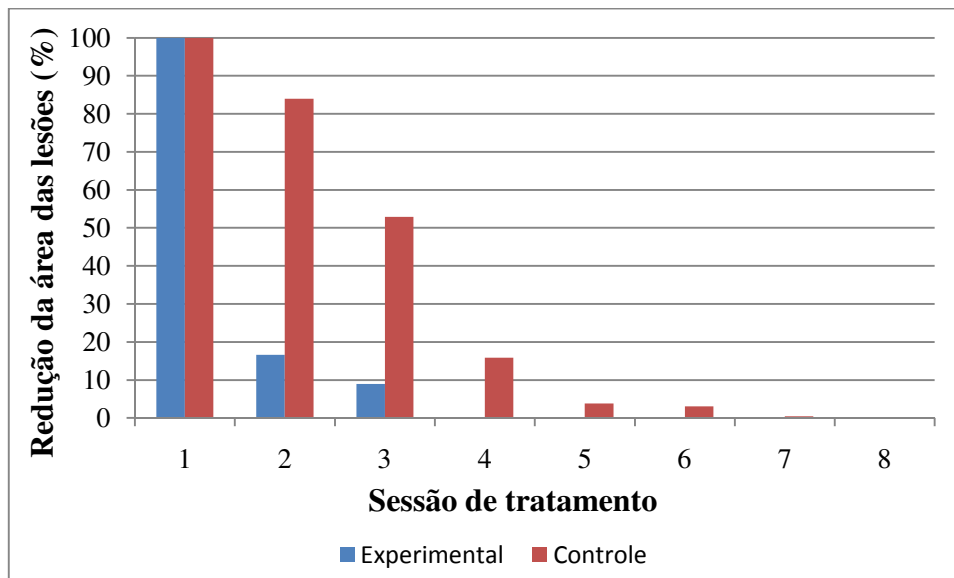


FIGURA 4.2 - Redução da área das lesões mamilares no decorrer do tratamento.

Na FIGURA 4.3 é demonstrada a evolução das lesões mamilares nos dois grupos, especificamente nas sessões 1, 4 e 8. As FIGURAS 4.3A, 4.3B, 4.3C representam uma participante do grupo experimental, enquanto as FIGURAS 4.3D, 4.3E, 4.3F reproduzem uma participante do grupo controle. Percebe-se que a participante do grupo experimental apresentou fechamento completo da lesão mamilar na 4ª sessão de tratamento (FIGURA 4.3B) enquanto a participante do grupo controle demonstrou na 8ª sessão (FIGURA 4.3F).

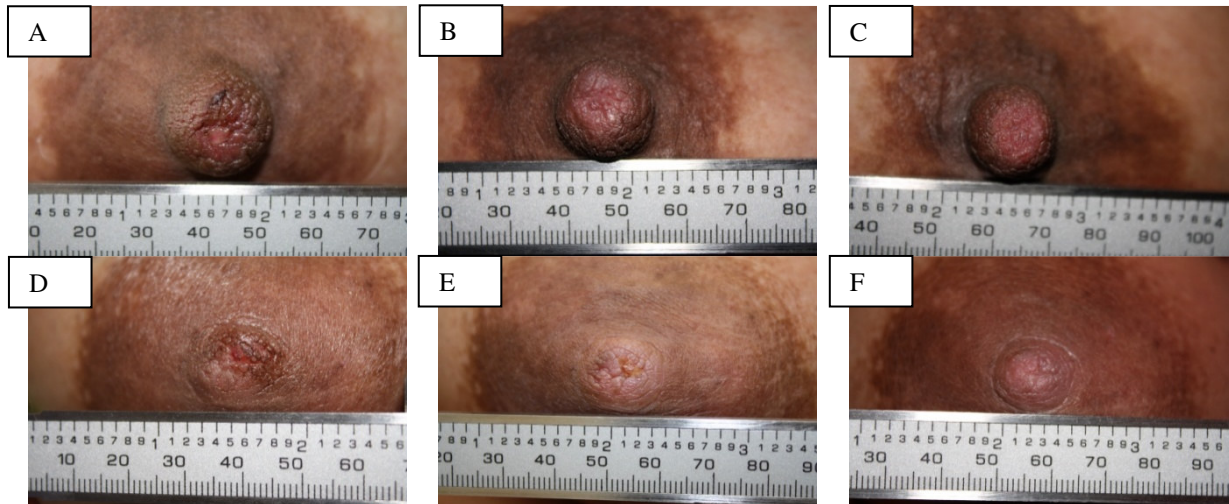


FIGURA 4.3 - Imagem comparativa das lesões mamilares nos dois grupos.

A cicatrização das lesões mamilares resultou em 100% nos dois grupos ao final do tratamento, o que significa que ambos apresentaram cicatrização completa (FIGURA 4.4). Contudo, nas primeiras sessões, as lesões mamilares do grupo experimental tratadas com fototerapia à base de LEDs cicatrizaram mais rapidamente que as do grupo controle tratadas com fototerapia placebo. Nas demais sessões, a fototerapia à base de LEDs não teve efeitos significantes, pois provavelmente as células atingiram um estado redox ótimo. Nesse estado de equilíbrio, as células não respondem ao tratamento com fototerapia (KARU, 1999).

