



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOFOTÔNICA APLICADA ÀS
CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**Fotobiomodulação em incisão cutânea ocasionada pelos fios e
pinos do aparelho fixador externo circular Ilizavov: estudo clínico,
placebo duplo cego, controlado e randomizado**

Virginia Mendes Matias Rodrigues

**São Paulo, SP
2020**

Virginia Mendes Matias Rodrigues

Fotobiomodulação em incisão cutânea ocasionada pelos fios e pinos do aparelho fixador externo circular Ilizavov: estudo clínico, placebo, duplo cego, controlado e randomizado

Dissertação apresentada à Universidade Nove de julho para obtenção do título de mestre em Biofotônica Aplicada às Ciências da Saúde.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Daniela de Fátima Teixeira da Silva

São Paulo, SP

2020

Rodrigues, Virginia Mendes Matias.

Fotobiomodulação em incisão cutânea ocasionada pelos fios e pinos do aparelho fixador externo circular Ilizarov: estudo clínico, placebo duplo cego controlado e randomizado. / Virginia Mendes Matias Rodrigues. 2020.

68 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2020.

Orientador (a): Prof^ª. Dr^ª. Daniela de Fátima Teixeira da Silva

1. Ilizarov. 2. Laser de baixa potência. 3. Pino Schanz. 4. Fio Kirschner. 5. Ferida.

I. Silva, Daniela de Fátima Teixeira da. II. Título.

CDU 615.831

Sao Paulo, 19 de fevereiro de 2020

TERMO DE APROVACAO


Aluno (a): Virginia Mendes Matias Rodrigues

Titulo da Dissertação: "Fotobiomodulação em lesão cutânea provocada pelo uso de fixador externo circular: Estudo clinico, placebo controlado e randomizado"

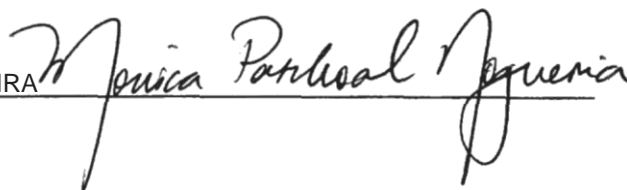
Presidente: PROF[^]. DR* . DANIELA DE FÁTIMA TEIXEIRA DA SILVA



Membro: PROF. DR. RODRIGO LABAT MARCOS



Membro. PROF° DR° MONICA PASCHOAL NOGUEIRA



Agradecimentos

A Deus por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar sempre o melhor caminho e me suprir de todas as necessidades.

A minha família, pelo apoio em todos os momentos, para alcançar o meu objetivo.

Ao meu marido Ayres Fernando Rodrigues e ao nosso filho João Lucas Matias Rodrigues, pelo amor, compreensão e apoio que me dão todos os dias.

A minha querida orientadora Prof.^a Dr.^a Daniela de Fátima Teixeira da Silva, agradeço a oportunidade de compartilhar do seu conhecimento e experiência, sempre presente, apesar de tantos compromissos, sempre parceira. Em nenhum momento você deixou de acreditar no meu potencial, me ensinou que os desafios podem ser superados e me fez enxergar cada dificuldade como uma ocasião de crescimento. Sua confiança, amizade e apoio foram imprescindíveis. Meu sincero respeito e admiração, sou grata por tê-la como minha orientadora que com toda paciência, bom humor e tranquilidade fizeram com que tudo parecesse mais fácil, muito obrigada por me acolher.

Ao professor Dr. Rodrigo Labat Marcos pela colaboração desde a qualificação do projeto, até a participação da banca de defesa na dissertação. Vossa colaboração com seus conhecimentos contribuiu em cada etapa. Sou grata pelo privilégio em conhecer uma pessoa tão dedicado à pesquisa científica. Mesmo nos momentos de convalescência apoiou me em momento ímpar, no módulo internacional em um país distante de tudo, fez com que estivéssemos tão perto. Muito obrigada.

Agradeço a todos os docentes que passaram em minha vida durante a jornada do meu mestrado, assim como a Prof.^a Dr.^a Mônica Paschoal Nogueira que participou da banca avaliadora na defesa da dissertação.

Agradeço à Universidade Nove de Julho e ao Departamento de Biofotônica Aplicada às Ciência da Saúde, pela oportunidade concedida para a realização do Mestrado.

Resumo

No Brasil, milhares de cirurgias osteomusculares são realizadas anualmente, sendo que este alto número de procedimentos produz um impacto social e econômico para o país. O fixador externo circular (FEC) do tipo Ilizarov é um aparelho usado para a reconstrução de membros gravemente traumatizados, quando outros métodos, tais como as hastes e placas intra-ósseas não podem obter o sucesso esperado. Embora o tecido ósseo seja o alvo durante o tratamento com este tipo de aparelho, as incisões cirúrgicas provocadas na inserção de seus fios e/ou pinos merecem atenção para que o processo de cicatrização transcorra da melhor forma possível, reduzindo a dor e a possibilidade de infecção da pele. O objetivo do estudo foi usar a fotobiomodulação (FBM) nas incisões cutâneas ocasionadas pelo uso do FEC (nas inserções de fios e pinos) e coletar evidências clínicas por meio da escala BWAT, escala visual analógica de dor, temperatura e pH da lesão, assim como o tempo de recidiva da lesão após o término do tratamento em relação ao grupo tratado convencionalmente. Foi um estudo clínico, duplo cego, placebo controlado e randomizado, composto por 5 participantes no grupo placebo controlado e 5 no grupo fotobiomodulação. Todos receberam curativo com soro fisiológico 0,9% mais ácidos graxos, porém um grupo foi verdadeiramente irradiado, enquanto o outro recebeu irradiação placebo. As intervenções ocorreram a partir do 3º pós-operatório, a cada 72h, por 3 meses. Foi usado um laser, $\lambda = 660\text{nm}$, área do feixe na superfície de $0,126\text{cm}^2$, $I = 796\text{mW/cm}^2$, $H = 4\text{J/cm}^2$, $t = 5\text{s}$, $E = 0,5\text{J}$, 4 pontos por lesão. De acordo com a escala BWAT, o grupo FBM apresentou melhora significativa das feridas a partir do dia 6 da análise, assim como diminuição da dor entre os dias 2 e 8, e depois no dia 13. O pH e a temperatura foram significativamente menores no grupo FBM nos dias 6 e 7, e dia 8, respectivamente. Houve evidência clínica da melhora das lesões tratadas com FBM em relação ao grupo placebo controlado. Não houve recidiva em nenhum dos grupos e dois participantes do grupo FBM evoluíram com resposta satisfatória na consolidação óssea e cicatrização de feridas nas inserções de fios e pinos pois retiraram o FEC antes do previsto.

Palavras-chave: Ilizarov, Laser de baixa potência, Pino Schanz, Fio Kirschner, Ferida, Ortopedia.

Abstract

In Brazil, thousands of musculoskeletal surgeries are performed annually, and this high number of procedures has a social and economic impact for the country. The Ilizarov-type circular external fixator (FEC) is a device used for reconstruction of severely traumatized limbs, when other methods, such as pressure and intraosseous plates, cannot obtain or obtain expected success. Although bone tissue is the target during treatment with this type of device, surgical incisions caused by the insertion of its wires and / or pins deserve attention so that the healing process proceeds in the best possible way, reducing pain and the possibility of skin infection. The objective of the study was to use photobiomodulation (FBM) in incision caused by the use of FEC (in the insertions of wires and pins) and to collect clinical evidence using the BWAT scale, visual analog scale of pain, temperature and pH of the lesion, as well as as the time of recurrence of the lesion after the end of treatment in relation to the conventionally treated group. It was a clinical study, double blind, placebo controlled and randomized, composed of 5 participants in the placebo-controlled group and 5 in the photobiomodulation group. All received a dressing with 0.9% saline plus fatty acids, but one group was truly irradiated, while the other received placebo irradiation. The interventions took place from the 3rd postoperative period, every 72 hours, for 3 months. A laser was used, $\lambda = 660\text{nm}$, beam area on the surface of 0.126cm^2 , $I = 796\text{mW} / \text{cm}^2$, $H = 4\text{J} / \text{cm}^2$, $t = 5\text{s}$, $E = 0.5\text{J}$, 4 points per injury. According to the BWAT scale, the FBM group showed a significant improvement in the wounds from day 6 of the analysis, as well as a decrease in pain between days 2 and 8, and then on day 13. The pH and temperature were significantly lower in the FBM group on days 6 and 7, and day 8, respectively. There was clinical evidence of improvement in lesions treated with FBM compared to the controlled placebo group. There was no response in either group and two participants in the FBM group evolved as well as they retired or FEC ahead of schedule.

Keywords: Ilizarov, Low power laser, Schanz pin, Kirschner wire, Wound, Orthopedics.

LISTA DE ABREVIATURAS

ATP	Adenosina trifosfato
BWAT	Bates Jensen Wound Assessment Tool
cm ²	Centímetro quadrado
CONSORT	Transparent Reporting of Trials
DM	Diabetes mellitus
E	Energia
EVA	Escala visual analógica
FBM	Fotobiomodulação
FEC	Fixador externo circular
FK	Fio Kirchner
GFBM	Grupo fotobiomodulação
GPC	Grupo placebo controle
H	Exposição radiante
J	Joule
J/cm ²	Joule por centímetro quadrado
mm	Milímetro
mW/cm ²	Miliwatt por centímetro quadrado
nm	Nanometro
pH	Potencial hidrogeniônico
PO	Pós operatório
PS	Pino Schanz
T	Temperatura
λ	Comprimento de onda

SUMÁRIO

RESUMO	V
ABSTRACT	VI
LISTA DE ABREVIATURAS	VII
APRESENTAÇÃO	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 CONTEXTUALIZAÇÃO	11
2.1 FIXAÇÃO EXTERNA CIRCULAR - TÉCNICA DE ILIZAROV	11
2.2 ANATOMIA E FISILOGIA DA PELE	17
2.3 PROCESSO DO REPARO TECIDUAL EM FERIDA CIRÚRGICA	18
2.4 TRATAMENTO CONVENCIONAL DA FERIDA CUTÂNEA	20
2.5 LASER E FOTOBIMODULAÇÃO	20
2.6 TRATAMENTO DA FERIDA COM A FOTOBIMODULAÇÃO	24
2.7 VARIÁVEIS	25
3 OBJETIVOS	32
3.1 GERAL	32
3.2 ESPECÍFICOS	32
4 METODOLOGIA	33
4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO	33
4.2 AMOSTRA	33
4.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	34
4.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	34
4.5 RANDOMIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES	34
4.6 DESENHO DO ESTUDO	35
4.7 DESCONFORTO OU RISCOS ESPERADOS	37
4.8 VARIÁVEIS	37
4.9 TREINAMENTO E CALIBRAÇÃO DOS AVALIADORES	37
4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA	38
5 RESULTADOS	39
6 DISCUSSÃO	49
7 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	63
APÊNDICE B: CARTA DE ANUÊNCIA DA CLÍNICA PARTICULAR	65
ANEXO A: ESCALA BWAT	66

APRESENTAÇÃO

Considerando o método de Ilizarov uma técnica que vem sendo desenvolvida desde 1951, para tratamento de patologias osteoarticulares, a pesquisa propõe tratamento coadjuvante com a terapia de laser de baixa potência com o propósito de cicatrizar ou amenizar os danos provocados na pele, nas inserções de fios kirschner (FK) e pinos Schanz (PS), estruturas estas que fazem parte do FEC instalado no paciente. Considerando o caráter interdisciplinar deste tema, há diversos estudos em que os autores demonstraram que o tratamento com Laser de Baixa Intensidade melhorou a cicatrização.

A introdução desta pesquisa justifica a importância de estudar a fotobiomodulação em cirurgias ortopédicas com pacientes em uso do FEC – Ilizarov, no capítulo seguinte trata - se dá contextualização, dividido em subcapítulos que abordam a história e uso do FEC e da técnica Ilizarov, bem como a anatomia e fisiologia da pele e seu processo de reparo. Os tratamentos convencionais das feridas cutâneas são relatados, apontando prós e contras, para então ser apresentado o laser e a fotobiomodulação em reparo tecidual. O último subcapítulo da contextualização se refere às variáveis utilizadas no trabalho: escala de cicatrização BWAT, dor, temperatura e pH da lesão.

O capítulo três trata dos objetivos, enquanto o quatro da metodologia, descrevendo com detalhes o protocolo clínico adotado de acordo com padrões internacionais, o CONSORT.

Os demais capítulos do trabalho são divididos entre os resultados obtidos, a discussão e a conclusão.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, milhares de cirurgias osteomusculares são realizadas anualmente e este número de procedimentos produz um impacto socio e econômico para o país. De acordo com o banco de dados do Sistema de Internações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS), as fraturas foram responsáveis por quase 280.000 internações ocorridas em 2000. Em 2014, mais de 14 mil cirurgias osteomusculares foram realizadas por retardo na consolidação ou perda óssea. No período que compreende os anos de 2012 a 2014, mais de R\$ 370 milhões de reais foram gastos com procedimentos cirúrgicos de ordem ortopédica. Observa-se que mesmo com uma evolução adequada, há uma repercussão na qualidade de vida do paciente, dias de trabalho são perdidos ao ano devido a incapacidade de realizar suas atividades diárias, levando à perda de produtividade e renda. Sendo assim, é importante que novos métodos auxiliem na recuperação precoce, possibilitando a antecipação destes pacientes ao seu retorno às atividades laborais.

Dos pacientes vítimas do trauma fechado, as lesões musculoesqueléticas são as mais frequentes, o que faz entender a importância da técnica de Ilizarov, optando-se pelo uso do fixador externo circular (FEC) para o auxílio do tratamento de fraturas, porém, o uso do FEC ocasiona feridas cutâneas na região da inserção de pinos Schanz e fios Kirschner possibilitando a ocorrência de complicações que repercutem no tratamento ortopédico do paciente.

Para auxiliar na cicatrização destas lesões cutâneas, este estudo verificou o uso da FBM após a colocação do FEC do modelo ILIZAROV. Os lasers de baixa potência foram introduzidos como modalidade terapêutica na década de 60, devido às baixas densidades de energia e de potência utilizadas, incapazes de produzir aumento no gradiente de temperatura do tecido além dos 2 °C.

Atualmente, a FBM pode ser utilizada por vários profissionais nas mais diversas áreas da saúde, sendo o enfermeiro respaldado pela Parecer Técnico Coren/SP N°004/2016.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

21 Fixação externa circular - Técnica de Ilizarov

Os fixadores externos são aparelhos que permitem manter a estabilidade da estrutura óssea, por meio de FK transósseos e PS rosqueados, colocados de forma percutânea, que atravessam partes moles chegando até o osso e são conectados a anéis e barras rígidas externas, (Bucholz, 2013). Tem como componentes básicos os fios e pinos de fixação transóssea, os anéis e as hastes de sustentação externa, e os clampes que são elementos de fixação entre os fios, pinos e as hastes. O aparelho geralmente é confeccionado em aço, mas também pode ser encontrado em alumínio e carbono (Isaac et al., 2000). O avanço tecnológico permitiu o incremento do material, da estabilidade e das técnicas operatórias, constituindo hoje um valioso instrumento no tratamento de fraturas graves e de diversas patologias osteoarticulares (Imamura et al., 1995).

O método de Ilizarov é uma técnica que foi desenvolvida em meados de 1951, pelo professor Gavriil Abramovich Ilizarov, que iniciou sua carreira tratando de pacientes na Sibéria Ocidental, os quais retornavam da Segunda Guerra Mundial com fraturas complexas e lesões de partes moles. Seu método reduzia significativamente o tempo de cicatrização, proporcionando que os soldados voltassem mais cedo para suas rotinas. Esta técnica possibilitou preservar a circulação endosteal e periosteal do membro, permitindo a compressão e distração do foco da fratura, assim como outras patologias.

A fixação externa circular é uma opção na reconstrução de membros gravemente traumatizados quando outros métodos, tais como as hastes utilizadas internamente ou placas e parafusos, não podem obter o sucesso esperado, como na vigência de infecção, perda de substância óssea ou de tecidos, ou o traumatismo grave das partes moles, situação em que uma dissecação cirúrgica aumentaria ainda mais os danos já existentes ou faria aumentar a chance de infecção local (Golyaklovsk, Frankel, 1993).

Segundo VIDAL et al., vários autores desenvolveram outros tipos de fixadores, entre os quais podemos citar: a) fixador unilateral-apresenta uma barra rígida através de pinos, sendo está a armação mais simples; b) fixador bilateral, que é composto por

duas hastes rígidas em ambos os lados do membro afetado, por meio de pinos que transfixam o osso; c) fixador triangular - tem três hastes rígidas onde os pinos são colocados em dois ou mais planos para aumentar a estabilidade; d) fixador quadrilateral é formado por quatro barras, duas de cada lado do membro afetado e os pinos são conectados entre si; e) fixador semi-circular composto de hastes que circundam parcialmente o membro afetado; f) fixador circular ou externo de Ilizarov - é composto de hastes que envolvem completamente o membro afetado, com características de anular todas as forças que tendem a desviar os fragmentos ósseos (fratura), sendo extremamente estável. Este modelo tem sido mais utilizado nas últimas décadas (Yilmaz et al.,2003) e por isso foi o eleito neste estudo.

Na figura 1 é possível observar alguns modelos de fixadores.

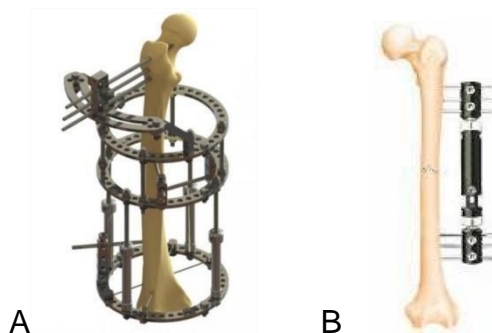


Figura 1: (A) Fixador externo circular. (B) Fixador externo linear.

Fonte: World Fix Ind. E Com. De Produtos Ortopédicos.

http://www.worldfix.com.br/pt/produtos/fixadores_externos/fixador-externo-click#

Sobre as estruturas mais comuns que compõem o aparelho para fixar o osso e seus anexos são: arcos, anéis, semi – anéis, fixa fios, hastes e barras telescópicas e rosqueadas, conexões diversas e FK e PS, sendo estes últimos atribuído maior ênfase por serem estruturas metálicas filamentosas que ocasionam feridas na pele durante o uso juntamente com o aparelho durante o tratamento.

