

FOTOTERAPIA POR RADIAÇÃO LASER E LED NA TERAPIA FOTODINÂMICA PARA NA INIBIÇÃO DE PROLIFERAÇÃO BACTERIANA NO PROCESSO DE CICATRIZAÇÃO

Luiz Carlos Rodrigues Guanabara

Professor do Curso de Fisioterapia
Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP Campus Guarujá
luizguanabara@usp.br

Teones Borges de Moura

Discente do Curso de Fisioterapia
Universidade Camilo Castelo Branco - UNICASTELO Campus São Paulo

Diego Rodrigues dos Santos

Discente do Curso de Fisioterapia
Universidade UNAERP - Campus Guarujá
diegorodrigues.s0212@gmail.com

Resumo: O estudo trata do efeito da terapia fotodinâmica e da radiação Laser e da LED na inibição de proliferação bacteriana no processo de cicatrização. Atualmente, pesquisas buscam por modalidades terapêuticas no tratamento antimicrobiano com menor possibilidade de efeitos colaterais para o indivíduo. O emprego da terapia fotodinâmica oferece algumas vantagens comparadas ao uso de agentes antimicrobianos habituais, como ausência da morte celular e improvável desenvolvimento de resistência de microorganismos. O objetivo desse estudo foi analisar o efeito da terapia fotodinâmica e da radiação Laser e da LED na inibição de proliferação bacteriana no processo de cicatrização. Esta pesquisa foi do tipo meta-análise, as bases de dados consultadas foram Google Acadêmico, a Scielo e o Lilacs, cujas palavras chave utilizadas foram terapia fotodinâmica, laserterapia na cicatrização e LED na cicatrização. Conclui-se com este estudo que o equipamento mais utilizado na terapia fotodinâmica foi a radiação laser com o comprimento de onda de 660 nm, sendo o azul de metileno a substância fotossensibilizadora mais empregada. O método mais usado foi a combinação do Laser com o fotossensibilizador azul de metileno.

Palavras-Chave: Cicatrização; Laserterapia; Azul de Metileno.

Área de conhecimento: Saúde.

1 .Introdução.

A Laserterapia é um tratamento que se encontra em desenvolvimento por se tratar de uma tecnologia em constante evolução, sendo um tipo de intervenção onde não há efeito térmico.

Os Lasers de baixa potência são utilizados para fins terapêuticos e demonstram efeitos anti-inflamatórios, analgésicos e cicatrizantes, por isso é bastante utilizado no processo de reparação tecidual em virtude de emitir ondas capazes de penetrar no tecido, sendo utilizados para lesões superficiais e profundas.

Dentre todos os seus efeitos, o de cicatrização é um dos feitos que mais se destaca, por haver a multiplicação celular e a produção de ATP (Trifosfato de Adenosina).

Atualmente tem-se observado um aumento no interesse por evidências biológicas da otimização no processo de cicatrização tecidual através da terapia fotodinâmica, uma modalidade médica que utiliza a radiação laser. A combinação desta modalidade com um biomarcador, ou seja, com um composto fotossensível na presença de oxigênio possibilita o tratamento de diversas patologias e infestações bacterianas.

O biomarcador azul de metileno ou azul de toluidina possui efeito bactericida, ou seja, sua presença no tecido infectado já produz ação terapêutica, porém como absorve intensamente a luz laser, intensifica seu efeito farmacodinâmico potencializando o efeito terapêutico final.

Este trabalho tem por finalidade revisar os aspectos mais relevantes dessas aplicações como efeito bactericida.

2. Objetivos.

2.1 Objetivo Geral.

Verificar o efeito da terapia fotodinâmica e da radiação Laser/LED na inibição de proliferação bacteriana no processo de cicatrização.

2.2 Objetivos específicos.

- Verificar qual o fotossensibilizador mais utilizado;
- Verificar qual o laser mais utilizado;
- Identificar o método de terapia fotodinâmica mais adequado como efeito bactericida.