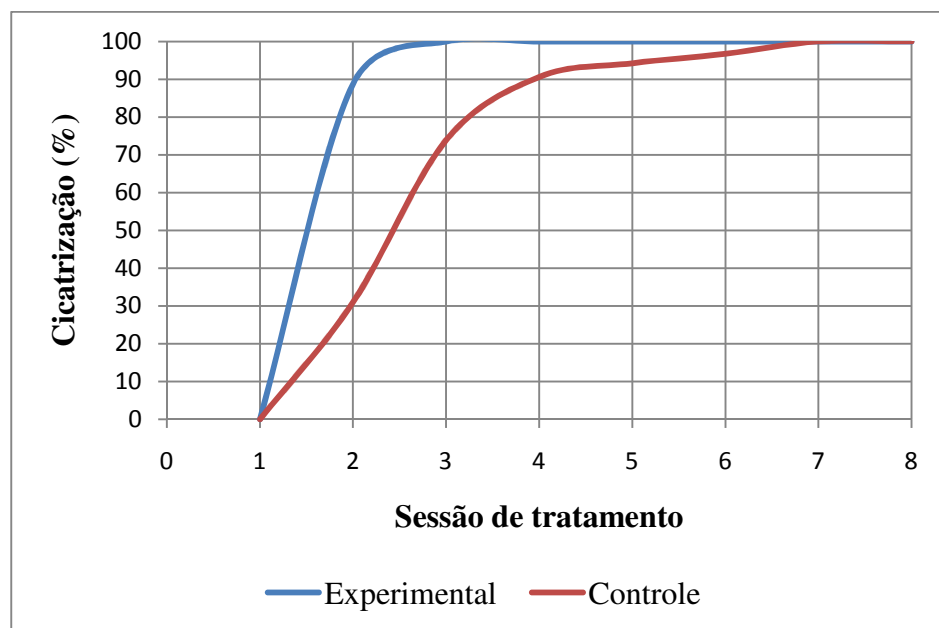


FIGURA 4.4 - Cicatrização das lesões mamilares em cada grupo.

Os resultados estão de acordo com a literatura, a qual aponta que a fototerapia com LEDs acelera a cicatrização de feridas (WHELAN *et al.*, 2003; ERDLE *et al.*, 2008; SIQUEIRA *et al.*, 2009; CAETANO *et al.*, 2009; MINATEL *et al.*, 2009). A aceleração deve-se aos efeitos fisiológicos da luz, dentre os quais destacam-se: estimulação da síntese de ATP, aumento da proliferação de fibroblastos, da produção de colágeno e estimulação da angiogênese (KARU, 2003; CORAZZA *et al.*, 2007, SOUSA *et al.*, 2010).

Cabe ressaltar que o fato da luz promover um processo de cicatrização mais rápido beneficia a prática da amamentação. A mãe apresenta menor intensidade ou ausência de dor, sentindo prazer ao amamentar, e como consequência, não ocorre o desmame precoce. Segundo Akkuzu e Taskin (2000), trauma mamilar e dor são complicações associadas com a amamentação, considerados entre os fatores mais significativos que impactam na manutenção da amamentação nas primeiras semanas de maternidade.

Outro objetivo deste estudo foi analisar os efeitos do protótipo de fotobiomodulação na diminuição da dor decorrente dos traumas mamilares. Na TABELA 4.3, mostra-se a mediana da intensidade da dor, mensurada pela Escala Visual Numérica, a cada sessão de tratamento nos grupos experimental e controle.

TABELA 4.3 - Intensidade da dor ao longo das sessões em cada grupo.

Sessão	Grupo Experimental		Grupo Controle	
	Mediana	Δ (Diferença mediana)	Mediana	Δ (Diferença mediana)
1	7,5	-1	5,0	0
2	6,0	-1	5,0	0
3	6,0	0	4,0	0
4	4,0	-1	4,0	0
5	3,5	-0,5	1,5	0
6	1,5	-2	0,0	0
7	0,5	-1	0,0	0
8	0,0	-1	0,0	0

Percebe-se que ocorreu redução da dor com o aumento das sessões tanto para o grupo experimental quanto para o grupo controle. A diminuição da intensidade da dor pode estar relacionada à retirada dos fatores causais com o tratamento base, propiciando uma evolução favorável ao fechamento das lesões mamilares, o que indiretamente reduziu os níveis algícos.

Os valores na coluna “diferença mediana” da TABELA 4.3 demonstram a diferença entre a mediana dos valores (da EVN) pós-aplicação e a mediana dos valores pré-aplicação. Para o grupo controle, a diferença mediana é igual a zero, ou seja, não existe

diferença entre a dor no início e ao final da sessão. Já para o grupo experimental, existe uma diferença negativa, ou seja, o valor da dor ao final da sessão era menor que no início. Pode-se observar que a fototerapia com LED promove uma analgesia após a sua aplicação. Esses achados corroboram com outros estudos que relatam os efeitos analgésicos da radiação LED (EELLS *et al.*, 2004; TAKEZAKI *et al.*, 2006).

As análises estatísticas confirmaram o efeito da radiação LED na diminuição da dor. Os resultados do teste de Wilcoxon indicaram que não há diferença significativa entre a medida da dor antes e depois do tratamento no grupo controle ($p = 0,14$), por outro lado, apontaram uma redução significativa da dor com o tratamento no grupo experimental ($p = 0,00$). A análise inter-grupo demonstrou que houve diferença significativa entre eles (teste de Mann-Whitney: $p = 0,03$). Os efeitos fisiológicos que justificam a analgesia promovida pela luz envolvem alterações na condução nervosa e nos genes envolvidos no processo de cicatrização tecidual (VINCK *et al.*, 2005; DESMET *et al.*, 2006).

Para que a terapia com LED de baixa intensidade possa surtir efeitos positivos, é fundamental um protocolo de aplicação. Efeitos biológicos dependem dos parâmetros da irradiação, tais como comprimento de onda, fluência, tempo de irradiação e modo de emissão. Além disso, clinicamente, fatores como o número de sessões e a duração total do tratamento devem ser considerados (BAROLET, 2008). Pelos resultados observados, pode-se afirmar que o protocolo utilizado neste estudo promoveu efeitos cicatrizantes e analgésicos.

No que se refere às características do protótipo de fotobiomodulação, ele proporcionou conforto às participantes, pois foi desenhado respeitando o formato anatômico da mama. O protótipo demonstrou ser prático no seu transporte e manipulação, além de facilidade na sua higienização. O seu suporte apresentou boa adaptação, mantendo-se fixo durante todo o período de aplicação.

5- CONCLUSÕES

O protótipo de fotobiomodulação na faixa espectral do infravermelho próximo foi validado neste estudo utilizando a metodologia desenvolvida.

O protótipo foi eficaz no fechamento das lesões mamilares, promovendo a aceleração do processo de cicatrização nas lesões do grupo experimental em relação ao grupo controle.