O fio Kirschner ou ainda chamado de fio liso não rosqueado foi idealizado pelo cirurgião Martin Kirschner em 1909, no início para procedimento de tração esquelética, apesar do seu aspecto simples, o professor Ilizarov utilizou em suas pesquisas clínicas, considerando importantes vantagens: quando atravessa os tecido, lesa pouco o osso compacto e a medula óssea; apropriadamente tensionado, amortece a vibração óssea e das partes moles, devido a sua elasticidade; depois da remoção do fio, os

orifícios de penetração remanescentes são muito pequenos devido ao diâmetro dos furos cutâneos permite mínima contaminação externa.

Na técnica de Ilizarov, descobriu-se que o tipo de fixação limitada pela elasticidade dada pelos fios tinha uma vantagem particular: gerava uma rápida formação do calo e maturação óssea (regeneração óssea), os fios com os anéis no FEC apresentam características biomecânicas ideais para a estabilização dos fragmentos ósseos, servindo de sustentação estrutural e promove o alinhamento e todas outras correções necessárias. No FEC os fios podem ser dos tipos de ponta em trocânter, baioneta ou ainda olivados, este último com maior estabilização, quanto aos tamanhos de diâmetros podem ser: fios de 1,8 mm para os pacientes adultos e 1,5mm para usar em crianças, quanto ao comprimento, podem ser: 300,370,400mm possibilitando o uso da diversidade de tamanhos de anéis.

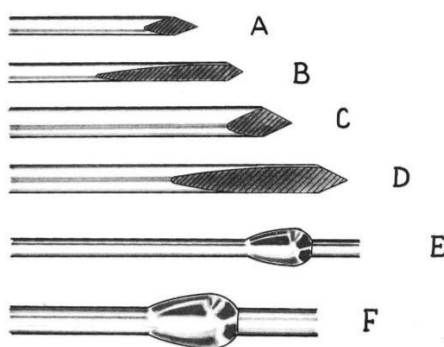


Figura 2: Fios usados no sistema de Ilizarov. (A/ C) Fio de 1,5 e 1,8 mm com ponta em trocânter. (B/ D) Fio 1,5 e 1,8mm com ponta baioneta.

(E/ F) Fios de 1,5 e 1,8 mm olivados.

Fonte: Manual de Técnicas Operatórias do Método Ilizarov / Vladimir Golyakhovsky – Ed. Revinter – 1996

Para os acessórios como pinos de Schanz, estes utilizados para fixação do anel e estrutura óssea, mede 4 e 5 mm de diâmetro, quanto aos tamanhos mais utilizados são 120,150,180 mm de comprimento, sendo os tipos mais comuns PS com extremidades rosqueada interrompida e extremidade rosqueada cônica contínua. As principais indicações para uso de PS são: anatomia ao nível do membro onde estruturas neurovasculares podem ser facilmente comprometidas; quando a aplicação de um anel não for possível e tiver que substituir por um semi-anel ou arco com o propósito de maior estabilidade e ainda quando for necessário sustentação adicional depois da fixação do FK já ter sido realizada. A desvantagem do PS é que deixa uma

cicatriz maior, sobretudo pode irritar a pele e partes moles profundas, causa dor significativa e fica mais susceptíveis a infecção no trajeto do pino em relação ao fio.

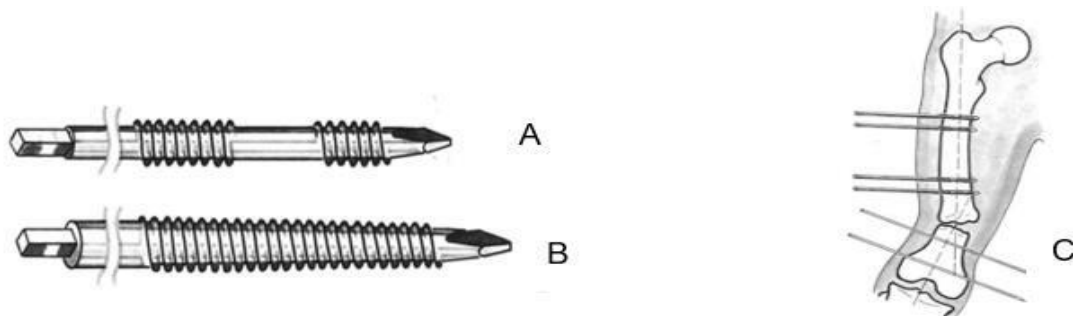


Figura 3: (A) Pino de Schanz de 4mm de diâmetro, porção rosqueada interrompida. (B) Pino de Schanz de 5mm de diâmetro, porção rosqueada contínua. (C) Uso combinado de PS e FK no fêmur em pseudartrose e valgismo.

Fonte: Manual de Técnicas Operatórias do Método Ilizarov / Vladimir Golyakhovsky – Ed. Revinter - 1996

Apesar de vários estudos relacionados a fixadores externos, não existem indicações absolutas para o tratamento, cada caso deve ser individualizado pelo médico, assim como o seu tempo de uso. O uso do FEC pode variar entre seis meses e um ano, podendo, em alguns casos, consolidar a fratura óssea antes ou algum tempo depois deste período, a depender de fatores intrínsecos e extrínsecos, como a gravidade da fratura ou da deformidade óssea, a extensão do osso a ser alongado e o estado clínico do paciente, (Hoppenfeld et al.,2001).

O método tornou-se nos últimos anos um recurso indispensável e insubstituível como opção de tratamento aos pacientes politraumatizados e crônicos, isso devido ao aumento de lesões traumáticas (óssea e tegumentar) do aparelho locomotor provocadas por acidentes que envolvem alta quantidade de energia (Targa et al.,2012).

O método de utilização do aparelho trouxe um conhecimento inovador para a ortopedia, pois permitiu o tratamento de casos complexos, tais como ausência de consolidação óssea, falhas ósseas, correção de deformidades ósseas, fraturas multifragmentares e infecções ósseas. Esses tipos de casos frequentemente não eram bem-sucedidos com as técnicas convencionais, e geralmente se propunha a

amputação após múltiplos insucessos com as técnicas convencionais (GOLYAKHOVSKY et al., 1986b).

Dentre as vantagens da fixação externa em relação às demais formas de tratamentos é destacada a possibilidade de imobilização estável em fraturas complexas ou com grande desvitalização de tecidos moles, permitindo o controle sistêmico da área afetada que não fica encoberta pelo aparelho gessado, ou ainda diminui o risco de infecção com material intraósseo, possibilitando enxertia de pele quando necessário simultaneamente ao uso do fixador externo (Isaac et al., 2000b).

Outras vantagens importantes do uso do FEC são a deambulação precoce, a mobilização imediata das articulações próximas ao foco da fratura, impedindo a rigidez articular, a possibilidade de carga parcial ou total sobre o membro inferior acometido após os primeiros dias de pós-operatório, garantindo a recuperação funcional precoce com a ossificação e melhora do tônus muscular e da qualidade de vida do paciente. Entre tantas indicações, as mais utilizadas são para pacientes com fraturas intra-articulares, deformidades congênitas, perda óssea, dismetria óssea, pseudartrose e consolidações viciosas, (Yilmaz et al., 2003), (Targa et al., 2012), (Catagni et al., 1996). Dismetria óssea é a diferença de comprimento ou discrepância dos membros inferiores que pode ser patológica (falha óssea por fratura) ou congênita (tratamento na fase adulta). Patologias de pseudartrose são casos de fraturas que não consolidaram por outros métodos, exemplo é o uso de placas em ossos ou hastes intraósseas. Consolidação viciosa trata-se da consolidação da fratura em uma posição não ideal, não anatômica, levando à incapacidade funcional.

Neste estudo foram abordados pacientes com dismetria óssea, pseudartrose e consolidações viciosas, considerando incidência maior nestes casos e, portanto, maior facilidade de recrutamento dos participantes.

É possível também encontrar complicações que podem afetar a vida diária do paciente durante o uso da fixação externa, como edema do membro, desconforto local evoluindo para dor, rubor, calor, inflamação ao redor do pino ou do fio até possível infecção local, sendo esta uma das maiores complicações durante o tratamento (Fragomen et al. 2007). Mesmo com as complicações citadas ainda não existe até o momento outra técnica que possa substituir o uso do FEC com estas propriedades de estabilização e preservação de partes moles para evitar a piora do quadro terapêutico. No entanto os fabricantes estão buscando novas tecnologias na fabricação do fixador

com intuito de melhorar a qualidade do material e assim diminuir as reações adversas causadas por fios e pinos. (Golyakhovsky et al.,1993).

Considerando os princípios da cirurgia com o FEC, ao realizar a implantação dos fios e pinos no membro do paciente, as lesões percutâneas são formadas na interface do PS ou FK com a pele, em seu local de penetração, sendo que ficam mais acentuadas na fase de distração do aparelho, ou seja, quando ocorrem correções graduais durante o tratamento devido aos ajustes periódicos dos anéis e barras conectados a estes fios e pinos ou ainda enquanto o paciente está dinamizando o mesmo através da frouxidão do aparelho, para que possa testar a consolidação óssea através da deambulação. Diante disso, o aparelho pode ficar instável, ocorrendo a piora dos sinais e sintomas nas lesões cutâneas, na inserção dos fios e pinos no decorrer do tratamento (Fragomen et al.,2007)

Segundo Ilizarov (1989) cita que alguns cuidados específicos devem ser mantidos pelo cirurgião durante a colocação do FEC para evitar danos em tecidos nobres: os fios devem ser empurrados para o osso e não perfurados através dos tecidos moles; a localização do posicionamento do pino ou fio também deve ser considerada uma vez que a tração dos tecidos moles ao redor de pinos e fios levam ao aumento do risco de infecção e quaisquer pinos localizados em áreas com tecidos nobres, como tendões e articulações, estão em maior risco de infecção.

Deve-se enfatizar que qualquer estratégia para reduzir as complicações no local do pino e fios começa no centro cirúrgico. A inserção de fios e pinos deve ser a menos traumática possível, com danos mínimos para a pele, tecidos moles e ossos (Ilizarov, 1989). As incisões cutâneas no intraoperatório devem ser realizadas com cuidado para evitar tensão na pele, ao mesmo tempo, as incisões devem ser iguais ou próximas ao diâmetro do pino e fio, evitando grandes feridas abertas ao redor destes materiais. É recomendado suturar a lesão cutânea quando as inserções encontram - se desnecessariamente maior ao redor dos pinos e fios. Embora o tecido ósseo seja o alvo durante o tratamento com este tipo de aparelho, as lesões de pele ou feridas cirúrgicas provocadas na inserção de seus FK e/ou PS merecem atenção para que o processo de cicatrização transcorra da melhor forma possível, reduzindo a dor e a possibilidade de infecção da pele por meio do F.E.C e seus componentes.

22 Anatomia e fisiologia da pele

A pele é o maior órgão do corpo humano, corresponde a 3,5 kg do peso corporal em indivíduos adultos e mede aproximadamente 1,5 a 2 m², tem a função principal como uma barreira protetora contra o meio ambiente limitando a penetração de agentes potencialmente nocivos nos órgãos internos e participa do mecanismo de termorregulação, prevenindo a desidratação corporal (Borges, 2006). É dividida em três camadas: epiderme, derme e hipoderme (figura 04). A epiderme, a camada superficial, é composta principalmente de queratinócitos, mas também contém outros tipos de células, como as células de Langerhans e melanócitos, fornecendo uma barreira contra a infecção e perda de umidade (Jones et al., 2002; Metcalfe et al., 2007). A camada dérmica, situada abaixo da epiderme, é responsável pela elasticidade e integridade mecânica da pele. Contém matriz extracelular vascularizada (MEC) rica em colágeno, elastina e glicosaminoglicanos. Possui como componentes celulares fibroblastos, células endoteliais, células musculares lisas e mastócitos (Jones et al., 2002; Supp, Bocy, 2005; Metcalfe et al., 2007). A hipoderme, localizada abaixo da derme, é composta principalmente de tecido adiposo e colágeno e atua principalmente como fonte de energia, (Bottcher-Haberzeth et al., 2010; Metcalfe et al., 2007).

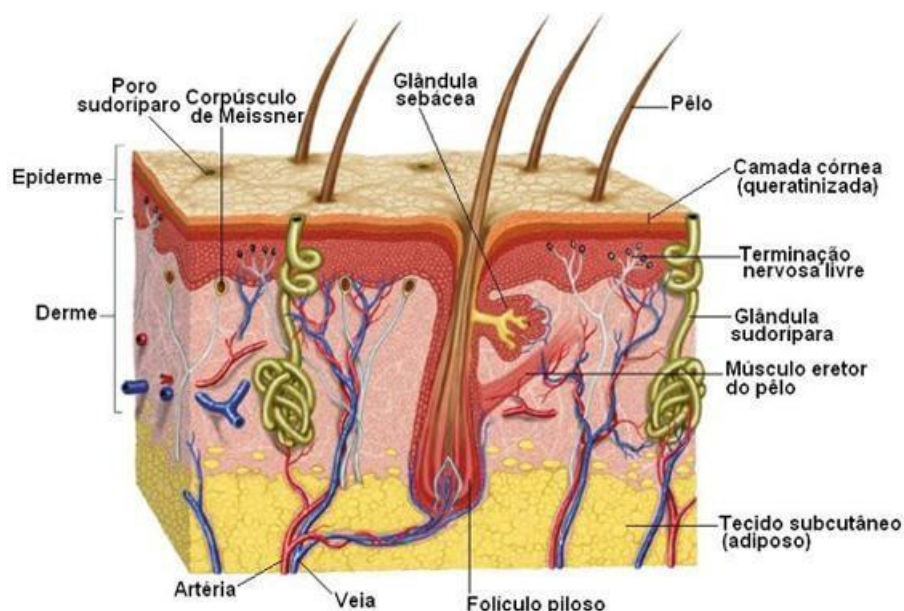


Figura 4: Anatomia da pele humana e anexos. Fonte: BORGES, 2006.

23 Processo do reparo tecidual em ferida cirúrgica

Uma ferida cirúrgica é uma ferida incisa resultante de um corte no tecido produzido por um instrumento cirúrgico, criando então uma abertura em uma área do corpo ou em algum órgão (Santos et al.,2011). Estas podem ser classificadas como agudas e, por serem intencionais, são planejadas e realizadas de modo a reduzir os riscos de complicações têm tendência à regressão espontânea e completa, em um prazo esperado. No entanto, podem tornar-se complexas quando apresentam complicações no processo de cicatrização e crônicas, por apresentarem uma longa duração no processo de cicatrização. (Carvalho; Borges, 2011).

Deve-se considerar as condições do paciente, idade, peso corporal, doenças pré-existentes, tipo de afecção cirúrgica, procedimento técnico adotado e possíveis complicações sistêmicas ou locais os quais podem influenciar o processo de cicatrização. As complicações mais frequentes na cicatrização destacam-se o seroma, o hematoma, a deiscência e a infecção (Carvalho; Borges, 2011).

A cicatrização do sítio cirúrgico pode ocorrer por três formas: cicatrização por primeira intenção, através da aproximação das bordas (justaposição) e o fechamento da ferida; cicatrização por segunda intenção, ocorre quando o sítio cirúrgico é deixado aberto e a ferida cicatriza por incompleto na formação de tecido de granulação e epitelização, uma vez que não é possível aproximar as bordas; e a cicatrização por terceira intenção, quando a ferida é deixada aberta por um curto período de tempo e transcorrido este tempo as margens são aproximadas por suturas ou ainda demanda mais tempo para cicatrizar espontaneamente , uma vez que existe espaço morto entre as bordas e necessita de grande formação de tecido de granulação para o seu preenchimento até que a contração tecidual e a epitelização ocorram totalmente.(Carvalho; Borges, 2011).

Durante a cicatrização acontece o reparo tecidual, processo responsável por novos tecidos, através da neoformação e proliferação de tecido conjuntivo, vascularizado. A regeneração restitui a integridade e a função em alguns tipos de agressão e epitelização das feridas. A cicatrização é o tipo mais comum de reparo e pode ocorrer junto com a regeneração, (Santos et al., 2011).

O processo de cicatrização visa restabelecer a homeostasia da pele e apresenta uma evolução natural em fases, desde que não existam fatores que contribuam para que o processo se torne crônico (Pessoa, 2014). São três fases sobrepostas:

inflamatória, proliferativa e de remodelação (figura 05) A fase inflamatória inicia - se logo após a lesão tecidual com a vasodilatação e aumento da permeabilidade vascular, promovendo a quimiotaxia de neutrófilos, sendo estas, as primeiras células responsáveis pela resposta inflamatória a chegarem ao tecido lesado, seguidos por monócitos e linfócitos. A fase proliferativa, também chamada de granulação, é caracterizada pela reepitelização da epiderme e pelo reparo da camada dérmica ou mesenquimal subjacente. Ocorre em quatro etapas fundamentais: epitelização, angiogênese, formação de tecido de granulação e deposição de colágeno, inicia quatro dias após a lesão, e se estende até o término da segunda semana, nesta fase os fibroblastos produzem elastina, fibronectina, glicosaminoglicana e proteases, estas responsáveis pelo desbridamento e remodelamento fisiológico (Van, 1967). A parte final da fase proliferativa é a formação de tecido de granulação, com fatores de crescimento e a ativação de fibroblastos, estes estimulam a produção de colágeno tipo I. Na fase de remodelação ocorre a deposição de colágeno de forma organizada aumentando a resistência da ferida. (Mandelbaum et al., 2003; Profyris et al., 2012)

Ao longo deste processo ocorrerá coagulação, inflamação, proliferação celular, contração da ferida e remodelação (Ribeiro et al., 2009, Mendonça et al., 2009, Isaac et al., 2010).