3. Justificativa.

O presente estudo foi efetuado face a relevância da possibilidade de ação cicatrizante desta terapêutica, que pode disponibilizar para a fisioterapia mais uma modalidade de aplicação clínica que já é cientificamente comprovada em áreas de saúde como na odontologia, mas que ainda não foi claramente estudada e analisada especificamente na fototerapia aplicada a feridas e úlceras de pressão. Desta forma essa revisão procura informar à comunidade científica e ao meio social a viabilidade de mais um terapêutica no tratamento de reparação tecidual que contribuirá com elementos científicos atualizados na área de estudo, bem como com a possibilidade de um novo protocolo terapêutico para ser utilizado na fisioterapia dermatofuncional.

4. Revisão bibliográfica.

4.1.Laser.

A terapia com laser vem sendo utilizada cada vez mais pelos profissionais da área da saúde dentre eles dentistas e fisioterapeuta e médicos, sendo atualmente um recurso utilizado no tratamento de lesões dérmicas como feridas e úlceras, situações pós-cirúrgicas, contusões musculares, artrite crônica, dermatose, situações de isquemia, dor crônica, entre outras (LINS, 2010).

A palavra Laser deriva da sigla da língua inglesa Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (amplificação de luz por emissão estimulada de radiação), é uma radiação eletromagnética com características próprias que a diferem de uma luz comum. Possui comprimento de onda do visível ao infravermelho, com ondas que se propagam coerentemente no espaço e no tempo de forma colimada e direcional com alta concentração de energia (CAVALCANTI, 2011).

A laserterapia de baixa potência é uma abordagem terapêutica acrescentada no processo de reabilitação, onde os tipos utilizados do laser variam de acordo com a substância que compõe a cavidade ressonante do aparelho que geram luz quando excitadas por uma fonte de energia externa, como por exemplo o laser de Hélio-néon (HeNe) com comprimento de onda de 632,8 nm. Nesta categoria estão incluídos o laser de Arsenieto de Gálio e Alumínio (GaAlAs) com comprimento de onda da ordem de 620 a 830 nm, Arsenieto de Gálio (GaAs) com 830 a 904 nm e o Fosfeto de ÍndioGálio-Alumínio (InGaAlP) com 685 nm (PEDREIRA, 2013).

Os lasers são classificados em baixa e alta intensidade, onde a principal diferença entre eles é a potência e o mecanismo de ação, pois os lasers de alta potência operam com elevação de temperatura e os de baixa por mecanismos fotoquímicos, fotofísicos e fotobiológico. E esta descoberta tecnológica possibilitou um grande número de aplicações para diferentes casos (TUNER, 2007).

A interação da luz com o tecido apresenta alguns fenômenos físicos como a reflexão, refração, absorção e espalhamento. A reflexão é a radiação eletromagnética que ocorre numa superfície e retorna para o meio de origem, ou seja, é a quantidade de radiação refletida numa superfície. Refração é o fenômeno que ocorre quando a luz passa de um meio homogêneo para outro meio também homogêneo. A absorção depende da constituição do tecido a ser irradiado sendo, no entanto, a quantidade de energia absorvida pelo tecido. O espalhamento ocorre quando a frequência de onda incidente não corresponde a frequência natural das partículas do tecido permite assim que os fótons atinjam regiões mais distantes do ponto de aplicação (NUÑEZ, 2013).

A quantidade de energia que cai em uma superfície é expressa em joules por metro quadrado ou joules por centímetro quadrado, e geralmente é chamada de densidade de energia, a potência média por unidade de área pode ser expressa como irradiância ou densidade de potência em W/cm². (MURILO, 2008).

O laser terapêutico de baixa potência pode promover diversos efeitos, entre eles acelerar a velocidade na reparação tecidual, aceleração da neovascularização, oclusão de feridas, maior formação do tecido de granulação, proliferação dos fibroblastos, proliferação das fibras colágenas, aumento da síntese de ATP, liberação de histamina pré-formada, redução do pH intracelular e alteração na proliferação e mobilidade celular, fagocitose, resposta imune e respiração. (PITONDO, 2007).

O laser de baixa potência quando comparado a outros recursos utilizados em lesões epiteliais, apresenta efeitos notáveis e satisfatórios sobre a remodelação de tecidos cicatriciais, ocasionando a redução de edema, a diminuição do processo inflamatório e o aumento da fagocitose, da síntese de colágeno e da epitelização. A radiação laser estimula a produção de colágeno pelos fibroblastos; produção de ATP, acréscimo na atividade dos linfócitos atingindo efeito antibacteriano de modo anti-séptico e melhora na vascularização (MURILO, 2008).