O protótipo apresentou efeitos satisfatórios no controle da dor decorrente dos traumas mamilares. Após a aplicação do protótipo, as participantes do grupo experimental sentiam alívio da dor, sendo que o mesmo não ocorreu no grupo controle.

6- SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O presente estudo poderá contribuir para o desenvolvimento de trabalhos futuros. Algumas sugestões estão descritas abaixo.

Aplicar a fototerapia à base de LEDs em períodos de tratamento mais curtos e aumentar a frequência das sessões. A aceleração da cicatrização das lesões mamilares foi observada nas primeiras sessões de tratamento com a fototerapia, sendo assim, a reavaliação do protocolo deve ser considerada.

Verificar os efeitos do tratamento padrão nos traumas mamilares. Os dois grupos deste estudo apresentaram redução da área das lesões mamilares com o aumento das sessões. Seria relevante realizar um estudo no qual um grupo receberia somente o tratamento padrão, ou seja, orientações sobre técnica correta de amamentação e cuidados com o mamilo; o segundo receberia tratamento padrão e fototerapia com LEDs; e o terceiro grupo seria submetido a tratamento padrão e fototerapia placebo.

Analisar os efeitos da radiação LED como terapia coadjuvante no tratamento dos traumas mamilares. Como as participantes sentem necessidade de aplicar algum produto sobre o mamilo lesado, poderia conduzir um estudo com dois grupos de tratamento. O grupo experimental receberia aplicação de pomada de lanolina ou calêndula somada à fototerapia com LEDs, enquanto no controle seria aplicada a pomada e fototerapia placebo.

Avaliar a eficácia de um protótipo que utiliza diodos emissores de luz com comprimento de onda na faixa espectral do vermelho na cicatrização das lesões características dos traumas mamilares. Por meio deste estudo, foram obtidos resultados satisfatórios na faixa espectral do infravermelho próximo. Seria interessante compará-los com o vermelho, também situado dentro da janela terapêutica (630 a 905 nm).

Comparar os efeitos da radiação LED com a radiação LASER utilizando parâmetros similares no tratamento de participantes com traumas mamilares.

Mensurar a intensidade da dor utilizando outro método, visto que essa é uma variável subjetiva. A escala de faces, por exemplo, poderia facilitar a compreensão da participante com relação ao nível de dor que está sentindo.

Verificar a validade dos resultados encontrados, aplicando a metodologia utilizada em um maior número de participantes, uma vez que uma limitação deste trabalho foi o tamanho da amostra.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABLA, L.E.F.; ISHIZUKA, M.M.A. Fisiopatologia das Feridas. In: FERREIRA, L.M. *Manual de cirurgia plástica*. São Paulo: Atheneu, 1995.
- ABRÃO, A.C.F.V.; MARANHÃO, A.M.S.A. Educação e assistência à mulher no ciclo gravídico-puerperal com vistas ao aleitamento materno. *Acta Paul. Enf.*, v.4, n. 2/4, p.20-27, 1991.
- AGNOL, M.A.D.; NICOLAU, R.A.; LIMA, C.J.; MUNIN, E. Comparative analysis of coherent light action (laser) versus non-coherent light (light-emitting diode) for tissue repair in diabetic rats. *Lasers Med. Sci.*, v.24, p.909-916, 2009.
- AKKUZU, G.; TASKIN, L. Impacts of breast-care techniques on prevention of possible postpartum nipple problems. *Professional Care Mother Child*, v.10, p.41, 2000.
- ALMEIDA, J.A.G. *Amamentação: um híbrido natureza-cultura*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1999.
- AL-WATBAN, F.A.H.; ANDRES, B.L. Polychromatic LED in oval full-thickness wound healing in non-diabetic and diabetic rats. *Photomedicine and Laser Surgery*, v.24, n.1, p.10-16, 2006.
- ARAÚJO, A.R.; SALEME, C.S.; CORRÊA, M.F.S.; DEL VECCHIO, S.; PINOTTI, M. Development of a LED cluster device able to treat mammilla injury emitting in the infrared wavelength. In: *19th International Congress of Mechanical Engineering*, 2007.
- BALL, T.M.; BENETT, D.M. The economic impact of breastfeeding. *Pediatr. Clin. North. Am.*, v.48, n.1, p.253-62, 2001.
- BAROLET, D. Light-Emitting Diodes (LEDs) in Dermatology. *Semin. Cutan. Med. Surg.*, v.27, p.227-238, 2008.
- BERNIER, M.O.; PLUBUREAU, G.; BOSSARD, N.; AYZAC, L.; THALABARD, J.C. Breastfeeding and risk of breast cancer: a meta-analysis of published studies. *Hum. Reprod. Update*, v.6, n.4, p.374-386, 2000.
- BERTOLUCCI, P.H.; BRUCKI, S.M.; CAMPACCI, S.; JULIANO, Y. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arq. Neuropsiquiatr.*, v.52, n.1, p.1-7, 1994.
- BIANCUZZO, M. *Sore nipples: prevention and problem solving*. Herndon: WMC Worldwide Publishing, 2000.
- BROWN, M.; MARTIN, G.; JONES, S.; AKOMEAH, F. Dermal and transdermal drug delivery systems: current and future prospects. *Drug Delivery*, v.13, n.3, p.175-187, 2006.

CAETANO, K.S.; FRADE, M.A.; MINATEL, D.G.; SANTANA, L.A.; ENWEMEKA, C.S. Phototherapy improves healing of chronic venous ulcers. *Photomed. Laser Surg.*, v.27, n.1, p.111-118, 2009.

CARVALHO, M.R.; TAMEZ, R.N. *Amamentação: bases científicas*. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

CASALECHI, H.L.; NICOLAU, R.A.; CASALECHI, V.L.; SILVEIRA, L.Jr.; DE PAULA, A.M.B.; PACHECO, M.T.T. The effects of low-level light emitting diode on the repair process of Achilles tendon therapy in rats. *Lasers Med. Sci.*, v.24, n.4, p.659-665, 2009.