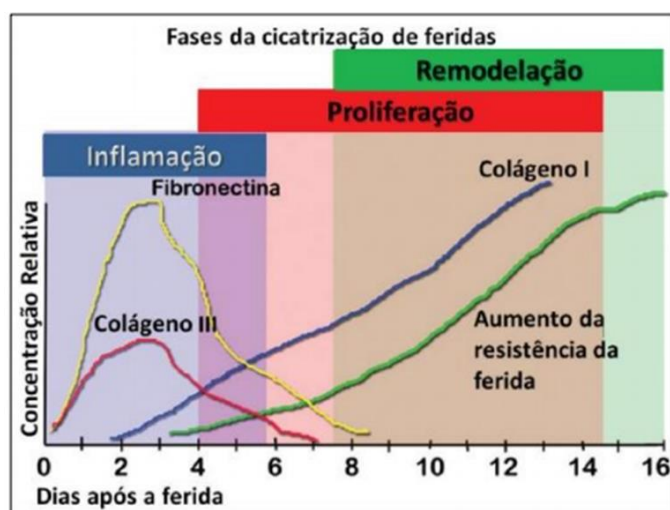


Figura 5: Fases da cicatrização e a deposição dos componentes da matriz cicatricial ao longo do tempo. Fonte: Isaac et al 2010.

Sendo assim, diante de vários acontecimentos no processo de cicatrização em uma ferida cirúrgica, é importante realizar avaliação clínica constantemente da ferida, incluindo a mensuração, a inspeção do tecido com atenção à reepitelização, a

integridade da linha de sutura quando houver, a palpação da incisão e a verificação da presença de exsudato, atentando-se para o aspecto do mesmo (BWAT et al., 1998).

Diante das lesões de pele que são ocasionadas na técnica cirúrgica para colocação do FEC, pode-se considerar tais lesões como feridas cirúrgicas, agudas, que cicatrizam por segunda intenção (Dealey C.,2001). Além disso, são lesões limpas por não apresentarem sinais de infecção e serem provocadas em condições assépticas, no centro cirúrgico.

24 Tratamento convencional da ferida cutânea

De acordo com Smaniotto et al. (2010), os curativos são definidos como meio terapêutico que consiste na limpeza e aplicação de material sobre uma ferida para sua proteção, absorção e drenagem de exsudatos, com o objetivo de melhorar as condições do leito da ferida. Os curativos podem ser classificados como passivos, com princípio ativo, inteligentes, biológicos e os que utilizam novas tecnologias como pressão negativa.

Nas lesões ocasionadas pelo FEC, o curativo convencional, não está bem definido, então fica a critério da rotina do serviço de origem do paciente, o curativo mais comum é com soro fisiológico 0,9% para higienização e uso de ácidos graxos essenciais (AGE) para hidratação, mantendo o equilíbrio hídrico nas inserções de fios e pinos, a frequência é uma vez ao dia. Mas nem sempre é possível obter a cicatrização com curativo simples por completo destas lesões devido à agressão que o tecido tegumentar sofre com o contato constante do fio e pino (corpo estranho).

Sendo assim, a hipótese do estudo é que a FBM amenize os sinais da agressão tecidual provocada pelos fios e pinos e auxilie na cicatrização da lesão ocasionada.

25 Laser e Fotobiomodulação

A palavra laser significa amplificação da luz por emissão estimulada de radiação e originou-se da abreviação de “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” (ROCHA Jr et al., 2006). Os princípios envolvidos na geração desse tipo de luz iniciaram-se com Albert Einstein em 1917, mas foi em 1960 que Theodore Maiman construiu o primeiro equipamento laser, usando rubi como meio ativo. O primeiro estudo sobre o uso do laser em tecido mole foi realizado por Mester et al. (Mester et

al. 1967). A luz é uma radiação eletromagnética que pode ser classificada por meio de uma escala: o espectro eletromagnético, que divide os tipos de feixes de luz de acordo com o seu comprimento de onda (λ), distância percorrida por uma porção de energia em uma oscilação completa da onda medido em nanômetros (nm). Dependendo do comprimento de onda, a luz pode ser classificada como ultravioleta, luz visível ou infravermelha. O laser possui três características importantes: feixe de luz monocromático (apresenta uma cor correspondente a um único comprimento de onda do espectro eletromagnético), colimado (a luz não diverge, favorecendo a transmissão de uma grande quantidade de energia a um alvo) e coerente (os fótons caminham em fase no tempo e no espaço (Bagnato; Paolitto, 2014). A penetração da luz laser nos tecidos não depende somente das propriedades anteriormente citadas, pois no momento em que o feixe de luz toca o tecido ocorre reflexão. No interior do meio e simultaneamente, ocorrem a refração, a absorção, o espalhamento e a transmissão dos fótons, que dependem fundamentalmente de dois fatores: do comprimento de onda e dos cromóforos do meio.

De acordo com a potência de emissão, a radiação laser pode ser classificada em: potência elevada, média ou baixa (Agne, 2004; Genovese, 2000).

A terapia laser de baixa potência, ou terapia por fotobiomodulação (FBM), tem sido usada por mais de 20 anos na prática clínica como moduladora de vários processos biológicos, sendo considerada como um recurso físico não invasivo, indicado para reduzir a dor, acelerar o processo cicatricial e atuar de forma importante nos processos inflamatórios (Khandra et al., 2005).

Os lasers são classificados em alta potência e baixa potência. O laser de alta potência ou cirúrgico tem efeitos de ablação, sendo indicado para procedimentos cirúrgicos como cortes, coagulação e cauterização. O laser de baixa potência (FBM) é utilizado para fins terapêuticos e bioestimulantes, agindo principalmente como acelerador de processos cicatriciais (Cavalcanti et al., 2011). A indicação dos tipos de laser é caracterizada pelos diferentes comprimentos de onda (determinantes da profundidade de penetração) e pela potência. Os lasers usados para a FBM não podem produzir aquecimento nos tecidos vivos superior a 2°C. Os métodos de irradiação, podem ser pontual, por varredura ou ainda por aplicação por iluminação uniforme do tecido. Os parâmetros de irradiação do laser fornecidos em qualquer estudo devem ser, no mínimo, o comprimento de onda (λ), em nanômetros (nm), potência dos fótons, em miliwatts (mW), densidade de potência, ou irradiância (I), em

mW/cm², tempo de exposição, em segundos (s), energia, em joules (J) e a densidade de energia ou exposição radiante (H), em J/cm², área do feixe na superfície do alvo biológico, em cm², menção da técnica de aplicação, se com ou sem contato, e modo de emissão, se contínuo ou pulsado.

Em relação à interação entre o laser e os tecidos biológicos, a profundidade da penetração da luz será proporcional ao comprimento de onda (Figura 4) (Genovese,2000), mas isso não é uma regra, pois acima de 1000 nm a absorção pela água começa a diminuir a penetração. Cada tipo de laser resulta em luz de comprimento de onda específico e cada comprimento de onda interage de maneira diferente com cada tecido (Cavalcanti et al., 2011). Os efeitos terapêuticos da FBM são atribuídos à capacidade da luz, nos comprimentos de onda principalmente vermelho ou infravermelho próximo, de modificar o metabolismo celular em consequência da absorção desta por fotorreceptores existentes nas células (KARU, 1999).

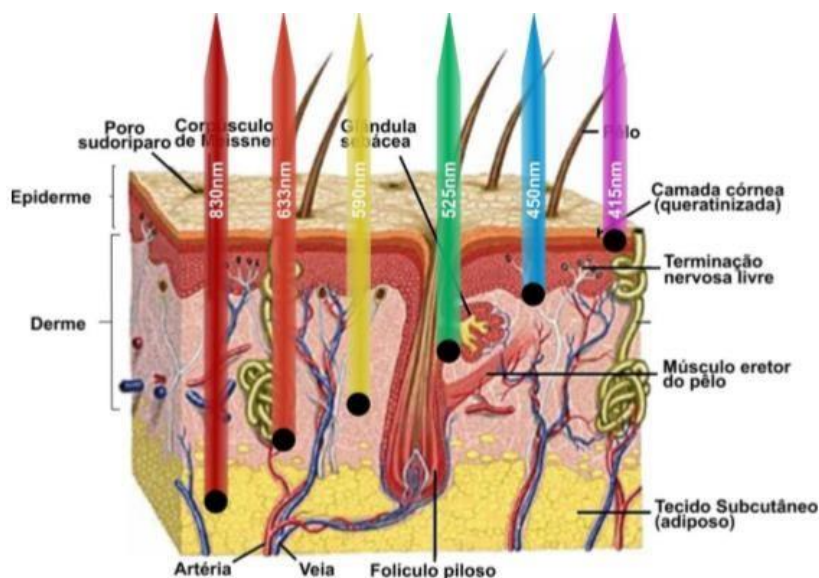


Figura 6: Interação da luz com o sistema tegumentar.

Fonte: <https://www.brightenyourmood.com/media/2016/12/wavelength-skin-1.jpg>

A Fotobiomodulação (também conhecida como Fototerapia) é usada para abordar de forma mais abrangente a ação da luz com propósitos terapêuticos, o efeito pode ser bioestimular ou bioinibir, a depender das condições do tecido alvo e dos parâmetros dosimétricos da radiação óptica (Hamblin, 2010) e (Karu,1999). É um dos tratamentos que demonstram excelentes resultados na cicatrização, por auxiliar em

todas as etapas do processo de reparo. Se destaca por ser considerado um recurso não invasivo, seguro e eficaz, tanto como terapia isolada, como associado a outros tipos de recursos biológicos e tecnológicos, (Guirro et al., 2010).

A reação fotobiológica (interação da luz com o tecido biológico) implica na absorção de um comprimento de onda específico por moléculas fotorreceptoras especializadas, denominadas de cromóforos. Os cromóforos são os responsáveis por absorver a luz dos fótons. Este fenômeno estabelece um estado molecular eletronicamente excitado que resulta em modulação da atividade celular (Karu, 1999).

Na década de 1980, Tina Karu através de várias pesquisas estabeleceu as bases para compreensão dos mecanismos moleculares associados aos efeitos da luz sobre os tecidos (Karu et al., 1982). As respostas celulares à luz surgem por reações primárias na cadeia respiratória e secundárias no citoplasma e no núcleo das células (KARU; KOLYAKOV, 2005).

Os mecanismos primários atuam diretamente sobre as moléculas fotorreceptoras, ocorrem durante a irradiação e têm efeitos observados logo após a irradiação. Os mecanismos secundários das reações fotobiológicas são responsáveis pela conexão entre a resposta à ação da luz pelos fotorreceptores localizados na mitocôndria e os mecanismos de síntese de DNA e RNA localizados no núcleo. Uma complexa cascata de sinalização celular ou transdução e amplificação do sinal fotônico é ativada e está associada a mudanças na homeostasia celular, alterações no ATP, modulação da síntese de DNA e RNA, mudanças na permeabilidade de membrana, despolarização da membrana da célula e alcalinização do citoplasma (KARU, 1989; KARU, 1999). Esses mecanismos dependem de vários parâmetros como a exposição radiante de irradiação, o comprimento de onda, o modo de emissão (pulsado ou contínuo) e a intensidade da excitação. O estado geral redox e o pH da célula também influenciam a resposta celular à luz (DIAS, 2009).

A FBM tem indicação efetiva em casos de reparação tecidual, devido a características como: estímulo à proliferação de fibroblastos, (Fortunata et al.,2017), redução do processo inflamatório (Bayat et al.,2005) e aceleração na síntese de colágeno Melo et al., 2005 e no processo de cicatrização de feridas na pele (Kubota 2004, Silva et al., 2010). Assim, a FBM é indicada como recurso terapêutico capaz de auxiliar o processo de cicatrização de tecidos, com os relatos na literatura que comprovam a interação fotobiológica da luz com os tecidos lesados, e com isso,

estimulam eventos específicos como os citados acima, os quais são indispensáveis para a boa evolução do processo de cicatrização.

26 Tratamento da ferida com a fotobiomodulação

Após a busca constante da literatura sobre o uso da FBM em lesões ocasionadas pela técnica cirúrgica durante a colocação do FEC, não foram encontrados trabalhos, tornando esta pesquisa promissora e inédita. A intervenção precoce no tratamento da ferida cirúrgica por meio da aplicação da FBM pode ser uma importante estratégia terapêutica na aceleração da cicatrização, redução de complicações, profilaxia da infecção e diminuição significativa dos gastos aos serviços de atenção à saúde.

A literatura evidencia os efeitos do laser sobre a cicatrização de feridas e alívio de dor (Bjordal et al., 2006; Rocha Jr et al., 2006; Andrade et al., 2014; Silva JP. et al., 2010; Lins et al., 2011). Estudos mostraram que a laserterapia de baixa intensidade é eficaz na cicatrização de feridas por atuar como fotobioestimulador em lesões teciduais, modular o processo inflamatório e acelerar o processo de reparo tecidual (Silva et al., 2014).

Walsh (1997) e Conlan (1996) citam que as principais modificações histológicas observadas nas feridas tratadas com laser terapêutico incluem a redução da quantidade de infiltrado inflamatório, aumento na formação de tecido de granulação, aumento na proliferação fibroblástica e síntese de matriz extracelular, colágeno, aumento da neovascularização e granulação no leito da ferida.

A FBM também aumenta a citocinas e fatores de crescimento, que são responsáveis por muitas fases da cicatrização (Garcez et al., 2012). Sabe-se que um comprimento de onda de 633 nm estimula a síntese de proteínas e os níveis de mRNA de interleucinas (IL) 1 e 8 de queratinócitos, estas responsáveis pela fase inflamatória inicial do processo de reparo tecidual. Além de dessas substâncias, o laser de baixa potência também regula citocinas responsáveis por estimular a proliferação e migração de fibroblastos (Garcez et al., 2012), como, também, promove aumento de fatores de crescimento como VEGF, responsável pela neovascularização. Outro fator de crescimento, o TGF- Beta, responsável por induzir os fibroblastos a produzirem colágeno é regulado pela FBM (Khanna et al., 1999).

Pereira et al. (2010) analisaram o processo inflamatório agudo, bem como o mastócitos e a resposta vascular sob a influência do laser em feridas cutâneas em um

estudo experimental com o laser de baixa intensidade (670 nm) foi aplicado imediatamente após a cirurgia, na dose de 4 J/cm², por 124 segundos., após as análises o tratamento resultou em aumento da resposta inflamatória aguda nos tecidos irradiados que apresentaram maior número de células polimorfonucleares, mastócitos e vasodilatação, em relação ao grupo controle, sendo assim o laser favoreceu uma maior expressão de VEGF de 6 a 24 horas após o tratamento e concluiu-se que esta terapia foi capaz de amplificar o processo inflamatório agudo durante as primeiras horas após o procedimento cirúrgico.

Colombo et al. (2013), em estudo que investigou a angiogênese em feridas cutâneas no dorso de ratos tratados com laser de baixa intensidade (660 nm), postularam que o número de vasos sanguíneos recém-formados foi maior nos animais irradiados em comparação ao grupo controle. Melo et al. (2011) e Bossini (2007), baseados na premissa da radiação laser apresentar capacidade de promover angiogênese e aumento de fluxo sanguíneo, analisaram este recurso na viabilidade de retalhos cutâneos em ratos. Tais autores demonstraram que a terapia aumentou o número de vasos sanguíneos favorecendo a integração dos retalhos cutâneos assim como a irradiação precoce sobre feridas é capaz de acelerar o fechamento das mesmas, com efeitos nas fases inflamatória e proliferativa, conseguindo estimular um processo de cicatrização mais organizado em relação as fibras de colágenos , que influencia até mesmo o aspecto estético da cicatriz (Tatarunas et al., 1998; Elwakil, 2007).

27 Variáveis

As variáveis, também chamadas de desfechos, são monitorizadas durante um estudo para documentar o impacto que uma dada intervenção ou exposição tem na saúde de uma dada população. A variável primária é a mais relevante para responder à questão da pesquisa, já as variáveis secundárias são adicionais, monitoradas para auxiliar a interpretação dos resultados primários e ainda fornecem dados preliminares para um estudo mais abrangente. (Ferreira, Palatino, 2017)

Consensos internacionais para tratamento de feridas recomendam que a avaliação seja no mínimo semanal, por meio de um instrumento padronizado que permita monitorar de forma confiável o processo de cicatrização. No entanto, ainda

não existe um consenso sobre a melhor forma de avaliar a ferida e o processo de cicatrização (Alves et al.,2015).

A literatura internacional disponibiliza instrumentos para avaliação de feridas, dentre eles o Pressure Score Status Tool (PSST), (Pillen H.et al., 2009), Pressure Ulcer Scale for Healing (PUSH).(Thomas DR. et al., 1997), Wound Healing Scale (WHS), (Krasner D et al., 1997), Sussman Wound Healing Tool (SWHT) (Susman et al., 1997) e o Bates-Jensen Wound Assessment Tool (BWAT) (Harris C et al., 2010). Estes instrumentos são validados, confiáveis, de auxílio à prática clínica e podem ser utilizados como ferramentas de decisão, pelo enfermeiro, sobre o tratamento do paciente. Dentre os instrumentos citados, pode-se destacar o PSST, desenvolvido em 1990, por meio da Técnica Delphi, com a finalidade de acompanhar o processo de cicatrização das úlceras por pressão. Em 2001, o instrumento foi reformulado para poder ser utilizado em feridas de outras etiologias, passando então a ser denominado Bates-Jensen Wound Assessment Tool (BWAT). Para este estudo foi considerado a escala BWAT, por ser a mais completa para análise no tipo de lesão provocada com o uso do FEC.

Vale ressaltar que o instrumento BWAT foi traduzido e adaptado para a cultura brasileira com êxito em 2012, seguindo as recomendações da literatura, e demonstrou boa praticabilidade para utilização na prática clínica e na pesquisa (Alves D. et al.,2015). A escala contém 13 itens que avaliam tamanho, profundidade, bordas, descolamento, tipo e quantidade de tecido necrótico, tipo e quantidade de exsudato, edema e endurecimento do tecido periférico, cor da pele ao redor da ferida, tecido de granulação e epitelização. A escala é medida por escore, de 1 a 5, onde 1 indica a melhor condição da ferida e 5, a pior condição. O escore total é obtido com a soma de todos os itens e pode variar de 13 a 65 pontos.

As outras variáveis usadas foram a dor, a temperatura e o pH da lesão. A dor é um fenômeno complexo e multidimensional, conceituada pela IASP (International Association for the Study of Pain (IASP)), como experiência sensorial e emocional desagradável associada a dano tecidual real ou potencial ou descrita em termos de tal lesão (IASP, 2001).