Segundo o mesmo autor acima citado os efeitos secundários decorrentes consistem primeiramente na circulação local através do efeito bioquímico de liberação de histamina, e aumento do trofismo celular, devido ao efeito bioelétrico de aumento da produção de ATP, velocidade mitótica e de reparo tecidual.

Os granulócitos neutrófilos são as primeiras células que aparecem nos tecidos em cicatrização e através da microscopia eletrônica podem ser vistos nas bordas das feridas três horas após o surgimento da lesão epitelial. No processo cicatricial sua principal função não é fagocitose, mas sim a destruição enzimática da fibrina. Logo em seguida aparecem os monócitos que por volta do quinto dia se transformam em macrófagos. Estas por sua vez são células de defesa, grandes produtoras de enzimas proteolíticas, são fagocitárias por excelência e também exercem outras funções como a formação e migração de fibroblastos e o estímulo à neoformação vascular (VINK, 2005).

Quando a laserterapia é usada no espectro eletromagnético visível, existe uma fotobioestimulação inicial na mitocôndria, a qual ativa a cadeia de eventos biológicos. Quando a irradiação é no espectro infravermelho, ocorre um estímulo dos canais da membrana plasmática, resultando em mudanças na permeabilidade da membrana, temperatura e gradiente de pressão. Tanto a luz visível e infravermelha pode ser absorvida por diferentes componentes da cadeia respiratória celular como cromóforos na citocromo c ou porfirinas, a qual resulta na produção de espécies reativas de oxigênio ou radicais superóxido (KARU, 2005).

Os cromóforos são os componentes da cadeia respiratória mitocondrial, as enzimas, membranas celulares e substâncias extracelulares como a hemoglobina e a melanina (CARRINHO, 2004)

A cicatrização de feridas é um processo complexo, interativo e integrativo, que envolve atividade celular e quimiotática, com liberação de mediadores químicos associados às respostas vasculares. É composta por uma sequência de eventos que culmina no fechamento da derme lesionada, sendo o reparo constituído pelas fases de inflamação, reepitelização, contração e remodelamento de matriz (SAY, 2003).

A laserterapia hoje pode ser considerada uma forma realmente eficaz de tratamento em alguns tipos de úlceras. Estudos em animais e estudos clínicos apoiam a teoria de que o processo de reparação tecidual são favorecidas quando tratadas com o laser de baixa potência. Pesquisas subseqüentes em animais demonstraram o benefício do laser de baixa potencia na reparação de feridas, pelo aumento da produção de fator de crescimento de vasos endoteliais, proliferação de células endoteliais, formação de novos vasos, formação de colágeno e menor porcentagem de área de necrose (Dourado 2011).

Segundo Yeh (2010) a terapia com LED de Baixa Intensidade não é invasiva, atérmica e sem efeitos colaterais ainda oferecem vantagens relacionadas as fontes convencionais pois são sólidos e portanto mais seguros que fontes de luz a gás, os dispositivos constituídos com matriz de LED são mais econômicos, altamente duráveis e com baixo custo, produzem altos níveis de energia com baixa radiação de calor, os comprimentos de ondas gerados são de 247 a 1300 nm. A fotoestimulação decorrente dessa luz atua sobre a permeabilidade da célula, sobre tudo nas mitocôndrias, acarretando o aumento da síntese de ATP, acelerando assim os processos cicatriciais e também no rejuvenescimento da pele (MEYER, 2010).

Segundo Lim (2011), o LED contribui para a deposição de fibras de colágeno, assim como uma redução no número de células inflamatórias na fase inicial de cicatrização, contribuindo no aspecto mais amplo, para a angiogênese, aceleração do reparo tecidual e obtenção de cicatriz esteticamente satisfatória.

4.3. Terapia Fotodinâmica.

O termo é recente, mas entende-se que esta é uma modalidade antiga originando-se no século XX antes da segunda guerra mundial, essa técnica foi comprovado em microorganismos como vírus, protozoários e bactérias, porém devido á popularização da penicilina e sulfonamidas essa técnica passou a ser esquecida por muito tempo estando de volta na última década devido a alguns fatores como a síndrome da imunodeficiência adquirida e o aumento das infecções hospitalares causadas por bactérias resistentes a fármacos administrados (PERRUSSI, 2007).