CESARETTI, I.U.R. Processo fisiológico de cicatrização da ferida. *Pelle Sana*, v.2, p.10-12, 1998.

CHUA, S.; ARULKUMARAN, S.; LIM, I.; SELAMAT, N.; RATNAM, S.S. Influence of breastfeeding and nipple stimulation on postpartum uterine activity. *Br. J. Obstet. Gynecol.*, v.101, p.804-805, 1994.

CLARK, C.; BRYDEN, A.; DAWE, R. Topical 5-aminolaevolinic acid photodynamic therapy for cutaneous lesions: outcome and comparison of light sources. *Photodermatol. Photoimmunol. Photomed.*, v.19, p.134-141, 2003.

COCA, K.P. *Traumas mamilares: estudo dos fatores associados*. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2005.

COCA, K.P.; ABRÃO, A.C.F.V. Avaliação do efeito da lanolina na cicatrização dos traumas mamilares. *Acta Paul. Enferm.*, v.21, n.1, p.11-16, 2008.

COCA, K.P.; GAMBA, M.A.; SILVA, R.S.; ABRÃO, A.C.F.V. Fatores associados ao trauma mamilar na maternidade. *J. Pediatr. (Rio J)*, v.85, n.4, p.341-345, 2009.

CONDE, V.S.; OKASAKI, E.L.F.J. Fatores de risco para desmame precoce: proposta para intervenções de enfermagem. *Rev. Enferm. UNISA*, v.6, p.104-108, 2005.

CORAZZA, A.V.; JORGE, J.; KURACHI, C.; BAGNATO, V.S. Photobiomodulation on the angiogenesis of skin wounds in rats using different light sources. *Photomedicine and Laser Surgery*, v.25, n.2, p.102-106, 2007.

DENEGAR, C.R. *Modalidades Terapêuticas para Lesões Atléticoas*. São Paulo: Manole, 2003.

DESMET, K.D.; PAZ, D.A.; CORRY, J.J.; EELLS, J.T.; WONG-RILEY, M.T.T.; HENRY, M.M.; BUCHMANN, E.V.; CONNELLY, M.P.; DOVI, J.V.; LIANG, H.L.; HENSHEL, D.S.; YEAGER, R.L.; MILLSAP, D.S.; LIM, J.; GOULD, L.J.; DAS, R.; JETT, M.; HODGSON, B.D.; MARGOLIS, D.; WHELAN, H.T. Clinical and experimental applications of NIR-LED photobiomodulation. *Photomedicine and Laser Surgery*, v.24, n.2, p.121-128, 2006.

EELLS, J.T.; WONG-RILEY, M.T.T.; VERHOEVEC, J.; HENRYD, M.; BUCHMANE, E.V.; KANEE, M.P.; GOULDF, L.J.; DASG, R.; JETTG, M.; HODGSONH, B.D.;

MARGOLISI, D.; WHELAN, H.T. Mitochondrial signal transduction in accelerated wound and retinal healing by near-infrared light therapy. *Mitochondrion*, v.4, p.559-567, 2004.

EGLASH, A.; MONTGOMERY, A.; WOOD, J. Breastfeeding. *Dis. Mon.*, June, p. 343-411, 2008.

ERDLE, B.J.; BROUXHON, S.; KAPLAN, M.; VANBUSKIRK, J.A.; PENTLAND, A.P. Effects of continuous-wave (670-nm) red light on wound healing. *Dermatol. Surg.*, v.34, n.3, p.320-325, 2008.

FONSECA, R.P.; FERREIRA, V.J.A. Relação da pressão de sucção e da pega de bebês a termo com o aparecimento de fissuras mamilares no processo de amamentação natural. *Rev. CEFAC*, v.6, n.1, p. 49-57, 2004.

FRASER, D.M.; CULLEN, L. Postnatal management and breastfeeding. *Current Obstetrics & Gynaecology*, v.16, p.65-71, 2006.

GIUGLIANI, E.R.J. O aleitamento materno na prática clínica. *J. Pediatr. (Rio J)*, v.76, supl.3, p. S238-S252, 2000.

GIUGLIANI, E.R.J. Falta embasamento científico no tratamento dos traumas mamilares. *Jornal de Pediatria*, v. 79, n.3, p.197-198, 2003.

GIUGLIANI, E.R.J. Problemas comuns na lactação e seu manejo. *J. Pediatr. (Rio J)*, v.80, supl.5, p.S147-S154, 2004.

GONÇALVES, A.C. *Crenças e práticas da nutriz e seus familiares no aleitamento materno*. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Escola de Enfermagem, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

HAMOSH, M. Bioactive factors in human milk. *Pediatr. Clin. North Am.*, v.48, n.2, p.69-86, 2001.

HILL, P.D.; HUMENICK, S.S. The occurrence of breast engorgement. *J. Hum. Lact.*, v.10, p.79-86, 1994.

KARU, T.I.; KALENDU, G.S.; LETOKHOV, V.S. Control of RNA synthesis rate in tumor cells HeLa by action of low-intensity visible light of copper laser. *Lett. Nuov. Cim.*, v.32, n.2, p. 55-59, 1981.

KARU, T.I. Special issue papers photobiological fundamentals of low-power laser. *IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS*, v.QE-23, n.10, 1987.

KARU, T.I. Molecular mechanism of the therapeutic effect of low intensity laser radiation. *Lasers Life Sci.*, v.2, p.53-74, 1988.

KARU, T.I.; TIPHLOVA, O.A.; MATVEYETS, YU. A.; YARTSEV, A.P.; LETOKHOV, V.S. Comparison of the effects of visible femtosecond laser pulses and continuous wave laser radiation of low average intensity on the clonogenicity of Escherichia coli. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.*, v.10, p.339, 1991.

KARU, T.I.; ANDREICHUK, T.; AND RYABYKH, T. Changes in oxidative metabolism of murine spleen following diode laser (660–950nm) irradiation: effect of cellular composition and radiation parameters, *Lasers Surg. Med.*, v.13, p.453, 1993.