A dor relacionada à ferida afeta os aspectos físicos, psicológicos e sociais do paciente impactando negativamente no dia-a-dia e assim dificultando a evolução em qualquer tipo de tratamento (WOUNDS INTERNATIONAL, 2012). Se não for bem conduzida, a dor pode ter um efeito negativo de grande impacto na cicatrização,

interferindo no funcionamento normal e na qualidade de vida do paciente, o qual contribui para o estresse, medo, ansiedade e depressão (Woo e Sibbald, 2009). Dor é uma resposta perceptiva de proteção que pode ser evocada por informações sensoriais, psicológicas e contextuais que informam ao cérebro que o corpo pode estar em perigo (Moseley, 2015). Existem dois tipos de dor, aguda e crônica. Segundo Carvalho (1999), a dor aguda tem duração relativamente curta, que pode ser de minutos a algumas semanas. É decorrente de lesões nos tecidos e processos inflamatórios. Carvalho (1999) relata que a dor crônica tem duração extensa e que geralmente chega há seis meses, podendo decorrer por anos por acompanhar o processo de uma patologia ou estar associada a alguma lesão já tratada.

Desde 2000 a Joint Commission Accreditation on Healthcare Organization (JCAHO) e a Sociedade Americana de Dor (SAD) descrevem a dor como 5º sinal vital. Sendo assim, deve-se avaliar o parâmetro de dor junto como os outros sinais vitais como temperatura, pulso, respiração e pressão arterial, de uma forma automática. Saber qual é a intensidade da dor de um paciente ainda é uma tarefa imprecisa, por ser uma experiência subjetiva e inteiramente influenciada por fatores emocionais, culturais e sociais. No entanto, a dor pode ser mensurada, isto é, quantificada, através de diversas escalas. No presente estudo foi utilizada a escala visual analógica (EVA). A EVA é instrumento unidimensional de avaliação da dor que mensura a intensidade em um intervalo de 0 a 10, no qual zero corresponde à ausência de dor e dez corresponde à pior dor imaginável. Utilizada para pacientes adultos e crianças a partir de 06 anos, com capacidade cognitiva preservada e que demonstram compreensão da escala. Pacientes com déficit de comunicação verbal, porém com cognitivo preservado, podem utilizar a mesma escala, escrevendo, sinalizando ou confirmando o score de dor apontado pela equipe profissional.

A dor é a principal causa de retardo na aquisição funcional nos doentes em uso de FEC pode ser dor noceptiva (dor somática e visceral) causadas por estímulos dolorosos (térmicos, mecânicos ou químicos), associadas a lesões de tecidos, ossos, músculos e ligamentos. Também pode ser não noceptiva (neuropática e psicogênica) de origem no sistema nervoso (Imamura et al., 1995). O acometimento de estruturas nervosas pelo uso do FEC é a dor noceptiva por desferentação, caracterizada por choque (lesão de terminações nervosas / estímulos), sensação de queimação ou ardência local, pontada ou latejamento em áreas com alterações da sensibilidade.

A temperatura corporal tem sido usada através do tempo como parâmetro de saúde e na detecção de muitas alterações patológicas, auxiliando no diagnóstico médico. Hipócrates (400 a.c.) já usava a temperatura para diagnosticar possíveis doenças em seus pacientes. O termômetro, utilizado para verificar a temperatura, foi se aprimorando com os anos e, com a evolução, tornou-se um aparelho básico para diagnosticar o aumento da temperatura. Existem vários tipos de termômetros no mercado, no entanto a atenção especial fica para o termômetro infravermelho, estes em resumo estão classificados como de "contato" ou "sem contato", sendo que após a comparação de precisão, os termômetros infravermelhos sem contato apresentaram melhor resultado e mais confortáveis, especialmente para crianças e para o uso de superfícies, segundo (Teran et al.,2012). O corpo humano possui células e enzimas que funcionam melhor na temperatura em torno de 36 a 37 °C. Na lesão cutânea quando a temperatura da ferida diminui em apenas 2°C, em relação à temperatura corporal, a cicatrização pode diminuir ou até mesmo cessar, ocorrendo uma desaceleração no processo de cicatrização. A lesão aguda ou o rompimento de superfície tegumentar desencadeiam atividades, tais como respostas imunes, vasodilatação inflamatória induzida por citocinas e aumento do metabolismo tecidual, que podem resultar em alterações nas temperaturas dentro e ao redor da ferida, (Petricevich et al.,2004). Tal efeito justifica-se ao fato de os tecidos aquecidos sofrem vasodilatação no leito da ferida e aumentarem a necessidade de oxigênio disponível para os neutrófilos para combater qualquer possível infecção. A verificação da temperatura na ferida auxilia no plano terapêutico e na análise dos resultados do tratamento, (Romanelli et al., 2002 e Wendelken et al., 2011). Estudos sugerem que as medições de temperatura são mais altas em feridas não cicatrizantes, agravadas e agudas, enquanto a temperatura diminui à medida que a ferida progride nas fases de cicatrização. Nos resultados dos estudos que usam termometria infravermelha é sabido que ainda existem controvérsias quanto à temperatura ideal no leito da ferida e há ainda mais controvérsia em relação à cicatrização pós-operatória e ao desenvolvimento de infecção na ferida, (Petricevich et al.,2004).

Outros autores sugeriram que temperaturas persistentemente elevadas no local da ferida indicam o desenvolvimento de infecção, (Robicsek et al.,2007). Pesquisas de (Siah et al.,2015) sugeriram que temperaturas mais frias no local da ferida indicam o desenvolvimento de infecção. Para a cicatrização em ferida aguda pós-incisional normal, os estudos concordaram, em geral, que a temperatura aumenta nos primeiros

dias e subsequentemente retornam o equilíbrio no período de até duas semanas, (Robicsek et al., 2007; Hozic et al.,1996; Siah et al., 2015; Fierheller et al., 2010) concluíram que a termometria infravermelha é um método confiável de medição da temperatura quando empregado em uma condição de temperatura ambiente padronizada. Dini et al. (2014) demonstraram uma relação crescente entre as melhores condições da ferida e a temperatura do leito da ferida, que atingiram 33 a 35°C. Verificaram que as temperaturas das feridas abaixo de 33°C sofreram atraso na cicatrização devido à deposição inadequada de colágeno e células inflamatórias e fibroblastos reduzidos na fase tardia. Havendo aumento da temperatura na fase inicial, os autores atribuem como possíveis causas o excesso de manipulação mecânica intraoperatória ou ainda presença de bactérias colonizadas, causando inflamação ou causando a liberação de óxido nítrico devido à deformação celular que leva à vasodilatação no leito da ferida.

Susman et al. (2012) e Power et al. (2017) constataram que as temperaturas mais altas foram nas feridas que não cicatrizam ou ainda que tiveram piora, sendo relacionadas à hiperemia, inflamação ou infecção. Consideraram que as temperaturas variam como resultado dos processos envolvidos na cicatrização.

Embora não seja uma prática clínica verificar o pH da ferida, é essencial manter um pH adequado no leito da lesão cutânea para promover a cicatrização. Trata-se de uma medida da concentração de íons de hidrogênio (H⁺), feita em uma escala logarítmica, com valores de 0 a 14. O valor pode ser ácido, neutro ou básico e a concentração pode ser medida nos diferentes fluidos do organismo que podem alterar o equilíbrio das reações químicas. O pH é um fator importante que influencia na cicatrização das feridas e pode alterar ao longo do processo de cicatrização, (Kruse et al.,2015).

O valor do pH na ferida influencia direta e indiretamente todas as reações bioquímicas e os processos celulares envolvidos na cicatrização, ainda que seja um parâmetro negligenciado para avaliação e resultado, mesmo participando da barreira de proteção na pele para invasão de patógenos, (Schneide et al.,2007, Wallace et al., 2019). Ao contrário do que muitos acreditavam nas décadas passadas, o pH baixo, ou seja, ácido (pH < 7), como encontrado na pele normal, era o ideal, conforme descrito por Hesus et al(1892) e mais tarde foi confirmado novamente por Schade e Marchionini (1928) . Estes últimos autores consideravam a localização anatômica e a idade da pessoa para avaliar o resultado. No entanto, estudos mostraram que em alguns

processos da cicatrização de feridas o pH alcalino tem interferência de fatores intrínsecos que dependem de funções como a liberação de oxigênio (perfusão e difusão de O₂), a pressão de O₂, angiogênese, atividade de protease e toxicidade bacteriana (infecção). Também depende de interferências de fatores extrínsecos (ambiente, medicações e produtos de coberturas para curativos), (Shneide et al 2007). O valor do pH nas feridas é dinâmico e pode mudar rapidamente com intervenções terapêuticas. Estudos recentes confirmam que a pele intacta é naturalmente ácida com um pH variando de 4 a 6 devido à secreção de ácidos orgânicos por queratinócitos na epiderme, (Kruse et al., 2017). Outro estudo afirma que o pH da ferida pode afetar a liberação de oxigênio, angiogênese, atividade da protease, toxicidade bacteriana e a atividade antimicrobiana, (Wallace et al., 2019). Em caso de lesão cutânea, a barreira de proteção da pele é destruída e o pH da ferida superficial aumenta devido ao extravasamento de microvasos e se aproximará de pH fisiológico 7,4. Na cicatrização aguda de feridas, o pH diminui e o leito da ferida se torna ácido devido à energia necessária para a proliferação celular, migração e síntese de matriz extracelular (MEC). Um ambiente ácido naturalmente é importante para uma ferida, uma vez que prejudica o crescimento de microorganismos no leito da ferida e melhora atividade antimicrobiana como resultado do aumento de metais pesados livres, (Stewart et al., 2002).

Acredita-se que o pH baixo ofereça oxigênio ao leito da ferida devido ao Efeito Bohr (dissociação do oxigênio e hemoglobina). À medida que acontece a cicatrização, o pH atinge cerca de 7,4 antes de diminuir para o nível de pH de uma pele não lesionada, restabelecendo a barreira cutânea, (Kruse et al., 2017). Ainda sobre feridas agudas, estas cicatrizam num meio ácido, como uma resposta fisiológica temporária, resultante de vários fatores como produção de ácido láctico, aumento da exigência de O₂ e diminuição da perfusão tissular, com aumento local de pCO₂ (Menoita, Santos, et al., 2011). Esta acidose é fisiológica e beneficia o processo de cicatrização.

O pH do leito das feridas crônicas encontra-se entre 7,1 e 8,9 (Menoita, Santos, et al., 2011). Todas aquelas que apresentam um pH mais alcalino apresentam períodos de cicatrização mais demorados (Menoita, Santos, et al., 2011). Greener et al (2005) verificaram que a ação das proteases está dependente do pH do meio, como a catepsina G, a plasmina elastase e as MMP-2 que são relevantes para a degradação da matriz provisória (Menoita, Santos, et al., 2011). Os mesmos autores revelam que o pH ótimo para as MMP-2, a plasmina e a elastase é de 8,0 e que uma mudança do

pH do leito da ferida para 6,0 (ácido) implicaria uma diminuição de 40-90% da sua atividade, com implicações sobre a bioquímica da atividade proteolítica nesta fase (Menoita, Santos, et al., 2011).

Estudo *in vitro* e *in vivo* avaliou a função do pH na cicatrização de feridas de maneira controlada, onde mostrou que, ambos os tipos de células da pele toleravam muito bem uma ampla faixa de pH no leito indo de ácidos até alcalinos, os estudos avaliaram também que o pH desacelerava a migração celular em comparação com ambientes neutros e alcalinos. Em condições ácidas ocorria o aumento da proliferação celular e aumento significativo de IL-1 em culturas de fibroblastos e no fluido da ferida. Em condições alcalinas não resultaram o aumento de IL-1, ou seja, no leito da ferida com pH ácido impede ou retarda a cicatrização e a reepitelização, já no pH alcalino não teve impacto negativo, (Kruse et al., 2017).

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Coletar evidências clínicas e avaliar a cicatrização de incisões cutâneas nas inserções de fios e pinos provocadas pelo uso do FEC, após o uso da terapia fotobiomodulação em comparação ao tratamento convencional.

3.2 Específicos

Avaliar a lesão cutânea de acordo com a escala Bates-Jensen, a qual é validada, adaptada e traduzida para cultura brasileira, sendo esta a variável primária do estudo.

Quantificar a dor do paciente durante o tratamento por meio da escala visual analógica (EVA).

Medir a temperatura e o pH da lesão.

Quantificar o tempo de recidiva da lesão cutânea após o término do tratamento, que foi de 3 meses.

4 METODOLOGIA

O estudo está em conformidade com a Declaração de Helsinki (revisada em Fortaleza, 2013) e segue as normas de regulamentação de pesquisa em seres humanos (resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho (COEP - UNINOVE), Parecer N° 3.190.995, CAAE:04114418.100005511.

O recrutamento dos participantes ocorreu a partir de fevereiro de 2019, após aprovação do COEP, foram convidados a participar da pesquisa por comunicação verbal durante a consulta de enfermagem, ainda no pré-operatório, foram informados sobre o objetivo da pesquisa, possíveis riscos, benefícios, tempo da pesquisa e procedimentos executados. Os participantes que aceitaram participar da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), e só após iniciaram o tratamento experimental.

O autor declara não ter nenhum conflito de interesse envolvendo este estudo.

4.1 Delineamento do estudo

Foi um ensaio clínico único-centro, placebo controlado e randomizado, a princípio com dois grupos (GPC e GFBM) paralelos composto por 20 participantes em cada, porém diante das dificuldades para adesão dos pacientes na pesquisa, foi possível realizar dois grupos paralelos compostos por 05 participantes cada, e delineado de acordo com os critérios do CONSORT 2010 (Statement Schulz et al., 2010). O Projeto foi registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC), aprovado em agosto/2019 RBR- 2xc5vr

4.2 Amostra

A amostra foi composta por participantes em uso de FEC em acompanhamento médico na Clínica de Ortopedia Reconstrução e Alongamento Ósseo, localizado a rua Arcipreste Andrade, nº727, Cj 125, Bairro: Ipiranga São Paulo/ SP, Cep:04268-20, sob responsabilidade do médico Ayres Fernando Rodrigues, CRM: 98.770 SP, e da enfermeira Virgínia Mendes Matias Rodrigues, Coren: 72.746 SP, e que se enquadrem

nos critérios de inclusão. A carta de anuência do responsável pela referida clínica consta no APÊNDICE B.

4.3 Critérios de inclusão

Participantes com idade acima de 18 anos, ambos os gêneros, com cognição preservada, encontrar-se até o 3º pós-operatório de cirurgia com o F.E.C devido discrepância óssea, pseudartrose ou deformidade óssea.

4.4 Critérios de exclusão

Participantes com neoplasias ativas, em cuidados paliativos, com osteomielite, com lesão de pele infectada, diabéticos descompensados, com utilização de coberturas de curativos ou intervenção terapêutica diferente do preconizado na pesquisa, faltosos ao programa de tratamento (quatro vezes consecutivas), que apresentaram desconforto durante aplicação da FBM no tratamento ou ainda participação em outro ensaio clínico concomitante

4.5 Randomização dos participantes

A alocação de cada participante foi realizada por um pesquisador sem contato com os mesmos, utilizando o site www.sealedenvelope.com. 50 números foram aleatorizados entre dois grupos, em blocos de 4, para uma distribuição equilibrada nos grupos experimentais a cada 4 participantes tratados. 10 participantes participaram do ensaio, mas 50 números foram aleatorizados para haver excedentes caso houvesse desistências ou intercorrências entre os primeiros 40 recrutados.

Envelopes opacos foram identificados com números sequenciais e no seu interior foi inserida uma folha contendo a informação do grupo experimental correspondente conforme a ordem obtida na randomização (GPC: grupo placebo controlado ou GFBM: grupo fotobiomodulação). Os envelopes foram selados e permanecerão lacrados em ordem numérica em um lugar seguro até o momento dos tratamentos das feridas. A randomização e a preparação dos envelopes foram realizadas por uma pessoa não envolvida no estudo.

Três dias após a cirurgia o pesquisador responsável teve acesso ao um envelope (sem alterar a sequência numérica dos demais envelopes) e realizou o procedimento indicado.

4.6 Desenho do estudo

As intervenções ocorreram a partir do 3º pós-operatório, com a realização da troca do primeiro curativo após a cirurgia, igualmente para todos os pacientes, utilizado soro fisiológico para higienização, aplicação de óleo hidratante (AGE). Após avaliação de todas as lesões em fios e pinos no membro, optou-se por uma única lesão com mais presença de complicação local, para a mensuração das variáveis, embora todas as lesões tenham recebido intervenção.

Considerando o D0, o primeiro dia a ser irradiado, o primeiro mês das intervenções, as variáveis (descritas no item 4.8) foram medidas a cada 72h, ou seja, em todos os encontros com os pacientes. No segundo e terceiro meses foram medidas apenas 1 vez por semana, embora os pacientes continuaram a receber tratamento 2x por semana. Do 4º ao 12º mês foi o período de follow-up, onde os pacientes foram acompanhados uma vez por mês, ocasião onde as variáveis foram mensuradas, totalizando próximo dos 12 meses de estudo para cada participante.

Caso tivessem recidiva durante o follow-up, o participante teria o mesmo tratamento do grupo de origem. Ao final dos 12 meses e permanecendo a lesão, o participante receberia o tratamento que se mostrou melhor durante o ensaio após a devida análise dos resultados.

Na figura abaixo é possível verificar a linha do tempo da pesquisa.