A Terapia Fotodinâmica caracteriza-se pela administração tópica ou sistêmica de um corante fotossensibilizador seguida da irradiação em baixas doses com luz visível de comprimento de onda adequado. A Terapia Fotodinâmica tem dentre suas vantagens: repetição sem resistência ao fármaco; pode ser usada com outras terapias; tem dupla seletividade: não apenas o Fotossensibilizador pode ser direcionado para as células ou tecido doente, mas também a luz pode ser precisamente focalizada no local da lesão (PERUSSI, 2007).

Segundo Fabrício (2009), o corante azul de metileno é geralmente utilizado na produção de papel e outros materiais como poliésteres e nylons. Alguns corantes básicos apresentam atividade biológica e são utilizados como anti-sépticos. O azul de metileno apresenta em sua composição a estrutura da fenotiazina, composto que está presente em antihistamínicos e antipsicóticos.

O Azul de metileno é uma substância que tem um papel importante na farmacologia e microbiologia. É muito conhecido como corante histológico e usado á muitos anos. Pertence a classe dos compostos benzofenotiazínicos, usado em organismos vivos para o tratamento da metahemoglobina originada da ingestão de determinados medicamentos. O Azul de Metileno tem sido usado clinicamente no tratamento de câncer de bexiga, contra tumores de esôfago, virulências da pele, psoríase e adenocarcinomas, corante bacteriológico e como indicador (WAINWRIGHT, 2005).

Atualmente estudos in vitro e in vivo têm demonstrado que algumas substâncias corantes, como o Azul de Metileno pode ser ativado por luz e produzir efeito antimicrobiano (SOUZA, 2010).

5. Materiais e Método.

O presente estudo foi do tipo metaanálise, onde foram avaliados os resultados de pesquisas realizadas por meio de terapia fotodinâmica no processo de cicatrização.

As bases de dados utilizadas para este estudo foram o Google Acadêmico, Scielo e Lilacs cujas palavras chave consultadas foram terapia fotodinâmica, laserterapia na cicatrização, LED na cicatrização.

Inicialmente foi efetuado o levantamento bibliográfico, por meio das palavras chave, sendo encontrado um total de 461 artigos.

Após analisados foram selecionados 48 artigos que pesquisaram a terapia fotodinâmica. Porém como fator de inclusão para o trabalho proposto, somente aqueles que utilizaram uma substância fotossensibilizadora na inibição da proliferação bacteriana foram selecionados.

Desta forma o total de artigos analisados conforme o presente estudo propôs, foram de 5 artigos.

6. Resultados e Discussão.

Conforme análise efetuada em concordância com os propósitos da pesquisa, abaixo seguem os resultados obtidos.

Tabela 1 - Distribuição de artigos conforme as bases de dados

Bases de dados	F	%
Google	6	12,5
Scielo	15	31,2
Lilacs	27	56,3
Total	48	100

De acordo com a Tabela 1, quanto à distribuição de artigos conforme a bases de dados pesquisadas observou-se que a maior proporção de artigos foi encontrada na Lilacs com 56,25% dos artigos selecionados para o presente estudo. Na base de dados da Scielo a proporção de artigos encontrados foi de 31,25% seguido do Google acadêmico com 12,50%.

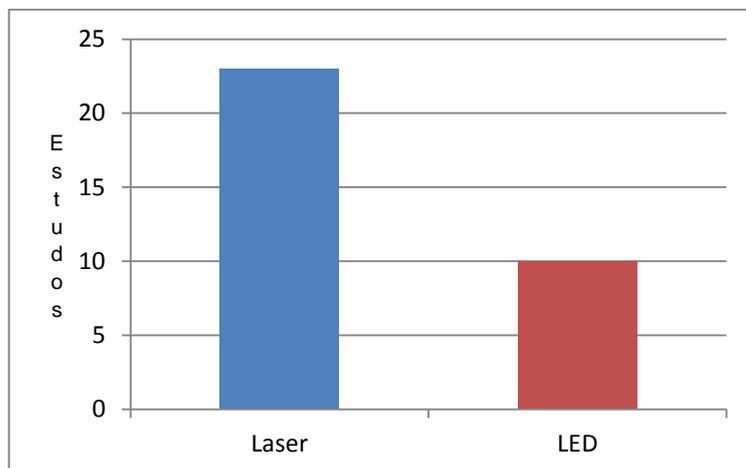
Tabela 2: Tipos de estudos com radiação LASER