KARU, T.I. *The science of low-power laser therapy*. Amsterdam: Gordon & Breach Science, 1998.

KARU, T.I. Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells. *J. Photochem. Photobiol. B.*, v.49, p.1-17, 1999.

KARU, T.I. Low-power laser therapy. In: VO-DINH, T., editor. *Biomedical photonics handbook*. Florida: CRC Press, cap. 48, 2003.

KARU, T.I.; KOLYAKOV, S.F. Exact action spectra for cellular responses relevant to phototherapy. *Photomedicine and Laser Surgery*, v.23, n.4, p. 355-361, 2005.

KARU, T. I.; PYATIBRAT, L.V.; AFANASYEVA, N.I. Cellular effects of low power laser therapy can be mediated by nitric oxide. *Lasers Surg. Med.*, v.36, p.307-314, 2005.

LAMOUNIER, J.A.; MOULIN, Z.S.; XAVIER, C.C. Recomendações quanto à amamentação na vigência de infecção materna. *J. Pediatr. (Rio J)*, v.80, Supl 5, p. S181-S188, 2004.

LAVERGNE, N.A. Does application of tea bugs to sore nipples while breastfeeding provide effective relief? *JOGNN*, v.26, p.53-58, 1997.

LAWRENCE, R.A.; LAWRENCE, R.M. *Breastfeeding: a guide for the medical profession*. 5a ed. St. Louis: Mosby, 1999.

MADISON, K.C. Barrier function of the skin: "la raison d'Être" of the epidermis. *J. Invest. Dermatol.*, v.121, p.231-241, 2003.

MATUHARA, A.M.; NAGANUMA, M. Manual instrucional para aleitamento materno de recém-nascidos pré-termo. *Pediatrics (São Paulo)*, v.28, n.2, p.81-90, 2006.

MELO, S.L. *Amamentação: contínuo aprendizado*. Belo Horizonte: Coopmed, 2005.

MINATEL, D.G.; FRADE, M.A.C.; FRANÇA, S.C.; ENWEMEKA, C.S. Phototherapy promotes healing of chronic diabetic leg ulcers that failed to respond to other therapies. *Lasers Surg. Med.*, v.41, p.433-441, 2009.

MS (Ministério da Saúde). *Prevalência de aleitamento materno nas capitais brasileiras e no Distrito Federal – Relatório Final*. Brasília: Ministério da Saúde, 2000.

MS (Ministério da Saúde). *Como ajudar as mães a amamentar*. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

MS (Ministério da Saúde). *Manual do curso de 18 horas para equipes de maternidades*. Brasília: Ministério da Saúde, 2003.

MS (Ministério da Saúde). *Promovendo o aleitamento materno*. Álbum seriado. 2ª ed., rev. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

MS (Ministério da Saúde). *Saúde da criança - nutrição infantil: aleitamento materno e alimentação complementar*. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

NÓBREGA, F.J. A importância nutricional do leite materno. In: REGO, J.D., editor. *Aleitamento materno*. São Paulo: Atheneu, 2001.

NOVAK, F.R.; ALMEIDA, J.A.G.; SILVA, R.S. Casca de banana: uma possível fonte de infecção no tratamento de fissuras mamilares. *J. Pediatr. (Rio J)*, v.79, p.221-226, 2003.

PAGE, T.; LOCKWOOD, C.; GUEST, K. Management of nipple pain and/or trauma associated with breast-feeding. *JBI Reports*, v.1, p.127-147, 2003.

PEREIRA, M.J.B.; REIS, M.C.G.; SHIMO, A.K.K.; NAKANO, A.M.S.; HECK, A.R. *Manual de procedimentos: prevenção e tratamento das intercorrências mamárias na amamentação*. Secretaria Municipal da Saúde, Núcleo de Aleitamento Materno da EERP-USP, SUS, 1998.

PINTO, L.C. Quantikov Image Analyzer (Programa de Computador). Version 8.12. Belo Horizonte, 2010.

PRACHNIAK, G.K. Common breastfeeding problems. *Obstetrics And Gynecology Clinics Of North America*, v.29, n.1, p.77-88, 2002.

RIBEIRO, M.S.; ZECELL, D. M.P. Laser de baixa intensidade. In: GUTKNECHT, N; EDUARDO, C. P. *A Odontologia e o laser - Atuação do laser na especialidade odontológica*. 1ª ed. São Paulo: Quintessence Editora, cap.5, p. 217-236, 2004.

ROBSON, M.C.; HILL, D.P.; WOODSKE, M.E.; STEED, D.L. Wound healing trajectories as predictors of effectiveness of therapeutic agents. *Arch. Surg.*, v.135, p.773-777, 2000.

SAKATA, R.K.; HISATUGO, M.K.I.; AOKI, S.S.; VLAINICH, R.; ISSY, A.M. Avaliação da dor. In: CAVALCANTI, I.L.; MADDALENA, M.L, editores. *Dor*. Rio de Janeiro: SAERJ, 2003.

SCANLON, V.C.; SANDERS, T. *Essentials of anatomy and physiology*. Philadelphia: F.A. Davies Company, 2007.

SCHUBERT, E.F. *Light Emitting Diodes*. New York: Cambridge University Press, 2003.

SILVA, C.L.B.S. *Skin structure and drug permeation*. Tese (Doutorado em Farmácia: Tecnologia Farmacêutica) – Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2008.

SILVA, F.S.; FREITAS, M.M.; CHAVES, M.L.G.; CHAVES, M.E.A.; ARAÚJO, A.R. Avaliação dos efeitos clínicos da fototerapia em úlceras venosas. *Fisioterapia Brasil*, v.10, n.3, p.215-219, 2009.

SIQUEIRA, C.P.C.M.; FILHO, D.O.T.; LIMA, F.M.; SILVA, F.P.; DURANTE, H.; DIAS, I.F.L.; DUARTE, J.L.; KASHIMOTO, R.K.; CASTRO, V.A.B. Efeitos biológicos da luz: aplicação de terapia de baixa potência empregando LEDs (Light Emitting Diode) na cicatrização da úlcera venosa: relato de caso. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v.30, n.1, p.37-46, 2009.