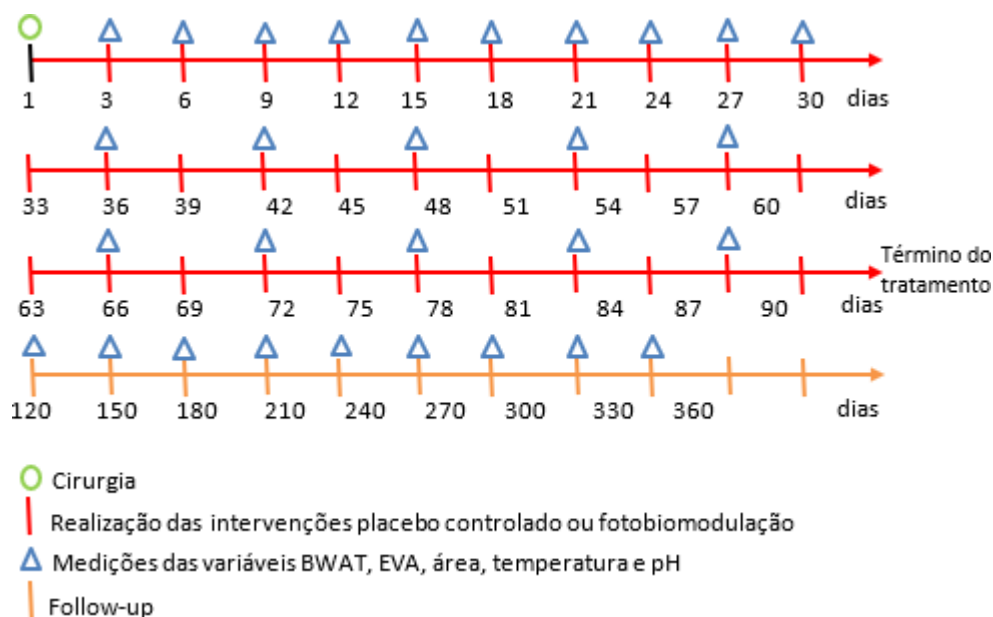


Figura 7: Linha do tempo, em dias, indicando os momentos das intervenções, das medições das variáveis e do follow-up.

Os participantes não souberam em qual grupo foram alocados. Para garantir o cegamento dos mesmos, todos usaram óculos de proteção (totalmente preto), de tal maneira que não foi possível perceber se o equipamento laser estava emitindo fótons ou não. Dessa forma, o equipamento laser também foi usado no grupo placebo controlado, simulando os mesmos ruídos e avisos sonoros do equipamento, porém com a saída dos fótons obstruída. Apenas os participantes do grupo fotobiomodulação receberam, de fato, os fótons. O pesquisador que realizou os curativos ou irradiou os participantes não foi o mesmo que avaliou as variáveis do estudo.

Sendo assim, os grupos foram:

Grupo placebo controlado (GPC): os participantes receberam curativo com soro fisiológico 0,9% mais AGE e irradiação placebo.

Grupo fotobiomodulação (GFBM): os participantes receberam curativo com soro fisiológico 0,9% mais AGE e irradiação com laser vermelho aparelho Therapy XT, DMC, Brasil), com $\lambda = 660$ nm, área do feixe de $0,126$ cm², $I = 796$ mW/cm², $H = 4$ J/cm², $t = 5$ s, $E = 0,5$ J, 4 pontos por lesão. (Figura 6)

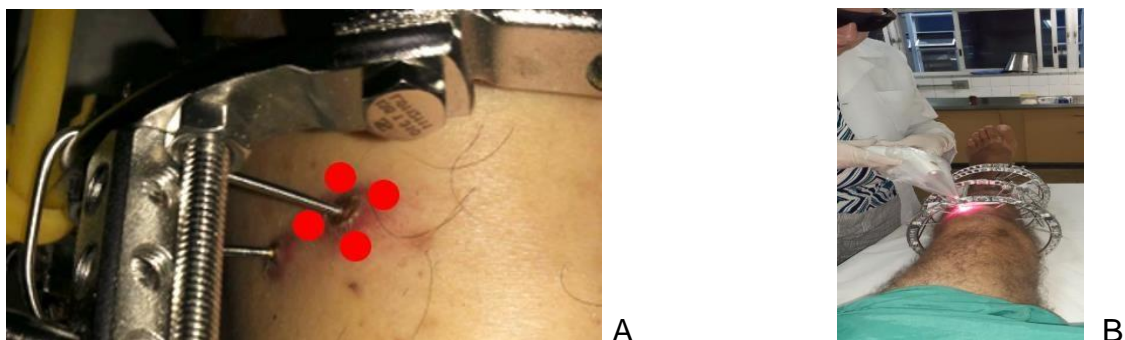


Figura 8: A- Pontos de irradiação na lesão.

B- Paciente sendo irradiado.

4.7 Desconforto ou riscos esperados

É possível ocorrer riscos e desconfortos como, por exemplo, fotossensibilidade da pele e reação aos curativos utilizados, sendo recomendada a suspensão dos procedimentos e produtos. Havendo paciente nessa situação, o mesmo seria cuidado e acompanhado pelo tempo que fosse necessário até a melhora do desconforto causado, utilizando curativos com princípios ativos que não causassem reação. Porém, ele seria excluído do ensaio clínico. Até o presente momento não houve registro de paciente com desconforto ou reação aos procedimentos.

4.8 Variáveis

A variável primária ou desfecho primário foi a escala Bastes Jensen Wound Assessment Tool (BWAT). Os desfechos secundários foram a dor, por meio da escala visual analógica (EVA), a temperatura, com termômetro digital infravermelho ST 500, Incotern, Brasil e o pH, utilizando fitas reagentes Dus 10, Labor Import, China. Considerando a calibração do profissional para avaliação das variáveis, o estudo manteve a padronização da técnica e a mesmas pessoas até o término.

4.9 Treinamento e calibração dos avaliadores

Os avaliadores das variáveis não souberam a alocação dos participantes, ou seja, as avaliações foram cegas. Para tanto, um examinador experiente (padrão ouro) realizou o exercício de calibração com dois indivíduos com o objetivo de conseguir a máxima reprodutibilidade das medições realizadas. Para a calibração dos avaliadores,

5 participantes com FEC que não fizeram parte do estudo tiveram as lesões avaliadas pelo instrumento BWAT.

O coeficiente de correlação intraclasse (ICC) foi calculado de forma a avaliar a concordância intra-examinador $\geq 0,90$ em relação aos parâmetros do BWAT. O estudo teve início quando os avaliadores concordaram em 90%, no mínimo.

4.10 Análise estatística

Os dados da escala BWAT, dor, temperatura e pH foram submetidos a testes estatísticos apropriados para avaliação da diferença entre os dois grupos experimentais. Os dados foram verificados quanto à normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Sendo os dados normais, o teste ANOVA duas vias para amostras repetidas foi aplicado para comparar os dois grupos nos diferentes dias de análise. Os resultados apresentados nos gráficos e tabelas foram representados por média e desvio padrão da média, como exceção da tabela 1, onde os valores da idade foram representados por mediana e intervalo interquartil.

A idade entre os grupos foi comparada por meio do teste Mann-Whitney. As proporções de masculino e feminino, bem como de tabagistas e não tabagistas foram comparados por meio do teste Qui-Quadrado.

A significância adotada em todos os testes foi $\alpha = 0,05$. O software usado foi o OriginPro, versão 2017 SR2 (OriginLab, EUA).

5 RESULTADOS

Dez pacientes participaram da pesquisa, conforme figura 9. Devido a análise estatística ter sido cega, os grupos foram chamados de 1 e 2, os quais correspondem aos grupos placebo controlado (GPC) e fotobiomodulação (GFBM), respectivamente.

CONSORT 2010 Diagrama de Fluxo

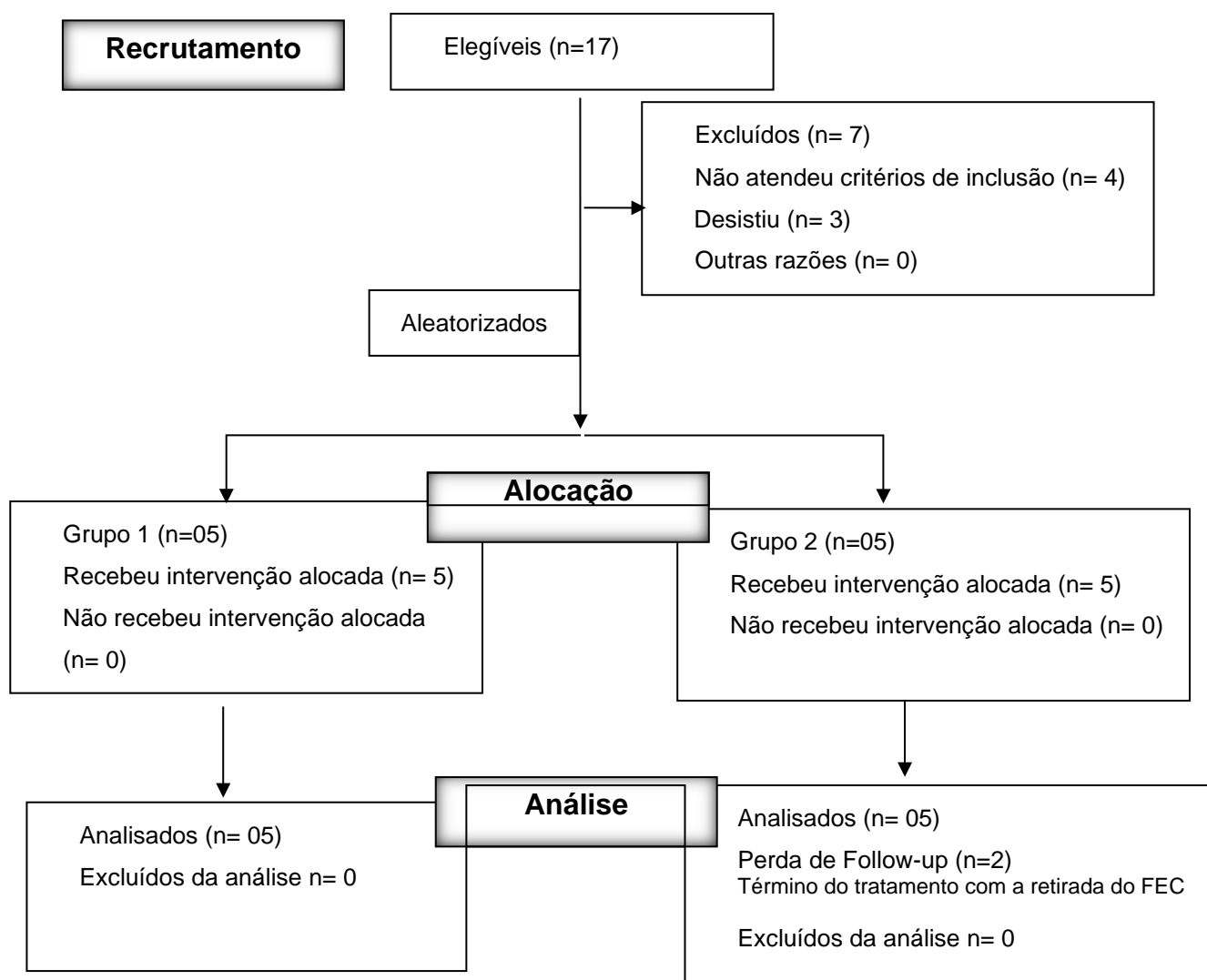


Figura 9: Visão geral dos participantes jovens e adultos recrutados, alocados e analisados

Os dados demográficos dos participantes constam na tabela 1.

Tabela 1: Perfil dos participantes quanto à idade, gênero, tabagismo e comorbidades:

Participante	Idade (anos)	Gênero	Tabagismo	Comorbidade
Grupo 1				
1	58	M	Não	Pseudartrose de tíbia / DM Tipo 2
3	42	F	Não	Correção de deformidade de tíbia
6	32	F	Não	Pseudartrose de tíbia
8	27	M	Não	Pseudartrose de tíbia
9	33	M	Não	Alongamento ósseo de tíbia
	33 [10]	M (60%)	Sim (0%)	
Grupo 2				
2	47	M	Não	Alongamento ósseo de tíbia
4	48	M	Não	Pseudartrose de tíbia
5	19	M	Não	Alongamento ósseo tíbia
7	38	F	SIM	Pseudartrose de fêmur
10	45	M	SIM	Pseudartrose de fêmur / HAS / DM Tipo 2
	45 [9]	M (80%)	Sim (40%)	
Total				
	40 [15]	M (70%)	Sim (20%)	

A idade em cada grupo, bem como a idade total, estão representadas por mediana [Intervalo Interquartil]. M = masculino; F = feminino; DM = Diabetes mellitus; HAS = hipertensão arterial sistêmica.

Não houve diferença estatística entre os grupos quanto à idade ($p= 0,69048$), sendo o valor da mediana 40 anos e intervalo interquartil de 15 anos, ou quanto ao gênero ($p= 0,49015$), sendo o gênero predominante o masculino. Houve apenas diferença quanto ao tabagismo ($p = 0,00674$), não havendo tabagistas no grupo 1, mas havendo 40% no grupo 2.

Sobre as variáveis, na tabela 2 é possível visualizar os dados da escala BWAT.

Tabela 2: Resultados da Escala Bates Jensen Wound Assessment Tool (BWAT).

BWAT (score)			
Dias	Grupo 1 N= 5	Grupo 2 N= 5	Significância estatística entre os grupos
0	30,0±3,1	28,2±2,5	-
1	29,8±3,1	28,2±2,6	-
2	31,2±3,7	25,0±3,8	-
3	30,6±3,6	25,0±3,8	-
4	30,0±4,4	24,4±3,9	-
5	29,2±4,4	23,4±3,4	-
6	29,8±7,0	20,4±4,6	*
7	29,2±6,3	19,8±4,2	*
8	29,2±6,4	18,6±1,3	*
9	29,0±3,5	18,4±1,5	*
10	29,2±3,3	17,4±2,6	*
11	28,4±3,4	17,8±1,8	*
12	28,6±3,3	15,8±1,3	*
13	27,8±3,0	16,0±2,5	*
14	27,6±1,7	17,2±4,4	*
15	27,4±1,9	15,2±0,8	*
16	26,8±2,5	15,4±1,7	*
17	26,6±2,8	15,0±2,5	*
18	26,8±5,0	14,8±1,3	*
19	27,4±5,5	14,6±1,3	*
20	26,2±4,2	14,8±1,3	*
21	25,2±4,9	14,6±1,3	*
22	24,6±5,7	14,4±1,5	*

- = $p > 0,05$

* = $p < 0,05$

Os valores no grupo 2 foram menores, havendo significância a partir do dia 6 até o último dia da análise. Na figura 10 é possível verificar a evolução do resultado durante os tratamentos.

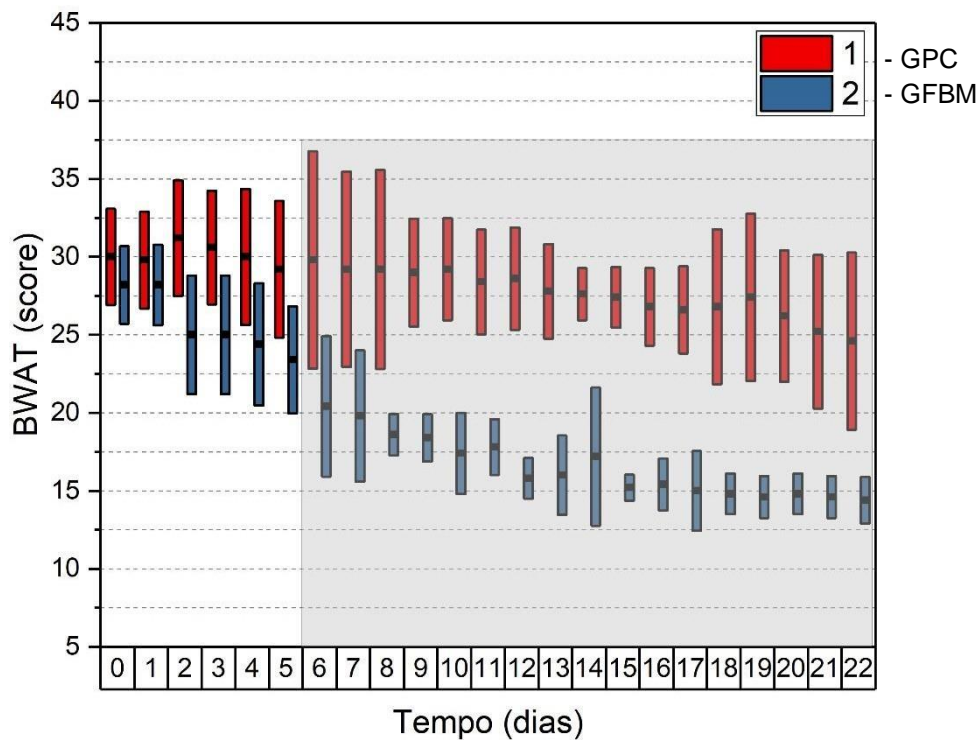


Figura 10: Evolução dos scores da Escala Bates Jensen Wound Assessment Tool (BWAT). A área sombreada indica quando houve diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$). 1- GP 2- GFBM

Na tabela 3 é possível visualizar os dados da escala de dor.

Tabela 3: Resultados da Escala Visual Analógica de dor (EVA).

Dor (score)			
Dias	Grupo 1 N= 5	Grupo 2 N= 5	Significância estatística entre os grupos
0	7,0±1,6	6,8±0,8	-
1	6,0±1,2	4,0±0,7	-
2	4,8±0,8	1,4±1,1	*
3	4,7±0,4	0,4±0,5	*
4	4,2±1,3	0,2±0,4	*
5	6,4±2,9	1,4±1,5	*
6	6,4±1,1	1,6±1,3	*
7	4,8±0,4	0,6±0,9	*
8	3,8±0,8	0,2±0,4	*
9	3,4±0,5	0,2±0,4	-
10	3,8±1,3	1,0±1,0	-
11	4,2±1,8	3,0±2,9	-
12	4,0±1,4	0,8±0,8	-
13	4,2±1,3	0,4±0,5	*
14	3,4±0,9	1,4±1,5	-
15	3,6±0,5	1,2±1,1	-
16	2,4±0,5	0,8±1,3	-
17	4,2±2,0	1,0±1,4	-
18	3,4±1,5	1,2±1,3	-
19	2,8±1,5	0,8±0,8	-
20	1,8±1,1	0,2±0,4	-
21	2,2±1,1	0,2±0,4	-
22	2,2±0,8	0,2±0,4	-

- = $p > 0,05$

* = $p < 0,05$

Os valores no grupo 2 foram menores, havendo significância a partir do dia 2 até o dia 8, e depois no dia 13 da análise. Na figura 11 é possível verificar a evolução do resultado durante os tratamentos.