Estudos	F	%
Revisão	33	68,7
Experimental	15	31,3
Total	48	100

Conforme mostra a Tabela 2, quanto ao tipo de estudos analisados, as pesquisas de revisão bibliográfica corresponderam a 68,75% e experimentos realizados apenas 31,25%.

Embora o Laser seja um equipamento bastante utilizado atualmente na fisioterapia poucos são os estudos voltados nessa área, maior parte de artigos publicados são por dentistas.

Gráfico 1: Recursos de Fototerapia utilizados no estudo



O Gráfico1 mostra que o tipo de recurso fototerapêutico mais utilizado foi à radiação laser, com 69,7% de aplicação nas pesquisas, sendo que o LED foi empregado em 30,3% dos estudos experimentais.

Para os autores, a radiação laser foi mais utilizada por ser um recurso bastante estudado no processo de reparação tecidual, sendo que atualmente pesquisas tem mostrado que o LED também atua nesse processo, porém ainda necessita de mais publicações comprovando sua eficácia na cicatrização.

O Quadro 1 mostra uma análise dos artigos experimentais com terapia fotodinâmica, que foram analisados quanto aos aspectos dos métodos aplicados e dos resultados obtidos.

Quadro 1: Artigos experimentais de terapia fotodinâmica

Autor	Título	Método	Resultados
Marotti 2008	Tratamento do herpes labial pela terapia fotodinâmica.	Aplicação inicial com o Laser de AsGaL 660nm; 100j/cm ² , 100 mv e azul de metileno, seguindo de radiação com 20j/cm ² , 40mv (mesmo laser) .	Seis horas após a primeira aplicação foi observada crosta já formada. Uma semana total cicatrização.
Benvindo 2008	Efeitos da terapia fotodinâmica e de uma única aplicação de laser de baixa potência em bactérias in vitro.	Laser 670 nm, em doses de 2,4,6 j/cm ² em bactérias gram positivas e gram negativas.	O laser e nem o Azul de Metileno isolado não foram o suficiente para promover inibição ou efeito bactericida.
Longo 2010	Efeito da terapia fotodinâmica	Laser 660 nm na potência de 40 mv	Ambas as concentrações testadas com a laserterapia promoveram a

	mediada pelo azul de metileno em bactérias cariogênicas.	com três fluências diferentes (6,8; 20,55; 61,65 J/cm ²).	redução significativa com as maiores influências de 20,55 j/cm ² e 61,55 J/cm ² e ao AM nas duas concentrações isoladas não promoveram efeito citotóxico nas culturas bacterianas.
Amorim 2012	Ação fototóxica de diodo emissor de luz na viabilidade in vitro de <i>Trichophyton rubrum</i> in vitro.	Laser 630 nm e azul de toluidina a 100 µM e 25 µM.	A terapia fotodinâmica tem atividade fúngica eficaz onde concentrações menores de fotossensibilizador e maior densidade de energia.
Majewsky 2014	Efeito da terapia fotodinâmica utilizando azul de metileno em cepas candidas tendo como objetivo avaliar os efeitos da terapia fotodinâmica utilizando azul de metileno em cepa de cândida.	Laser 660 nm e azul de metileno a 0,01 %.	as culturas de cândida analisadas foram sensíveis a radiação independente de estar ou não associado ao azul de metileno.

Pode-se observar por este estudo que o tipo de radiação laser mais utilizada foi o de 660 nm e a substância fotossensibilizadora mais empregada foi o azul de metileno, ambos com predominância nas pesquisas analisadas.

Para o autor, as maiorias dos resultados obtidos mostrou que o laser de 660 nm com maior densidade de energia e pequenas concentrações de substâncias fotossensibilizadoras promoveram a inibição das proliferações bacterianas, enquanto que a radiação com menores densidade de energia e substâncias fotossensibilizadoras em altas concentrações não promoveram resultados significantes.