SMITH, J.W.; TULLY, M.R. Midwifery management of breastfeeding: using the evidence. *Journal of Midwifery & Women's Health*, v.46, n.6, p. 423-438, 2001.

SOARES, J.F.; SIQUEIRA, A.L. *Introdução à Estatística Médica*. Belo Horizonte: Coopmed Editora Médica, 2002.

SOLEAR, A.M.; ANGELL-PETERSEN, E.; WARLOE, T. Photodynamic therapy of superficial basal cell carcinoma with 5-aminolevulinic acid with dimethylsulfoxide and ethylenediaminetetraacetic acid: a comparison of two light sources. *Photochem. Photobiol.*, v.71, p.724-729, 2000.

SOUSA, A.P.C.; SANTOS, J.N.; REIS, J.A.; RAMOS, T.A.; SOUZA, J.; CANGUSSU, M.C.T.; PINHEIRO, A.L.B. Effect of LED phototherapy of three distinct wavelengths on fibroblasts on wound healing: a histological study in a rodent model. *Photomedicine and Laser Surgery*, v.28, n. 4, p. 547-552, 2010.

TAIT, P. Nipple pain in breastfeeding women: causes, treatment, and prevention strategies. *J. Midwifery Women's Health*, v.45, p.197-201, 2000.

TAKEZAKI, S.I.; OMI, T.; SATO, S.; KAWANA, S. Light-emitting diode phototherapy at 630 ± 3 nm increases local levels of skin-homing T cells in human subjects. *J. Nippon Med. Sch.*, v.73, n.2, p.75-81, 2006.

VINCK, E.M.; CAGNIE, B.J.; CORNELISSEN, M.J.; DECLERCQ, H.A.; CAMBIER, D.C. Increased fibroblast proliferation induced by light emitting diode and low power laser irradiation. *Lasers Med. Sci.*, v.18, p.95-99, 2003.

VINCK, E.; COOREVITS, P.; CAGNIE, B.; DE MUYNCK, M.; VANDERSTRAETEN, G.; CAMBIER, D. Evidence of changes in sural nerve conduction mediated by light emitting diode irradiation. *Lasers Med. Sci.*, v.20, n.1, p.35-40, 2005.

VINCK, E.M.; CAGNIE, B.J.; COOREVITS, P.; VANDERSTRAETEN, G.; CAMBIER, D.C. Pain reduction by infrared light-emitting diode irradiation: a pilot study on experimentally induced delayed-onset muscle soreness in humans. *Lasers Med. Sci.*, v.21, p.11-18, 2006.

WEIGERT, E.M.L. *Influência da técnica de amamentação sobre o aleitamento materno exclusivo e traumas mamilares*. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas: Pediatria) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

WEIGERT, E.M.L.; GIUGLIANI, E.R.; FRANÇA, M.C.; OLIVEIRA, L.D.; BONILHA, A.; DO ESPÍRITO SANTO, L.C.; KOHLER, C.V.F. Influência da técnica de amamentação nas frequências de aleitamento materno exclusivo e lesões mamilares no primeiro mês de lactação. *J. Pediatr. (Rio J)*, v.81, p.310-316, 2005.

WEISS, R.A.; MCDANIEL, D.H.; GERONEMUS, R.G.; WEISS, M.A. Clinical trial of a novel non-thermal LED array for reversal of photoaging: clinical, histologic and surface profilometric results. *Lasers in Surgery and Medicine*, v.36, p.85-91, 2005.

WHELAN, H.T.; HOULE, J.M.; DONOHOE, D.L.; BAJIC, D.M.; SCHMIDT, M.H.; REICHERT, K.W.; WEYENBERG, G.T.; LARSON, D.L.; MEYER, G.A.; CAVINESS, J.A. Medical applications of space Light-Emitting Diode technology-space station and beyond. *Space Tech. & App. Pizt Forum*, v.458, p.3-15, 1999.

WHELAN, H.T.; SMITS, R.L.; BUCHMAN, E.V.; WHELAN, N.T.; TURNER, S.G.; MARGOLIS, D.A.; CEVENINI, V.; STINSON, H.; IGNATIUS, R.; MARTIN, T.; CWIKLINSKI, J.; PHILIPPI, A.F.; GRAF, W.R.; HODGSON, B.; GOULD, L.; KANE, M.; CHEN, G.; CAVINESS, J. Effect of NASA light-emitting diode irradiation on wound healing. *J. Clin. Laser Med. Surg.*, v.19, n. 6, p.305-314, 2001.

WHELAN, H.T., BUCHMAN, E.V., DHOKALIA, A., KANE, M.P., WHELAN, N.T., WONG-RILEY, M.T.T., EELLS, J.T., GOULD, L.J., HAMMAMIEH, R., DAS, R., JETT, M. Effect of NASA light-emitting diode irradiation on molecular changes for wound healing in diabetic mice. *J. Clin. Laser Med. Surg.*, v.21, p.67-74, 2003.

WHO (World Health Organization). *Indicators for assessing breastfeeding practices*. Geneva: World Health Organization, 1991.

WHO (World Health Organization). *Evidence for the ten steps to successful breastfeeding*. Geneva: World Health Organization, 1998.

WHO (World Health Organization). *Infant and young child feeding. Model chapter for textbooks for medical students and allied health professionals*. Geneva: World Health Organization, 2009.

WICKETT, R.; VISSCHER, M. Structure and function of the epidermal barrier. *Am. J. Infect. Control*, v.34, n.10, p.S98-S110, 2006.

YEH, N.G.; CHUNG, JP. High-brightness LEDs - energy efficient lighting sources and their potential in indoor plant cultivation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.13, p.2175-2180, 2009.

YEH, N.G.; WU, C.; CHENG, T.C. Light-emitting diodes - their potential in biomedical applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.14, p. 2161-2166, 2010.