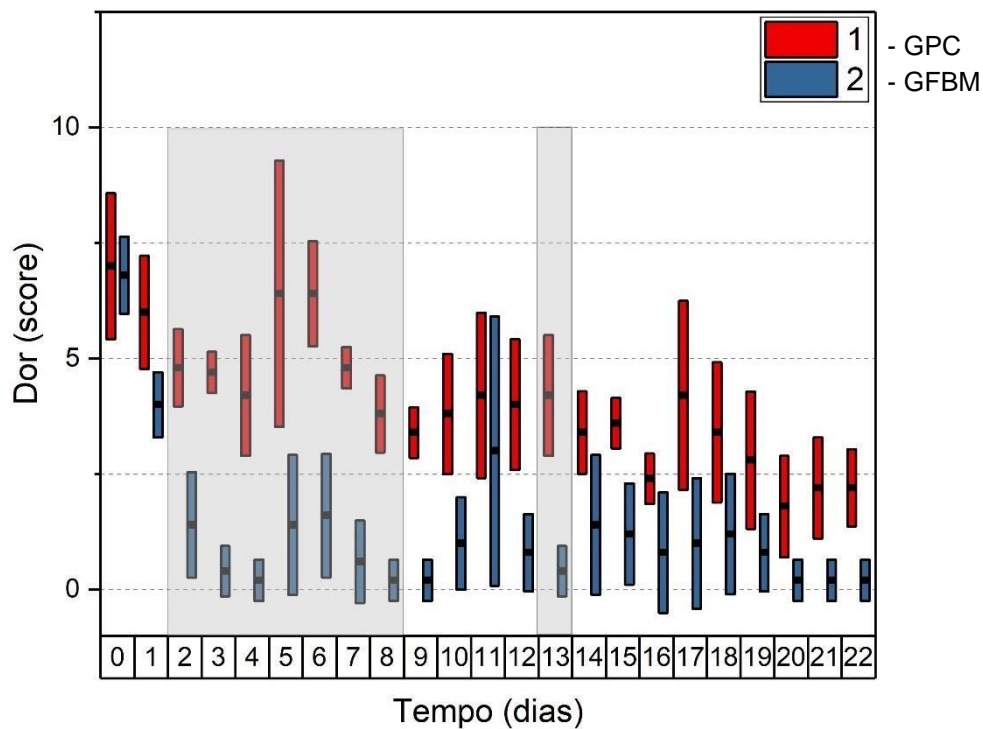


Figura 11: Evolução dos scores da Escala Visual Analógica de dor (EVA). A área sombreada indica quando houve diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

Na tabela 4 é possível visualizar os dados do pH.

Tabela 4: Resultados do pH.

Ph			
Dias	Grupo 1 N= 5	Grupo 2 N= 5	Significância estatística entre os grupos
0	6,4±0,4	6,3±0,8	-
1	6,4±0,2	6,0±0,6	-
2	6,1±0,2	5,4±0,5	-
3	5,9±0,5	5,2±0,4	-
4	5,9±0,9	5,4±0,5	-
5	5,7±0,7	5,4±0,5	-
6	6,5±0,4	5,0±0,0	*
7	6,5±0,4	5,0±0,0	*
8	6,5±1,0	5,2±0,4	-
9	6,4±0,4	5,2±0,4	-
10	6,3±0,3	5,5±0,7	-
11	6,0±1,1	5,8±1,1	-
12	5,7±0,7	5,5±0,7	-
13	5,8±0,4	5,4±0,5	-
14	6,0±0,0	5,2±0,4	-
15	5,9±0,5	5,2±0,4	-
16	5,8±0,4	5,5±0,7	-
17	6,1±0,2	5,2±0,4	-
18	6,3±0,4	5,2±0,4	-
19	6,1±0,2	5,0±0,0	-
20	5,6±0,5	5,0±0,0	-
21	5,8±0,4	5,0±0,0	-
22	5,8±0,4	5,0±0,0	-

- = $p > 0,05$

* = $p < 0,05$

Os valores no grupo 2 foram menores, havendo significância apenas nos dias 6 e 7 da análise. Na figura 12 é possível verificar a evolução do resultado durante os tratamentos.

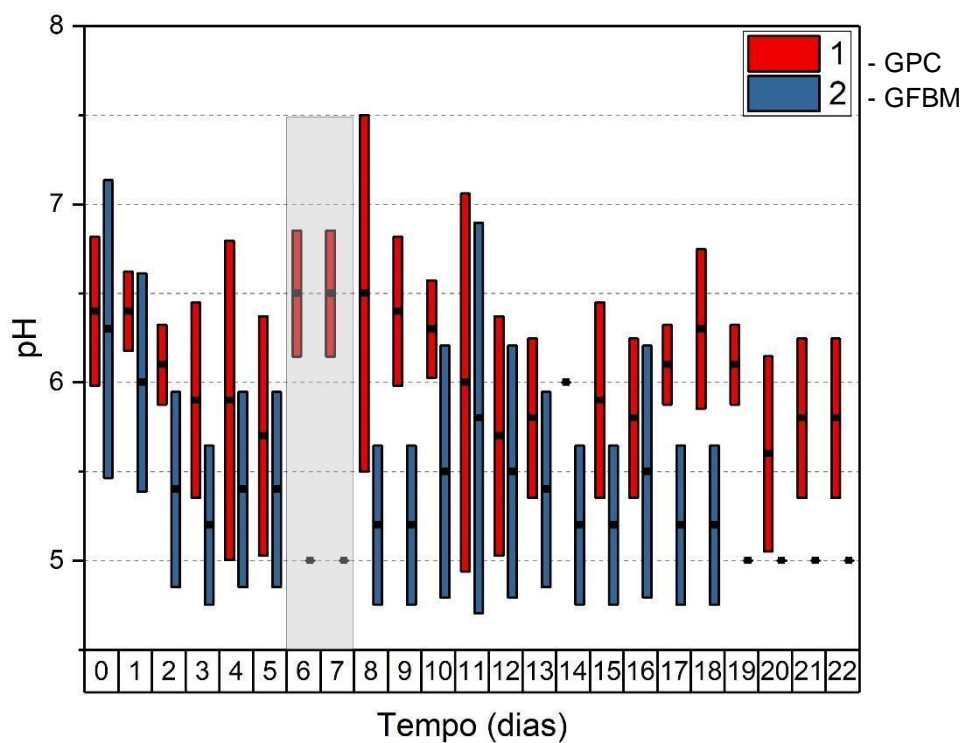


Figura 12: Evolução do pH. A área sombreada indica quando houve diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

Na tabela 5 é possível visualizar os dados da temperatura.

Tabela 5: Resultados da temperatura.

Temperatura (°C)			
Dias	Grupo 1 N= 5	Grupo 2 N= 5	Significância estatística entre os grupos
0	36,9±0,2	36,9±0,1	-
1	36,9±0,1	36,6±0,1	-
2	36,6±0,4	36,5±0,1	-
3	36,4±0,3	36,7±0,2	-
4	36,7±0,3	36,5±0,2	-
5	36,8±0,3	36,4±0,1	-
6	36,7±0,6	36,5±0,3	-
7	37,0±0,4	36,4±0,2	-
8	37,2±0,3	36,4±0,2	*
9	36,7±0,1	36,3±0,2	-
10	36,6±0,1	36,2±0,2	-
11	36,7±0,2	36,4±0,4	-
12	36,9±0,5	36,4±0,2	-
13	36,7±0,1	36,3±0,2	-
14	36,7±0,2	36,3±0,3	-
15	36,5±0,1	36,2±0,3	-
16	36,5±0,2	36,3±0,3	-
17	36,7±0,2	36,3±0,2	-
18	36,5±0,4	36,3±0,3	-
19	36,6±0,1	36,2±0,2	-
20	36,5±0,1	36,3±0,2	-
21	36,4±0,2	36,1±0,1	-
22	36,3±0,2	36,1±0,2	-

- = $p > 0,05$

* = $p < 0,05$

Os valores foram similares entre os grupos, havendo significância apenas no dia 8 da análise. Na figura 13 é possível verificar a evolução do resultado durante os tratamentos.

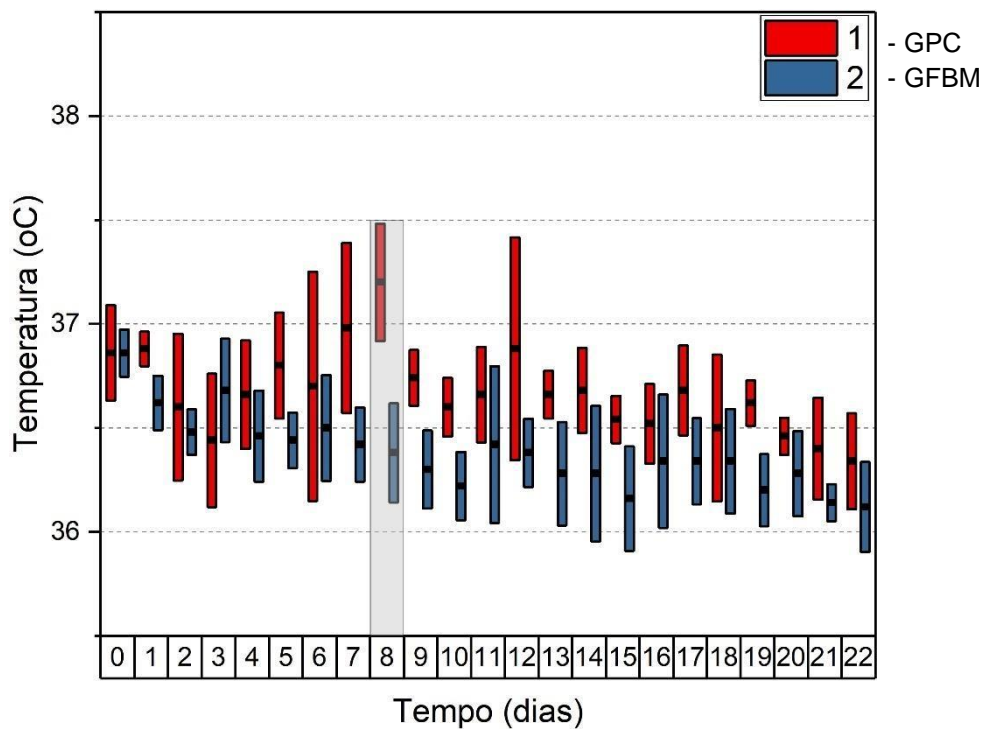


Figura 13: Evolução da temperatura. A área sombreada indica quando houve diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

6 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como proposta tratar com a FBM as feridas causadas pelos fios e pinos durante o uso do FEC. No entanto, foram encontradas dificuldades para a captação dos participantes, que relataram possuir dificuldade de mobilidade devido dependerem de outra pessoa para os levarem até a clínica com a frequência de três vezes na semana, conforme protocolo.

A demanda escassa fez com que o número de participantes ficasse reduzido, pois a pretensão inicial era de 20 participantes por grupo. No entanto, 17 foram elegíveis, sendo que 03 desistiram pela própria condição socioeconômica (dificuldade financeira para se deslocar até a clínica) e 04 pacientes por não cumprirem os critérios de inclusão, apresentando osteomielite. Assim, 10 participantes foram incluídos, sendo 05 no GPC e 05 no GFBM. No follow-up ocorreram 02 ausências devido ao sucesso no uso do FEC e, portanto, houve a retirada precoce do FEC após 08 meses de tratamento.

Devido ao recrutamento ter sido inferior ao inicialmente estimado, foi realizado o teste de poder da amostra com a variável primária (escala BWAT). O poder calculado foi maior que 80%, indicando que os resultados obtidos podem ser extrapolados para a população e que não há necessidade de recrutar mais pacientes.

De acordo com a escala BWAT, o grupo FBM apresentou melhora significativa das feridas a partir do dia 6 da análise, assim como diminuição da dor entre os dias 2 e 8, e depois no dia 13. O pH e a temperatura foram significativamente menores no grupo FBM nos dias 6 e 7, e dia 8, respectivamente.

Grecco et al., 2002, evidenciaram que o perfil epidemiológico dos pacientes ortopédicos era de 70% masculino e 30% feminino, e a idade variava de 7 a 82 anos, com a média de 32 anos. Na tabela 1, o gênero masculino predomina nos dois grupos, e confirma a comorbidade de maior frequência, a pseudartrose de tíbia (fratura não consolidada), onde os acidentes moto ciclísticos são mais comuns no gênero masculino.

Ainda na tabela 1, no GFBM pacientes tabagistas eram 40% e apesar dos agravos que a nicotina pode causar, o processo de reparo foi significativamente melhor nesse grupo, provavelmente devido à proliferação de fibroblastos e aceleração da

síntese de colágeno, com aumento da neovascularização, conforme estudo apresentado por Garcez et al., (2012); Fortuna et al., (2017).

Vários estudos indicam que o tabaco é um fator prejudicial para a cicatrização, podendo aumentar o tempo para cicatrização e desenvolver complicações associadas à ferida (Canudo et al., 2019). Nas células e tecidos, a nicotina causa ainda vasoconstrição, aumento da viscosidade sanguínea levando à hipóxia, e à redução da proliferação de queratinócitos, glóbulos vermelhos, fibroblastos e macrófagos sendo todos estes responsáveis pela cicatrização da ferida, ainda é possível encontrar também os antioxidantes com seu nível orgânico diminuído, em especial a vitamina C, co-fator necessário na síntese de colágeno. A nicotina produz inibição da produção de prostaglandina I₂ que atua como vasodilatador e inibidor da agregação plaquetária, produz lesão endotelial, hipóxia e microtrombose (Sorensen et al.,2012).

As comorbidades Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) e Diabetes Mellitus (DM) encontradas em ambos os grupos são fatores preocupantes. Sabe-se que a HAS é uma doença de alta prevalência mundial, causa danos no processo de cicatrização através da hipóxia tecidual com a privação dos nutrientes e do oxigênio nas células e com consequências secundárias, como a diminuição do colágeno e da atividade fagocitária, podendo aumentar o risco de infecções locais. A DM, mesmo controlada, é uma alteração metabólica, podendo causar angiopatia e neuropatia, reduzindo o suprimento de oxigênio e nutrientes, prejudicando a resposta inflamatória e as defesas imunológicas (Tajaddin et al.,2007). A DM pode comprometer também a função dos leucócitos, aumentando o risco de sangramento, infecções, prejudicando os processos inflamatórios. Foi perceptível que em pacientes tabagistas, hipertensos e ou diabéticos a FBM ainda foi capaz de melhorar o processo de reparo das lesões, conforme o resultado na escala BWAT.

Para compreender as análises estáticas sequenciais no estudo, fica entendido que os pacientes iniciaram o tratamento a partir do 3º pós-operatório de cirurgia (colocação do fixador externo circular) de acordo com a alta hospitalar. Na tabela 2, com análise da variável BWAT, os pacientes começaram a ser irradiados no D0, juntamente com a troca do primeiro curativo de pós-operatório, encontrando-se até então com o mesmo curativo realizado anteriormente no centro cirúrgico. Foi possível observar a significância estatística a partir do D6 para o GFBM, considerando estarem na fase proliferativa (5º ao 14º PO), onde acontece a formação de tecido de

granulação, com fatores de crescimento e a ativação de fibroblastos, os quais estimulam a produção de colágeno tipo I.

Pessoa (Pessoa, 2014) cita que o processo de cicatrização visa restabelecer a homeostasia da pele e apresenta uma evolução natural em fases, desde que não existam fatores que contribuam para que o processo se torne crônico. Pesquisas prévias demonstraram que a fase inflamatória (1° ao 4° PO) é acelerada pela ação do FBM devido ao aumento na produção de ATP mitocondrial (Silveira et al., 2007a; 2009b; 2011c; 2013d.). Ou seja, uma lesão cutânea irradiada ainda na fase inflamatória responde melhor quanto à cicatrização. Nesse estudo não foi possível iniciar a irradiação no 1° pós-operatório devido à não autorização da instituição hospitalar para entrar com o laser no centro cirúrgico, mas já no 3° PO a FBM foi iniciada, ainda caracterizando a fase inflamatória, conforme recomenda a literatura.

Na ortopedia, a ferida cirúrgica não é só em tecido mole, mas também em tecido ósseo. Existe a particularidade de manter o curativo oclusivo por até 72h para melhor hemostasia local, uma vez que estruturas ósseas tem maior chance de sangramento, podendo aumentar a possibilidade de complicações. Dentre as complicações mais frequentes na cicatrização destacam-se o seroma, o hematoma, a deiscência e a infecção (Carvalho; Borges, 2011). A regeneração restitui a integridade e a função em alguns tipos de agressão e epitelização das feridas. A cicatrização é o tipo mais comum de reparo e pode ocorrer junto com a regeneração (Santos et al., 2011).

O grupo GPC (Grupo 1 nos resultados) também respondeu à intervenção recebida, porém de forma mais lenta em relação ao grupo FBM (grupo 2 nos resultados). Tratamentos de feridas cutâneas devidos dispositivos ortopédicos, sem o uso da FBM, mostram uma cicatrização mais lenta, podendo ser atribuída ao uso de material de síntese intraósseo, um corpo estranho, que aumenta a chance de infecções locais.

Por meio da BWAT (figura 10) e a linha do tempo do estudo (figura 7), observa-se na fase de reparo (15° até 1 a 2 anos) que o score do GPC foi maior em relação ao GFBM, ou seja, os parâmetros avaliados como tamanho, profundidade, bordas, descolamento, tipo de tecido e a quantidade de exsudato, edema e endurecimento do tecido periférico, coloração da pele ao redor da ferida e presença de tecido de granulação e epitelização foram piores.

Sobre a dor, esta representa a principal causa de retardo da aquisição funcional nos doentes portadores de fixadores externos, principalmente o Ilizarov (IMAMURA et

al.,1995). Pode alterar a qualidade de vida dos pacientes com grandes repercussões, ao ponto do paciente pensar em desistir do tratamento. Existem vários fatores que podem contribuir para a existência da dor, fatores intrínsecos e extrínsecos, seja dor aguda ou crônica.