Manotti (2008) apresentou o tratamento do herpes labial pela terapia fotodinâmica utilizando o laser 685 nm e o corante azul de metileno a 0,01 %. O tratamento iniciou com a aplicação do AM sobre a lesão, após 5 minutos a região foi irradiada com o laser em quatro pontos com densidade de energia de 100 j/cm², 100 mv, 2,7 J, 28s por ponto. Seis horas após a primeira aplicação foi realizado um novo protocolo com o mesmo aparelho porém com densidade de energia 20 j/cm², 40 mv de potência 0,54 de energia, 14s tendo como resultado inicial uma crosta já formada. Este mesmo protocolo foi aplicado 24 horas após a primeira sessão e sete dias depois. Observou-se uma rápida reparação da ferida, tendo uma completa cicatrização uma semana após a primeira irradiação.

Sendo assim, o Autor pressupõe que o efeito concedido nesse estudo se deu pela emissão de maior densidade sobre o tecido, pois para que o laser tenha algum efeito clínico embasado na fisiologia celular, a densidade de energia emitida no tecido é dividida em uma parte que é absorvida, espalhada e transmitida, não chegando sobre o tecido a quantidade de energia exata em que lhe foi depositada.

Um protocolo comparativo sobre a densidade de energia aplicada para obter bons resultados em inibição bacteriana também é citado por Longo (2010) onde em

pesquisa titulada como efeito da terapia fotodinâmica mediada pelo azul de metileno em bactérias cariogênicas avaliou-se a diferença de influência de energia da radiação do laser vermelho 660 nm e a concentração de fotossensibilizador na viabilidade de culturas bacterianas derivadas da dentina criada humana. O tratamento foi realizado com a solução azul de metileno (25 e 50 ug-ml) para o tratamento do Azul De metileno (25 u) houve a seguinte divisão: grupo controle, aplicação apenas do azul de metileno, o AM + 6,8J/cm², AM + 20,55 J/cm², AM + 61,55 J/cm²; para o fotossensibilizador na concentração de (50 u) o seguinte: aplicação do AM, AM + 6,8 J/cm², AM + 20,55 J/cm², AM + 61,55 J/cm².

Nos resultados finais de Longo, ambas as concentrações testadas com a laserterapia promoveram a redução significativa com as maiores influências de 20,55 j/ cm² e 61,55 J/cm² e ao AM nas duas concentrações isoladas não promoveram efeito citóxico nas culturas bacterianas. No entanto percebe-se que essa técnica inovadora da terapia fotodinâmica apresenta resultados comprovados sobre sua utilização em pesquisas in vitro da sua eficácia na reparação tecidual.

Já para Benvindo (2008) em pesquisa como título efeitos da terapia fotodinâmica e de uma única aplicação de laser de baixa potencia em bactérias in vitro, teve como objetivo verificar o efeito bactericida da terapia fotodinâmica com o laser 670 nm em doses de 2,4,e 6 J/cm² em bactérias gram positivas e gram negativas . Foram preparadas 32 placas de bactéria divididas em dois grupos, 16 com Pseudomonasaeruginosa e 16 com Staphilococcus aureus onde aleatoriamente dividiu-se cada grupo em 8 subgrupos (duas pacas cada), três subgrupos tratados só com o laser em doses de 2.4 e 6 J/cm², três subgrupos com a terapia fotodinâmica tratados com a mesma fluência, um tratado apenas com o azul de metileno 1% e um subgrupo não tratado (controle). Os subgrupos laser e terapia fotodinâmica foram irradiados uma única vez e incubados por 24 horas.

O autor acima citado mostrou que uma única irradiação de ambos os protocolos utilizando o laser e nem o AM isolado não foram o suficiente para promover inibição ou efeito bactericida. O devido protocolo deveria ser repetido por mais vezes podendo ser com a mesma densidade de energia do laser e com corante azul de metileno comprovando assim se os resultados desse protocolo seriam ou não favorável, pois muitas pesquisas já realizadas comprovaram que para promover alteração celular há necessidade de mais de uma única irradiação sobre o tecido.