ZORZI, N.T. *Práticas utilizadas pelas puérperas para a resolução dos problemas mamários no domicílio*. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ZORZI, N.T.; BONILHA, A.L.L. Práticas utilizadas pelas puérperas nos problemas mamários. *Rev. Bras. Enferm.*, v.59, n.4, p.521-526, 2006.

8- ANEXOS

ANEXO 1- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais.

UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP
------	--


Parecer nº. ETIC 205/07

**Interessado(a): Prof. Marcos Pinotti Barbosa
Departamento de Engenharia Mecânica
Escola de Engenharia -UFMG**

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 30 de agosto de 2007, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "**Desenvolvimento de um dispositivo fotobiomodulador para tratamento de traumas mamilares**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, com a recomendação que o projeto seja encaminhado ao CETEA, uma vez que o mesmo envolve animais.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.


Profa. Dra. Matja Elena de Lima Perez Garcia
Coordenadora do COEP-UFMG

Av. Prof. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II - 2º andar – Sala 2005 – Cep: 31270-901 – BH-MG
Telefone: (031) 3499-4592- FAX: (031)3499-4516 - e-mail: proa@cosp.ufmg.br

ANEXO 2-

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do projeto de pesquisa: **Desenvolvimento de um dispositivo fotobiomodulador para tratamento de traumas mamilares**

Responsável:

Mestranda: Maria Emília de Abreu Chaves

Tel: (31) 9245-0779

Comitê de Ética em Pesquisa (COEP):

Av. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º andar – Sala 2005

Campus Pampulha. Belo Horizonte – MG, CEP: 31270-901

Tel.: (31) 3409-4592

Eu, _____, abaixo assinado, declaro ter pleno conhecimento do que se segue:

1-Fui informada, de forma clara e objetiva, que a pesquisa intitulada “DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO FOTOBIMODULADOR PARA TRATAMENTO DE TRAUMAS MAMILARES” irá analisar o efeito da utilização de um equipamento de luz no fechamento de lesões características dos traumas mamilares: fissuras e rachaduras do mamilo. Além disso, irá avaliar também os efeitos desse equipamento no controle da dor decorrente dos traumas mamilares.

2- Sei que o recurso a ser utilizado neste estudo foi especificamente desenvolvido para a pesquisa a partir de resultados de testes feitos em laboratórios. O aparelho a ser utilizado consiste em uma “luz” que, por apresentar características especiais, poderá favorecer o fechamento das lesões do mamilo e diminuir a dor. Esta “luz” é infravermelha e portanto, não sendo visível. Ela será aplicada sobre a mama, na região da aréola e do mamilo, 2 (duas) vezes por semana, por um período de 4 (quatro) semanas. Sua aplicação é indolor e, quando adequadamente realizada, não apresenta riscos à saúde. Áreas sensíveis à exposição direta do recurso, como, por exemplo, os olhos, serão protegidas durante todo o período de aplicação por meio de óculos especiais. Pode ocorrer um pequeno sangramento da ferida após a aplicação do recurso, o que é normal e esperado, não sendo motivo de preocupação. Fui informada também que todas as participantes do estudo receberão aplicação do dispositivo de luz. Porém, em algumas mulheres o aparelho estará emitindo a luz e em outras mulheres o aparelho não estará emitindo a luz. A seleção das mulheres ocorrerá ao acaso. A mudança de grupo após o início da pesquisa não será permitida, em momento algum do estudo.

3- Sei que nesta pesquisa, orientações de cuidados com as mamas também serão utilizadas como forma de tratamento das lesões mamárias. Estas orientações também são benéficas ao tratamento das lesões mamilares. Fui informada que todas as participantes do estudo receberão tais orientações.

4- Sei que ao participar da pesquisa serei avaliada pela equipe responsável e que serão feitas fotografias (registros fotográficos) da mama lesionada a cada sessão de tratamento. Sei também que serei submetida à aplicação do questionário Mini Exame do Estado Mental e da Escala Visual Numérica. Todos os dados e respostas que possam comprometer a minha privacidade serão mantidos em caráter confidencial.

5- Estou ciente que não é obrigatória a minha participação nesta pesquisa e caso me sinta constrangida antes e durante a realização deste estudo, poderei desistir do mesmo a qualquer momento, sem prejuízo da minha participação no futuro, em qualquer outra pesquisa ou atividade na Universidade Federal de Minas Gerais. Constantemente receberei informações atualizadas sobre o andamento da pesquisa, ainda que isto possa afetar a minha vontade em continuar dela participando. Estas informações poderão ser obtidas com qualquer um dos membros integrantes desta pesquisa.

6- Foi-me esclarecido que o resultado da pesquisa somente será divulgado com o objetivo científico, mantendo-se a minha identidade em sigilo.

Declaro, ainda, que recebi cópia do presente Termo de Consentimento.

De pleno acordo,

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____.

Pesquisador: _____
(nome e CPF)

Sujeito da pesquisa: _____
(nome e CPF)

Testemunhas: 1 _____
(nome e CPF)

2 _____
(nome e CPF)

Declaro que é possível, a qualquer momento revogar o meu consentimento.

Revogo o consentimento prestado no dia _____ e afirmo que não desejo prosseguir na pesquisa e na intervenção a que me foi proposta, que dou como finalizado nesta data.

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____.

Pesquisador: _____
(nome e CPF)

Sujeito da pesquisa: _____
(nome e CPF)

Testemunhas: 1 _____
(nome e CPF)

2 _____
(nome e CPF).

ANEXO 3-

MINI EXAME DO ESTADO MENTAL**1. Orientação** (1 ponto por cada resposta correta)

Em que ano estamos? _____
 Em que mês estamos? _____
 Em que dia do mês estamos? _____
 Em que dia da semana estamos? _____
 Em que estação do ano estamos? _____

Nota: _____

Em que país estamos? _____
 Em que cidade vive? _____
 Em que lugar estamos? _____
 Em que andar estamos? _____

Nota: _____

2. Retenção (contar 1 ponto por cada palavra corretamente repetida)

"Vou dizer três palavras; queria que as repetisse, mas só depois que eu disser todas. Procure decorá-las".