Existe um tipo de dor para cada fase da cicatrização. Na fase inflamatória ocorre a dor nociceptiva, relacionada com quadros de hemostasias e inflamação, com duração até cinco dias. Na fase proliferativa, relacionada à resposta inflamatória, inicia-se a granulação e epitelização, com duração de 5 dias a 03 semanas. Por último, na fase da maturação ocorre a dor neuropática, reparação de colágeno, tecido cicatricial, com duração 03 semanas a 02 anos (Bryant e Nix, 2007).

É possível verificar através da figura 11, o quadro de dor durante o tratamento nos respectivos grupos, sendo que os grupos apresentaram a mesma intensidade de dor até D2, onde ocorreram 02 sessões de FBM. Essa fase corresponde à dor nociceptiva, causada por estímulos dolorosos, associada a lesão da pele, músculo, osso e ligamentos de estruturas profundas. Nessa fase, a dor também está relacionada aos membros inferiores, pela diminuição do retorno venoso e déficit vascular. Sendo assim, até esta fase não houve diferença entre os grupos, mas com a continuidade do tratamento e de D2 até D8 observou-se a eficácia da FBM.

Na figura 11 e na tabela 3, é possível verificar a eficácia da FBM com indicação efetiva em casos de reparação tecidual, devido a características como: estímulo à proliferação de fibroblastos, redução do processo inflamatório, Fortunata et al.,(2017) e Bayat et al.,(2005), aceleração na síntese de colágeno Melo et al., 2005 e no processo de cicatrização de feridas na pele,(Kubota 2004, Silva et al., 2010). Deve-se considerar para todas as variáveis analisadas neste estudo, o fato do paciente ter sido estimulado a deambular com carga total sobre o membro inferior acometido logo no primeiro dia pós-operatório, garantindo a recuperação funcional precoce e a independência funcional na vigência do uso do fixador.

Embora não seja uma prática clínica verificar o pH da ferida, é importante manter um pH adequado no leito da lesão cutânea para promover a cicatrização, sendo que os valores estão relacionados com reações bioquímicas e os processos celulares envolvidos na cicatrização, uma vez que participa da barreira de proteção na pele, evitando possíveis infecções. O pH tem implicações na cicatrização de feridas que afetam a liberação de oxigênio, a angiogênese, a atividade da protease, a toxicidade bacteriana e a atividade antimicrobiana (Bonmassar et al.;2013).

Na figura 12 e na tabela 4, os valores do pH no GPC foram menores, havendo significância apenas nos D6 e D7. Esses dias já caracterizam o pós-operatório tardio e o início do período dinâmico do FCE. A dinamização, ou movimentação, do FCE pode trazer alterações no processo de cicatrização, com extravasamento de microvasos e, ainda que as feridas cicatrizem em um meio ácido, como uma resposta fisiológica temporária, chamada acidose fisiológica, existem estudos e autores contrariando esta hipótese. De acordo com tais autores, uma mudança no pH do leito da ferida para 6,0 (ácido) implicaria em uma diminuição de 40-90% da sua atividade fisiológica, com implicações sobre a bioquímica da atividade proteolítica nesta fase (Menoita, Santos, et al., 2011). O GFBM apresentou menores resultados, ainda que em um pequeno período (de D6 a D7), os quais podem ser atribuídos aos efeitos anti-inflamatórios exercidos pelo laser, que acelera a microcirculação, resultando em mudanças na pressão hidrostática capilar com reabsorção do edema e eliminação do acúmulo de metabólitos intermediários na fase de reparação celular.

É sabido que a verificação da temperatura no leito da ferida auxilia no plano terapêutico e na análise dos resultados do tratamento (Romanelli et al., 2002 e Wendelken et al., 2011). Este parâmetro auxilia na detecção precoce de infecções, onde temperaturas elevadas são sugestivas para infecção local na lesão. Dini et al. demonstraram uma relação crescente entre as melhores condições da ferida e a temperatura do leito da mesma, que atingiram 33 a 35°C. Verificaram que as temperaturas das feridas abaixo de 33°C sofreram atraso na cicatrização devido à deposição inadequada de colágeno, células inflamatórias e fibroblastos reduzidos na fase tardia. No presente estudo, na tabela 5 e na figura 13, é possível verificar que os valores da temperatura foram similares entre os grupos, com menor temperatura apenas no D8 para o GFBM, mas ainda assim maior que 36°C.

Quanto ao follow-up, os pacientes não apresentaram recidiva das lesões, considerando que nesta fase os aparelhos já estavam travados, os pacientes estáveis e sem queixas.

7 CONCLUSÃO

Utilizando os parâmetros $\lambda = 660\text{nm}$, $I = 796\text{mW/cm}^2$, $H = 4\text{J/cm}^2$, $t = 5\text{s}$, $E = 0,5\text{J}$ em 4 pontos por lesão foi possível verificar significativa melhora no grupo FBM em relação ao grupo placebo controlado.

De acordo com a escala BWAT, o grupo FBM apresentou melhora significativa das feridas a partir do dia 6 da análise, assim como diminuição da dor entre os dias 2 e 8, e depois no dia 13. O pH e a temperatura foram significativamente menores no grupo FBM nos dias 6 e 7, e dia 8, respectivamente.

Não houve recidiva em nenhum dos grupos e dois participantes do grupo FBM evoluíram com resposta satisfatória na consolidação óssea e cicatrização de feridas nas inserções de fios e pinos pois retiraram o FEC antes do previsto.

Esse foi o primeiro estudo sobre o uso da FBM na cicatrização das incisões ocasionadas por fios e pinos durante o uso do fixador externo circular e, portanto, mais trabalhos com amostragem maior de participantes são necessários para a consolidação da FBM nessa aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNE, J. E. Eletrotermoterapia: teoria e prática. Santa Maria: Palloti, 2004. p.310- 313.

ALVES DFS, ALMEIDA AO, SILVA JLG, MORAIS FI, Dantas SRPE, Alexandre NMC. Tradução e Adaptação do Bates-Jensen Wound Assessment Tool para Cultura Brasileira, Texto contexto – enfermagem, v 24, n.3, 2005.

ANDRADE F.S.S.D; CLARK R.M.O; FERREIRA ML. Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, v.41, n.2, p.129-133, 2014.

BAGNATO, V.S.; PAOLILLO, F.R.; Novos Enfoques da Fototerapia para Concicionamento Físico e Reabilitação. São Carlos: Editora Compacta, 2014.

BATES – JENSEN B, Sussman C. Tools to measure wound healing. In Sussman C, 1998

BATES – JENSEN BM, editors. Wound Care, a Collaborative Practice Manual for Health Professionals, 4 ed. Baltimore (US): Lippincott Williams and Wilkins; 2012. p. 131-72.

BATES JENSEN BM. Wound care – a collaborative practice manual for physical therapists and nurses. Gaithersburg, MD; Aspen Publishers; 1998.

BAYAT A.; ARSCOTT G.; OLLIER W.E.; MCGROUTHER D.A.; FERGUSON M.W. Keloid disease: clinical relevance of single versus multiple site scars. Br J Plast Surg, 58(1):28-37, 2005.

BJORDAL, J.M.; JOHNSON, M.I.; IVERSEN, V.; AIMBIRE, F.; LOPES-MARTINS, R.V.B. Low-level laser therapy in acute pain: A systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. Photomedicine and Laser Surgery, v.24, n.2, p.158-168, 2006.

BONMASSAR, L.; MARCHESI, F.; PASCALE, E.; FRANZESE, O et al.; *Curr. Med. Chem.* 2013,20,2389.

BORGES, F.S. Modalidades Terapêuticas nas Disfunções Estéticas. 1 ed. São Paulo: Phorte, 2006

BOSSINI P.S. Laser de baixa intensidade (670 nm) na viabilidade do retalho cutâneo randômico em ratos. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia da Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007.

BOTTCHER S.H, BIEDERMANN T, Reichmann E. Tissue engineering of skin. Burns. 2010; 36(4): 450–460.

BRYANT, R.A. & NIX, D.P. (2007). *Acute & Chronic Wounds: Current Management Concepts* (3rd ed.). Philadelphia, PA: Mosby.

BUCHOLZ, R. W. *Fraturas em adultos de Rockwood & Green*. 7. ed. Barueri, SP: Manole, 2013

CARVALHO, D.V.; BORGES, E.L. Tratamento ambulatorial de pacientes com ferida cirúrgica abdominal e pélvica. *Revista Mineira de Enfermagem*, v.15, n.1, p.25-33, 2011

CATAGNI, M.A.; FELICI, J.V.N. Alongamento de dois níveis e o método de Ilizarov (trifocal) no tratamento da pseudoartrose tibial com perda óssea. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v. 31, n. 8, p. 613-619, 1996.

CAVALCANTI, T.M.; ALMEIDA-BARROS, R.Q.; CATÃO, M.H.C.V.; FEITOSA, A.P.A.; LINS, R.D.A.U. Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia. *Anais Brasileiro de Dermatologia*, v.86, n.5, p. 955-960, 2011

COLOMBO, F.; NETO, A.A.P.V.; SOUSA, A.P.C.; MARCHIONNI, M.T.; PINHEIRO, A.L.B.; REIS, S.R.A. Effect of low-level laser therapy (660 nm) on angiogenesis in wound healing: a immunohistochemical study in a rodent model. *Brazilian Dental Journal*, v.24, n.4, p.308-312, 2013.

CONLAN, M.J.; RAPLEY, J.W.; COBB, C.M. Biostimulation of wound healing by lowenergy laser irradiation. *Journal of Clinical Periodontology*, v.23 KHANNA, A.;

DEALEY C. *Cuidados de feridas: um guia prático para as enfermeiras*. São Paulo: Atheneu; 2001.

DIAS, I.F.L.; SIQUEIRA, C.P.C.M.; FILHO, D.O.T.; DUARTE, J.L.; LAURETO, E. Efeito da luz em sistemas biológicos. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, v.30, n.1, p. 33- 40, Londrina: 2009

DINI V., SALVO P., JANOWSKA, A. et al. Correlation between wound temperature obtained with an infrared camera and clinical wound bed score in venous leg ulcers. *Wounds* 2015; 27(10):274–278.

ELWAKIL T.F. An in-vivo experimental evaluation of He-Ne laser photostimulation in healing Achilles tendons. *Lasers in Medical Science*, v.22, n.1, p.53-59, 2007

FERREIRA CJ., PATINO CM., (Types of outcomes in clinical research CONTINUING EDUCATION: SCIENTIFIC METHODOLOGY *J. bras. pneumol.* vol.43 no.1 São Paulo Jan./Feb. 2017.

FIERHELLER M, SIBBALD RG. A clinical investigation into the relationship between increased periwound skin temperature and local wound infection in patients with chronic leg ulcers. *Adv Skin Wound Care* 2010; 23(8):369–379. <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000383197.28192.98>

FONI N.O et al, Infecção pós-operatório nos pacientes submetidos ao controle de danos ortopédicos pela fixação externa; Rev. Bras. Ortop;205;50(6);625-630.

FORTUNA T.; GONZALES A.C.; SÁ M.F.; ANDRADE Z.A.; REIS S.R.A.; MEDRADO A.R.A.P. Effect of 670 nm laser photobiomodulation on vascular densit and fibroplasia in late stages of tissue repair, 2017.

FRAGOMEN AT, ROZBRUCH SR. A mecânica da fixação externa. HSS J. 2007; 3 (1): 13-29.

GARCEZ, A.S.; RIBEIRO, M.S.; NUNEZ, S.C. Laserterapia de baixa Potência: princípios básicos e aplicações clínicas em odontologia. São Paulo: Elsevier, 2012.

GENOVESE, W. J. Laser de baixa intensidade: Aplicações terapêuticas em Odontologia. São Paulo: Lovise, 2000. 175p.

GOLYAKLOVSKY, V; FRANKEL V.H.: Fixator removal and complication of Ilizarov technique. In Operative Manual of Ilizarov techniques, Ed. Mosby, New York, chapter 10,1993.

GREENER B, HUGHES AA, BANNISTER NP, DOUGLAS J. Proteases and pH in chronic wounds. J. Wound Care 14(2), 59–61 (2005).

GRECCO MA, PRADO IJr, ROCHA MA.,BARROS TW,Estudos epidemiológico das fraturas diafisarias da tíbia. Acta Ortop. Bras. 2002; 10(4):10-7

GUIRRO E.C.O.; MONTEBELO M.I.L., et al. Effect of Laser (670 nm) on Healing of Wounds Covered with Occlusive Dressing: A Histologic and Biomechanical Analysis. Photomedicine and Laser Surgery 28(5):629–634, 2010.

HARRIS C BASTES – JANSEN B, PARSLOW N, RAIZMAN R, SINGH M, KETCHEN R. Bates-Jensen Wound Assessment Tool: pictorial guide validation project. J Wound Ostomy Continence Nurs. 2010 May-Jun; 37(3):253-9

HAMBLIN M. R. (2017). Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. AIMS biophysics, 4(3), 337.

HOPPENFELD, S; MURTHY,V, S. Tratamento e Reabilitação de fraturas. 1° Ed.São Paulo: Manole, 2001.

HORZIC M, BUZONA D, MARIK. Contact thermography in a study of primary healing of surgical wounds. Ostomy Wound Manage 1996; 42:(1):36–44.

ILIZAROV, G.A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I - The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. Clin. Orthop. n.238, p.49-60, oct. 1989

IMAMURA M.et al. Dor e Fixadores Externos – Avaliação e tratamento, Acta Fisiátrica 2(1): 23-26,1995

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE STUDY OF PAIN. Classification of chronic pain. 1994. <https://www.iasp-pain.org/files/Content/.../Classification-of-Chronic-Pain.pdf> (accessed 8 August 2017)

ISAAC S. ROTBANDE, MAX R.F. RAMOS. Atualização em fixação externa: conceitos e revisão. *Rev Bras de Ortop.* 2000; vol 35(4); 5-6.

ISAAC, C.; LADEIRA, P.R.S.; REGO, F.M.P.; ALDUNATE, J.C.B.; FERREIRA, M. C. Processo de cura das feridas: cicatrização fisiológica. *Revista de Medicina da Universidade de São Paulo*, v.89, n.3/4, p.125-131, 2010.

JAUREGUI, J.J et al; Regenerate bone stimulation following limb lengthening: a meta-analysis; *BMC Musculoskeletal Disorders.*2016.

JONES I, Currie L, Martin R. A guide to biological skin substitutes. *Br. J. Plast. Surg.* 2002; 55(3): 185–193.

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

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

KARU, T.I.; KALENDO, G.S.; LETOKHOV, V.S.; LOBKO, V.V. Biostimulation of HeLa cells by low intensity visible light. *Nuovo Cimento, Bologna*, v.1D, n.6, p.828-840, 1982.

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

KHANDRA, M. et al. Determining optimal dose of laser therapy for attachment and proliferation of human oral fibroblasts cultured on titanium implant material. *Journal of Biomedical Materials Research Part A.* v73, p. 55-62, 2005.

KRASNER D. Wound healing scale, version 1.0: a proposal. *Adv Wound Care.* 1997 Sep; 10(5):82-5.

KRUSE CR, NUTILA K, LEE CC, et al. The external microenvironment of healing skin wounds. *Wound Repair Regen* 2015; 23(4):456–464.<https://doi.org/10.1111/wrr.12303>

KUBOTA J. Defocused diode laser therapy (830 nm) in the treatment of unresponsive skin ulcers: a preliminary trial. *J Cosmet Laser Ther* 6:96–102, 2004.

KUMMER, F.J. Biomechanics of the Ilizarov external fixator. *Clinic. Orthop.* 1992; n.280, 11-14

LINS, R.D.A.U.; DANTAS, E.M.; LUCENA, K.C.R.; GARCIA, A.F.G.; SILVA, J.S.P. Aplicação do laser de baixa potência na cicatrização de feridas. *Odontologia Clínica Científica, Recife, Suplemento*, p.511-516, 2011.

Mandelbaum SH, Santis EPD, Mandelbaum, MHS. Cicatrização: conceitos atuais e recursos auxiliares - Parte I. *AnbrasDermato*. 2003; 78(4): 393-410.

MELO V.A., ANJOS D.C., ALBUQUERQUE JÚNIOR R., MELO D.B., CARVALHO FU. Effect of low level laser on sutured wound healing in rats. *Acta Cir Bras* 26(2):129-34, 2011.

MENDONÇA, R.J.; COUTINHO-NETTO, J. Aspectos celulares da cicatrização. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v.84, n.3, p.257-262, 2009.

MENOITA, E., SANTOS, V., SANTOS, A., GOMES C. (2011). pH no controle do microambiente das feridas crônicas. *Coimbra, Sinais Vitais*, n.º94 (Janeiro), 54-61

MESTER, E.; SZENDE, B.; TOTA, J.G. Effect of laser on hair growth of mice. *Kiserl Orvostud Journal*, v.19, p.628-631, 1967.

METCALFE AD, Ferguson MW. Bioengineering skin using mechanisms of regeneration and repair. *Biomaterials*. 2007; 28(34): 5100–5113.

MOSELEY G.L, BUTLER D.S Fifteen Years of Explaining Pain: The Past, Present, and Future, *J. PAIN*, v.16 (9);807-13,2015.

NOVATO, D.A.; CARVALHO, D.V. Tratamento de feridas: uma contribuição ao ensino de enfermagem. *Revista Mineira de Enfermagem*, v.4, n.1/2, p.47-51, 2000.

PEREIRA M.C.M.C.; PINHO, C.B.; MEDRADO, A.R.P.; ANDRADE, Z.A.; REIS, S.R.A. Influence of 670 nm low-level laser therapy on mast cells and vascular response of cutaneous injuries. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, v.98, p.188– 192, 2010.

PETRICEVICHE VL. Cytokine and nitric oxide production following severe envenomation. *Curr Drug Targets Inflamm Allergy* 2004; 3(3):325–332. 66 Szentkuti A, Skala Kavanagh H, Grazio S. Infrared thermography and image analysis for biomedical use. *Periodicum Biologorum*. 2011; 113(4):385–392.

PESSOA, A.F.M. A administração sistêmica e tópica de vitaminas antioxidantes acelera a cicatrização de feridas cutâneas em camundongos diabéticos. Tese de Doutorado do Programa de pós-graduação em Biologia Celular e Tecidual do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo. 2014.