Nesse estudo foi utilizado um equipamento LED 630 nm. Os testes foram repetidos por três vezes e realizados no escuro. Os testes demonstraram que não houve diferença significativa entre os grupos tratados somente com o LED ou somente com o fotossensibilizador, mostrando que ambos sozinhos não reduziram a viabilidade celular. Concluindo que a terapia fotodinâmica tem atividade fúngica eficaz, onde concentrações menores de fotossensibilizador e maior densidade de energia foram condições essenciais para obter bons resultados.

Com os mesmos propósitos de estudos Majewski (2014), sob pesquisa, efeito da terapia fotodinâmica utilizando azul de metileno em cepas cândidas tendo como objetivo avaliar os efeitos da terapia fotodinâmica utilizando azul de metileno em cepa de cândida e o laser arseneto de gálio e alumínio 660 nm (vermelho visível) potencia 35mw 10 J/cm², 92 mv e 26,3 J/cm².

Majewshi (2014) realizou 24 experimentos em culturas de cândida divididos em 4 grupos: (L+F+) radiação laser associada ao fotossensibilizador azul de metileno 1%; (L+F-) laser e solução fisiológica, (L-F+) apenas azul de metileno a 1 %, (L-f-)

solução fisiológica como grupo controle. Entre os resultados obtidos os grupos que tiveram a irradiação dependente de estar associado ou não ao fotossensibilizador promoveram redução bacteriana concluindo que as culturas de cândida analisadas foram sensíveis a radiação independente de estar ou não associado ao azul de metileno.

Para os Autores, as radiações laser de luz vermelha visível apresentam bons resultados quando associados ao azul de metileno, considerando então a terapia adequada para o processo de cicatrização e o efeito bactericida local. A luz visível induz reações fotoquímicas nas enzimas intracelulares e essa luz tem a principal alteração sobre os lisossomos e as mitocôndrias aumentando assim a produção de ATP, levando a proliferação celular.

Embora ainda não seja devidamente aplicada na área de fisioterapia, para o Autor a utilização da terapia fotodinâmica seria mais um método eficaz e eficiente para o tratamento de úlceras de pressão e para processos de cicatrização em geral, principalmente nos riscos eminentes de infecção. No entanto, mais estudos deveriam ser realizados com a finalidade de ampliar estas possibilidades terapêuticas.

7. Conclusão.

Conclui-se com esta pesquisa, que o equipamento mais utilizado nos estudos de terapia fotodinâmica são os aparelhos de radiação laser, principalmente com o comprimento de onda de 660 nm. Com relação a substancia fotossensibilizadora a mais adota nos experimentos e ou tratamentos foi o azul de metileno.

Por fim conclui-se também os melhores resultados ou mesmo o método mais usado foi a combinação do equipamento de Laser com o fotossensibilizador azul de metileno.

Por ser uma terapia relativamente nova e simultaneamente promissora para a área de fisioterapia, sugere-se que outros estudos sejam efetuados, principalmente os experimentais, para melhor elucidar este método e seus benefícios no processo de cicatrização e controle da proliferação de microrganismos.

8. Referências Bibliográficas.

Almeida J.M, Garcia V.G; Theodoro L.H; Bosco A.F; Nagata M.J.H; Macarini V.C. Terapia fotodinâmica: uma opção na terapia periodontal. **Arquivos em Odontologia**, 2006; 42(3): 161-256.

Amorim J.C.F; Soares B.M; Alves O.A. Ação fototóxica de diodo emissor de luz na viabilidade in vitro de *Trichophyton rubrum* in vitro. **A.Bras. Dermatologia**. vol87 no.2 Rio de Janeiro Mar/Apr. 2012.

Benvindo R.G; Braun G; Carvalho A.R; Bertolini G.R.F. Efeitos da terapia fotodinâmica e de uma única aplicação de laser de baixa potencia em bactérias in vitro. **Fisioterapia e pesquisa** 2008; 15(1):53-7.

Dourado D.M; Favero S; Matias R; Carvalho Pde T. low-level laser Therapy Promotes Vascular Endothelial growth Factor Receptor-1 Expression in Endothelial and Nonendothelial Cells of mice gastrocnemius Exposed to snake Venom. **photochem photobiology** 2011 Mar-Apr, 87: 418=426.