Pêra _____
 Gato _____
 Bola _____

Nota: _____

3. Atenção e Cálculo (1 ponto por cada resposta correta. Se der uma errada mas depois continuar a subtrair bem, consideram-se as seguintes como corretas. Parar ao fim de 5 respostas)

"Agora peço-lhe que me diga quantos são 30 menos 3 e depois ao número encontrado volta a tirar 3 e repete assim até eu lhe dizer para parar".

27_ 24_ 21 _ 18_ 15_

Nota: _____

4. Evocação (1 ponto por cada resposta correta)

"Veja se consegue dizer as três palavras que pedi há pouco para decorar".

Pêra _____
 Gato _____
 Bola _____

Nota: _____

5. Linguagem (1 ponto por cada resposta correta)

a. "Como se chama isto? Mostrar os objetos:

Relógio _____

Caneta _____

Nota: _____

b. "Repita a frase que eu vou dizer: O RATO ROEU A ROLHA"

Nota: _____

c. "Quando eu lhe der esta folha de papel, pegue nela com a mão direita, dobre-a ao meio e ponha sobre a mesa"; dar a folha segurando com as duas mãos.

Pegar com a mão direita _____

Dobrar ao meio _____

Colocar onde deve _____

Nota: _____

d. "Leia o que está neste cartão e faça o que lá diz". Mostrar um cartão com a frase bem legível, "FECHE OS OLHOS"; sendo analfabeto lê-se a frase.

Fechou os olhos _____

Nota: _____

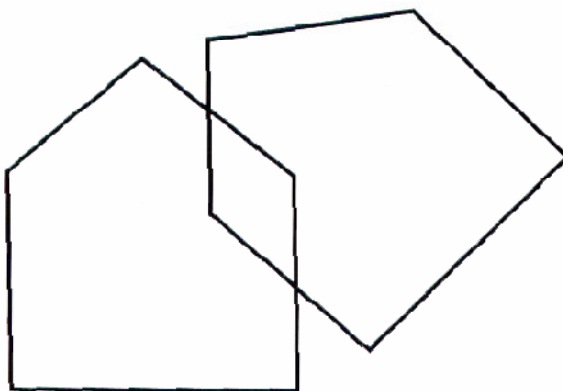
e. "Escreva uma frase inteira aqui". Deve ter sujeito e verbo e fazer sentido; os erros gramaticais não prejudicam a pontuação.

Frase:

Nota: _____

6. Habilidade Construtiva (1 ponto pela cópia correta)

Deve copiar um desenho. Não valorizar tremor ou rotação.



TOTAL(Máximo 30 pontos): _____

Considera-se com defeito cognitivo:

- analfabetos \leq 15 pontos
- 1 a 11 anos de escolaridade \leq 22 pontos
- com escolaridade superior a 11 anos \leq 27 pontos

ANEXO 4- Folder educativo

Amamentar

é dar o peito.



Dar de mamar é um ato de amor e carinho: faz o bebê sentir-se querido, seguro.

Bebês que mamam no peito apresentam melhor crescimento e desenvolvimento.

O leite materno é o alimento ideal, não sendo necessário oferecer água, chá e nenhum outro alimento até os 6 meses de idade.

Cuide-se bem!

É importante para você e para o seu bebê.



As informações contidas neste material foram baseadas nas orientações do UNICEF e do Ministério da Saúde.

Projeto gráfico e ilustrações: Marcias (31) 8724-9776

Fissuras mamilares

PREVENÇÃO E TRATAMENTO

- Cuidados com a mama
- Como amamentar o bebê

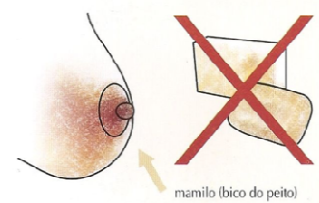


Este material é parte integrante do projeto de pesquisa "Desenvolvimento de um dispositivo fotobiomodulador para tratamento de traumas mamilares".

LABBIO - UFMC / PUC-MINAS
BIOS SERVIÇOS E COMÉRCIO LTDA
APOIO: FAPEMIG

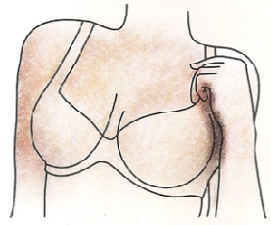
Cuidados com a mama:

- O peito não precisa de limpeza antes ou após as mamadas. O banho diário é suficiente.
- Não usar cremes, pomadas, sabão ou sabonete nos mamilos.




mamilo (bico do peito)

- Usar sutiã com alças largas e firmes para ajudar na sustentação do peito.




Como amamentar o bebê:

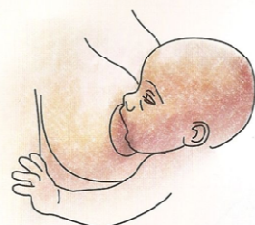
- Ficar em uma posição confortável, de modo que o corpo do bebê fique voltado totalmente para o corpo da mãe (barriga com barriga).



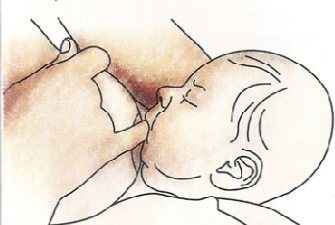
- Segurar a mama com a mão em C.



- O bebê deve abocanhar a maior parte da auréola (área mais escura e arredondada do peito). Seus lábios devem ficar virados para fora e o queixo encostado na mama.



- Esperar que o bebê esvazie a primeira mama oferecida, para depois passar para a segunda mama.
- Para retirar o bebê da mama, a mãe deve colocar a ponta do dedo mindinho no canto da boca do bebê para que ele solte o peito sem machucar.



ANEXO 5-

ESCALA VISUAL NUMÉRICA

Paciente: _____ N° ____ Grupo _____

Data: ____ / ____ / ____

PRÉ – APLICAÇÃO

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ausência de dor

Pior dor que já sentiu

PÓS – APLICAÇÃO

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ausência de dor

Pior dor que já sentiu