Fabrcio N.R.T; Braga A.M.M; Gomes R.T; Vasconcelos A.K.P; AQUINO M.D; Araujo R. Producao de Biosurfactante e Biodegradacao no Cultivo de GeobacillusStearothermophilus com Corante Azul de Metileno. **Congresso de Pesquisa e Inovacao da Rede Norte Nordeste de Educacao Tecnol6gica**, 5., 2010, Maceio. Fortaleza, 2009.

Lim W.B, Kim J.S. Effects of 635 nm light-emitting diode irradiation on angiogenesis in coCL (2)-exposed HUVECs. **Lasers Sueg Med**. 2011;43 (4):344-52.

Longo J.P.F; Azevedo R.B. Efeito da terapia fotodinamica mediada pelo azul de metileno em bacterias cariogênicas. Ver **Clín. Pesq Odontol**. 2010 set/dez; 6(3):249-57.

Manotti J; Aranha A.C.C; Eduardo C.P. tratamento do herpes labial pela terapia fotodinamica. **Assoc. Paul. Cir. Dent**. 2008;62(5):370-3.

Pedreira, A.F; Sá M; Medrado A.R.P. **Revista Bahiana de Odontologia**, Salvador, jan./jun. 2013; 4(1):37-45.

Ribeiro M.A.G, Albuquerque Junior, R.L.C.Barreto;T.B;Dantas,C.D.F. Morphological

Rocha J.C.T. Terapia laser, cicatrizacao tecidual e angiogênese. Ver. **Bras. Promocao Saude**. 2004;17:44-8.

Say K. O tratamento fisioterapêutico de úlceras cutâneas venosas crônicas através da laserterapia com dois comprimentos de onda. **Rev. FisioterapiaBrasil**, v. 4, n. 1, p. 39-47, 2003.

Sigusch B.W, Engelbrecht M, Volpel A, Holletschke A, Pfister W, Schutze J. Full-mouth antimicrobial photodynamic therapy in Fusobacterium nucleatum– infected periodontitis patients. **J. Periodontol**, 2010, 81(7): 975-81.

Sousa L.R, Cavalcanti B.N. Effect of low-level laser therapy on the modulation of the mitochondrial activity of macrophages.**Brazilianjournalofphysicaltherapy** 2014 July-Aug; 18(4):308-314.

Siqueira C.P.C; Toguinho F; Duarte J.L; Kashimoto R.K.; Castro V.A.B. – Efeitos biológicos da luz: aplicacao de terapia de baixa potencia empregando LEDs (Light EmittingDiode) na cicatrizacao da ulcera venosa: relato de caso. **Seminario Ciências biológicas e da saude**, Londrina, v.30, n. 1, p. 37-46, jan./jun. 2009.

Stefanello,T.D.; Hamerski C.R. Tratamento de ulcera de pressao através do laser asga de 904 nm - um relato de caso. Arq. **Ciênc. Saude Unipar**, Umuarama, v.10, n.2, mai./ago., 2006.

Tegos G; Demidova T.N. fulerenoscationicos são fotossensibilizadores antimicrobianas eficazes e selectivos. - **Chemistry&Biology**, 2005.

Tuner, J; Hode L.The laser therapy hardbook.Swedish: **Primabooks**, 2007.

Vinck, E.M.; Cagnie, B.J.; Cornelissen, M.J. et al. Green Light Emitting Diode Irradiation Enhances Fibroblast Growth Impaired by High Glucose level.**Photomedicine and Laser Sugery**, v.23, n.2, p. 167-171, 2005.

Wainwright, M. —The development of phenothiaziniumphotosensitisersll Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, **Epub** 2005.

Xuejuan G, Xing D. Molecular Mechanisms of cell proliferation Induced by low Power laser irradiation.**J. Biol.Sci**. 2009; 16: 1-16.

Yeh A.T, Wang C; Meissner KE - fluorescência de dois fótons-animado usando pulsos tão curtos quanto sub-10-fs. **Revista de óptica biomédica**. 2009.

Yeh A.T; Jason M.H. Base molecular para compensação óptica de tecidos colágenos - **Revista de óptica biomédica**. 2010.