PILLEN H, MILLER M, THOMASJ, PUCKRIDGE P, SANDISON S, SPARK JI. Assessment of wound healing: validity, reliability and sensitivity of available instruments. *Wound Practic Res*. 2009 Nov; 17(4):208-17.

PROFYRIS C, TZIOTZIOS C, Do Vale I. Cutaneous scarring: Pathophysiology, molecular mechanisms, and scar reduction therapeutics Part I. The molecular basis of scar formation. *J Am Acad. Dermatol*. 2012; 66(1):1-10.

RIBEIRO M.A.G.; JÚNIOR, R.L.C.A.; RAMALHO, L.M.P.; PINHEIRO, A. L. B.; BOM JARDIM, L.R.; CUNHA, S.S. Immunohistochemical assessment of myofibroblasts and

lymphoid cells during wound healing in rats subjected to laser photobiomodulation at 660 nm. *Photomedicine and Laser Surgery*, v.27, n.1, p.49-55, 2009.

ROBICSEK F, MASTERS TN, DAUGHERTY HK. The value of thermography in the early diagnosis of postoperative sternal wound infections. *Thorac Cardiovasc Surg* 1984; 32(4):260–265. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1023400>

ROCHA JÚNIOR, A.M.; OLIVEIRA, R.G.; FARIAS, R.E.; ANDRADE, L.C.R.; AARESTRUP, F.M. Modulação da proliferação fibroblástica e da resposta inflamatória pela terapia a laser de baixa intensidade no processo de reparo tecidual. *Anais Brasileiro de Dermatologia*, v.81, n.2, p.150-156, 2006.

ROMANELLI M, GAGGIO G, PIAGGESI A. et al. Technological advances in wound bed measurements. *Wounds* 2002; 14(2):58–66.

SANTOS VLCG, Azevedo MAJ, Silva TS, Carvalho VMJ, Carvalho VF. Adaptação transcultural do Pressure Ulcer Scale for Healing (PUSH) para a língua portuguesa. *Rev Latino-Am Enfermagem*. 2005 Mai-Jun; 13(3):305-13.

SANTOS, J.B.; PORTO, S.G.; SUZUKI, L.M.; ANTONIAZZI, J.L.; ECHER, I.C. Avaliação e tratamento de feridas: orientação aos profissionais de saúde. Hospital das Clínicas, Porto Alegre. 2011.

SCHNEIDER LA, KORBER A, GRABBE S, DISSEMOND J. Influence of pH on wound-healing: a new perspective for wound-therapy? *Arch Dermatol Res* 2007; 298(9):413-420.

SCHADE H, MARCHIONNI A. DER Sauremantel der haut (nach gaskettenmessungen). *Klin. Wochenschr.* 7(1), 12–14 (1928).

SCHULZ KF, ALTMAN DG. MOHER D. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMC Medicine*, v. 8, n. 1, p. 18, 2010.

SHANKAR, L.; KEELAN, M.; KORNOWSKI.; LEON, M.; MOSES, J.; KIPSHIDZE, N. Augmentation of the expression of proangiogenic genes in cardiomyocytes with low dose laser irradiation in vitro. *Cardiovascular Radiation Medicine*, v.1, n.3, p.265-269, 1999., p.492-496, 1996.

SIAH, CJR, Childs C. Thermographic mapping of the abdomen in healthy subjects and patients after enterostoma. *J Wound Care*. 2015; 24(3): 112–120.

SILVA D.F.T et al .Fundamentos da Fotobiomodulação, cap.04 . In FERNANDES K.P. S et al *Biofotônica Conceitos e Aplicações*. Ed. Uninove, São Paulo, 2017, pag 52-65.

SILVA J.P., SILVA M.A., ALMEIDA A.P.F., JUNIOR I.L., MATOS A.P. Laser Therapy in the Tissue Repair Process: A Literature Review. *Photomedicine and Laser Surgery* 28(1):17-21, 2010.

SISK, T.D. External fixation: historical review, advantages, disadvantages, complications and indications. Clin. Orthop. n.180, p.15-21, nov., 1983.

SMANIOTTO, P.H.S.; GALLI, R.; CARVALHO, V.F.; FERREIRA, M.C. Clinical treatment of wounds - dressings. Revista de Medicina da Universidade de São Paulo, v.89, n.3/4, p.137-141, 2010.

SORENSEN LT. Wound healing and infection in surgery: the clinical impact of smoking and smoking cessation: a systematic review and meta-analysis. Arch Surg. 2012;147(4):373-83

SUSSMAN C, SWANSON G. Utility of the Sussman Wound Healing Tool in predicting wound healing outcomes in physical therapy. Adv Wound Care. 1997 Sep; 10(5):71-7.

SUSSMAN C, Bates-Jensen BM. Wound care: a collaborative practice manual (4th edn). Lippincott Williams & Wilkins, 2012.

Supp DM, Boyce ST. Engineered skin substitutes: practices and potentials. Clin. Dermatol. 2005; 23(4): 403–412.

TARGA, W.H.C, RODRIGUES, A.F. Fixadores externos em traumatologia. Ed. Artmed. SP; 2012; n.5;03-42.

TATARUNAS, A.C.; MATERA, J.M.; DAGLI, M.L.Z. Estudo clínico e anatomopatológico da cicatrização cutânea no gato doméstico. Utilização do laser de baixa potência GaAs (904 nm). Acta Cirúrgica Brasileira, v.13, n.2, p.86-93, 1998.

TERAN CG, TORREZ-Llanos J, TERAN-Miranda TE, BALDERRAMA C, SHAH NS, VILLARROEL P. Clinical accuracy of a non-contact infrared skin thermometer in paediatric practice. Child Care Health Dev. 2012;38(4):471-6.

THOMAS DR, RODEHEAVER GT, BARTOLUCCI AA, FRANZ RA, SUSSMAN C, FERRELL BA, et al. Pressure ulcer scale for healing: derivation and validation of the PUSH tool. The PUSH Task Force. Adv Wound Care. 1997 Sep; 10(5):96-101.

VAN WW. The fibroblast in wound healing. Surg Gynecol Obstet 1967; 124:369

VIDAL, J., BUSCAYRET, C. CONNES, H., MELKA, J., ORST,G. Guidelines for treatment of open fractures and infected pseudoarthroses by external fixation. Clin.Orthop. n.1 80, p. 83-95, nov. , 1 983.

WALSH, L.J. The current status of low level laser therapy in dentistry. Part 1. Soft tissue applications. Australia Dental Journal, v.42, n.4, p.247-254, 1997.

YILDIRIMER L, Thanh NTK, Seifalian AM. Skin regeneration scaffolds: a multimodal bottom-up approach. Trends Biotechnol. 2012; 30(12): 638–648.

WENDELKEN ME., BERG WT, LICHTENSTEIN P. et al. Wounds measured from digital photographs using photodigital planimetry software: validation and rater reliability. Wounds 2011; 23(9):267–275.

WALLACE L.A, GWYNNE L, TOBIAS J., Challenges and opportunities of pH in chronic wounds, *Ther.Deliv.*(2019)10(11).

WOO KY, SIBBALD RG. The improvement of wound-associated pain and healing trajectory with a comprehensive foot and leg ulcer care model. *J Wound Ostomy Continence Nurse.* 2009;36(2):184–191, quiz 192–193. Medline doi:10.1097/01.WON.0000347660.87346.ed

YILMAZ E, Belhan O, Karakurt L, et al. (2003) Mechanical performance of hybrid Ilizarov external fixator in comparison with Ilizarov circular external fixator. *Clin Biomech* 18:518–522.

APÊNDICE A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.**Identificação do Participante:**

Nome: _____

Data de Nascimento: _____ / _____ / _____ RG: _____

Endereço: _____

Telefone: _____ Cidade: _____ Cep: _____

e-mail: _____

1. Título do Trabalho Experimental: Fotobiomodulação em lesão cutânea provocada pelo uso de fixador externo circular: estudo clínico, placebo controlado e randomizado.

2. Objetivo: Coletar evidências clínicas e avaliar a cicatrização das feridas provocadas por fios e pinos com o uso do fixador externo circular, após realização do laser em comparação ao curativo padrão.

3. Justificativa: Diminuir ou evitar sinais e sintomas de feridas (tamanho, dor, vermelhidão e secreção) que podem acontecer ao redor dos fios e pinos.

4. Procedimentos da Fase Experimental: Você está sendo convidado (a) para participar como voluntário do projeto de pesquisa por estar em uso de fixador externo circular e queremos avaliar a cicatrização das feridas provocadas pelos fios e pinos. O tempo previsto para a sua participação na pesquisa é de aproximadamente 12 meses. Será realizado um sorteio e você poderá ser colocado em um dos dois grupos de estudo: Placebo controlado, onde será realizado curativo com soro fisiológico 0,9% + óleo cicatrizante, diariamente (você receberá instruções para realizar o autocuidado) e irradiação placebo a partir do 3º pós-operatório, a cada 72h, por 3 meses. A irradiação placebo é quando simulamos a irradiação, mas sem de fato o laser estar ligado. O outro grupo receberá o mesmo curativo, porém com o laser verdadeiramente ligado, também a partir do 3º pós-operatório, a cada 72h, por 3 meses.

5. Desconforto ou Riscos Esperados: Podem ocorrer possíveis riscos e desconfortos como, por exemplo, fotossensibilidade da pele e reação aos curativos utilizados.

6. Medidas Protetivas aos Riscos: Nos casos de desconforto ou risco, haverá suspensão dos procedimentos e produtos, mas você continuará sendo cuidado e acompanhado pelo tempo que for necessário até a melhora do desconforto causado, utilizando curativos com princípios ativos que não lhe causem reação. Porém, você será excluído do ensaio clínico.

7. Benefícios da Pesquisa: Este estudo pode oferecer benefícios reduzindo o desconforto da ferida e da dor, e principalmente, acelerar a cicatrização ao redor dos fios e pinos.

8. Métodos Alternativos Existentes: Não há métodos alternativos para acelerar a cicatrização das feridas causadas por fios e pinos do fixador externo, além dos curativos comumente já usados.

9. Retirada do Consentimento: Você será esclarecido (a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar, retirando seu consentimento ou interrompendo sua participação a qualquer momento na pesquisa.

10. Garantia do Sigilo: As informações desta pesquisa são confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos participantes, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

11. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa: Para participar deste estudo você não terá nenhum custo no tratamento realizado no consultório e não receberá qualquer ajuda financeira para realização dos curativos em domicílio, nem receberá ajuda de custo com transporte e alimentação.

12. Local da Pesquisa: O estudo será realizado no consultório privado Enf.^a Virgínia Rodrigues, localizado na Rua Arcipreste Andrade, nº 727, Cj 125, Ipiranga, CEP 04268-020, São Paulo-SP, Fone 11 3854 3069, e-mail: virginiammr@yahoo.com.br. Este consultório possui médico responsável técnico. A primeira consulta/ avaliação e retornos serão com datas e horários agendados.

13. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): O Comitê de Ética em Pesquisa é um colegiado interdisciplinar e independente, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes de pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Res. CNS nº 466/12 e Res. CNS 510/2016). O Comitê de Ética é responsável pela avaliação e acompanhamento dos protocolos de pesquisa no que corresponde aos aspectos éticos. Endereço do Comitê de Ética da UNINOVE: Rua Vergueiro, nº 235/249, 12º andar, Liberdade, São Paulo-SP, CEP 01504-001, Fone 11 3385 9010, comitedeetica@uninove.br. Horários de atendimento do Comitê de Ética: segunda-feira a sexta-feira, das 11h30 às 13h00 e das 15h30 às 19h00.

14. Nome Completo e Telefones dos Pesquisadores para Contato: Enf.^a Virgínia Rodrigues, fones 11 3854 3069 (Consultório) e celular 11 9 9442 9074, Orientadora Prof.^a Dr.^a Daniela de Fátima Teixeira da Silva, fone 11 3385 9222.

15. Eventuais intercorrências que vierem a surgir no decorrer da pesquisa poderão ser discutidas pelos meios próprios.

São Paulo, _____ de _____ de _____

16. Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi uma via deste termo de consentimento, e autorizo a realização do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos somente neste estudo no meio científico.

Assinatura do Participante

17. Eu, Virginia M. M. Rodrigues (pesquisadora responsável desta pesquisa), certifico que:

- Considerando que a ética em pesquisa implica o respeito pela dignidade humana e a proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos;
- Este estudo tem mérito científico e a equipe de profissionais devidamente citados neste termo é treinada, capacitada e competente para executar os procedimentos descritos neste termo.

Virginia Mendes Matias Rodrigues
Assinatura do Pesquisador Responsável

APÊNDICE B: Carta de Anuência da clínica particular.

Dr. Ayres Fernando Rodrigues

RECONSTRUÇÃO E ALONGAMENTO ÓSSEO

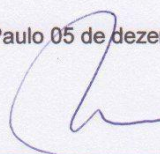
ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA

CRM 98770 - TEOT 7445

**CARTA DE AUTORIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO PARA REALIZAÇÃO
DA PESQUISA**

Eu, Ayres Fernando Rodrigues, portador CPF: 078.556.358-07 médico responsável técnico, CRM: 98.770 SP, tenho ciência da metodologia e autorizo a realização da pesquisa intitulada *Fotobiomodulação em lesão cutânea provocada pelo uso de fixador externo circular: estudo clínico, placebo controlado e randomizado, o qual pertence ao Curso de Mestrado Biofotônica Aplicada às Ciências da Saúde*, sob responsabilidade do pesquisador, Virgínia Mendes Matias Rodrigues, CPF: 834.830.201-87, enfermeira, Coren 72.746 SP, no do consultório clínico ortopédico, situado: Rua Arcipreste Andrade nº 727-Cj 125 – Ipiranga / CEP: 04268-020 – São Paulo /SP . Para tal, serão disponibilizados ao pesquisador uso do espaço físico assim como qualquer outro item necessário, seja de consumo e ou material permanente.

São Paulo 05 de dezembro de 2018.


Dr. Ayres Fernando Rodrigues
Ortopedia / Traumatologia
CRM - SP 98770

Dr. Ayres Fernando Rodrigues
Responsável Técnico - Consultório

Rua Arcipreste Andrade, 727 - Cj. 125
Ipiranga - 04268-020 - São Paulo - SP
Tel.: +55-11 3854-3069 / 3854-8023
contato@ayresfernando.com.br
www.ayresfernando.com.br

ANEXO A: Escala BWAT

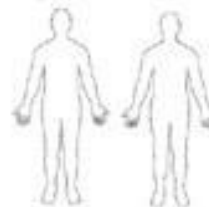
BATES-JENSEN WOUND ASSESSMENT TOOL NOME: _____
Versão Brasileira ETIOLOGIA DA FERIDA: _____

Complete a folha de pontuação para avaliar as condições da ferida. Avalie cada item escolhendo a resposta que melhor descreve a ferida, registrando as respectivas pontuações e datas na coluna correspondente. Se a ferida estiver cicatrizada/resolvida, pontue os itens 1, 2, 3 e 4 como zero.

Localização: Circule a localização anatômica e identifique direito (D) ou esquerdo (E).

- Sacro e cóccix Máléolo lateral
 Trocânter Máléolo medial
 Tuberosidade isquiótica Calcâneo Outro Local

Nos diagramas corporais, assinale um "X" para marcar o local.



Forma: Padrões gerais da ferida; avalie observando o perímetro e a profundidade.

Circule a descrição apropriada e registre a data:

- Irregular Linear ou alongada
 Circular/oval Côncava
 Quadrangular/Retangular Formato de borboleta Outro Formato

Item	Avaliação	<u> / / </u> Pontuação	<u> / / </u> Pontuação	<u> / / </u> Pontuação
1. Tamanho	1 = Comprimento x largura < 4 cm ² 2 = Comprimento x largura 4 - < 16 cm ² 3 = Comprimento x largura 16,1 - < 36 cm ² 4 = Comprimento x largura 36,1 - < 80 cm ² 5 = Comprimento x largura > 80 cm ²			
2. Profundidade	1 = Eritema não branqueável na pele íntegra. 2 = Perda parcial da espessura da pele envolvendo epiderme e/ou derme. 3 = Perda total da espessura da pele envolvendo dano ou necrose do tecido subcutâneo; pode estender-se até a fáscia subjacente, mas sem ultrapassá-la; e/ou perda parcial e total e/ou camadas teciduais cobertas por tecido de granulação. 4 = Coberto com necrose. 5 = Perda total da espessura da pele com destruição extensa, necrose tecidual ou dano muscular, ósseo ou das estruturas de apoio.			
3. Bordas	1 = Indefinidas, não visíveis claramente. 2 = Definidas, contorno claramente visível, aderidas, niveladas com a base da ferida. 3 = Bem definidas, não aderidas à base da ferida. 4 = Bem definidas, não aderidas à base, enrolada, espessada. 5 = Bem definidas, fibróticas, com crostas e/ou hiperqueratose.			
4. Descolamento	1 = Ausente. 2 = Descolamento < 2 cm em qualquer área. 3 = Descolamento de 2-4 cm envolvendo < 50% das bordas da ferida. 4 = Descolamento de 2-4 cm envolvendo > 50% das bordas da ferida. 5 = Descolamento > 4 cm ou tunelização em qualquer área.			
5. Tipo de tecido necrótico	1 = Ausente. 2 = Tecido não viável branco/cinza e/ou esfúculo amarelo não aderido. 3 = Esfúculo amarelo pouco aderido. 4 = Escara preta, úmida, aderida. 5 = Escara preta, dura, totalmente aderida.			
6. Quantidade de tecido necrótico	1 = Ausente. 2 = < 25% do leito da ferida coberto. 3 = 25% a 50% da ferida coberta. 4 = > 50% e < 75% da ferida coberta. 5 = 75% a 100% da ferida coberta.			

continua...

Item	Avaliação	___/___/___ Pontuação	___/___/___ Pontuação	___/___/___ Pontuação
7. Tipo de exsudato	1 = Ausente 2 = Sanguinolento 3 = Serossanguinolento: fino, aquoso, vermelho/rosa pálido 4 = Seroso: fino, límpido, aquoso 5 = Purulento: fino ou espesso, entre marrom opaco e amarelo, com ou sem odor			
8. Quantidade de exsudato	1 = Ausente, ferida seca 2 = Escassa, ferida úmida, mas sem evidência de exsudato 3 = Pequena 4 = Moderada 5 = Grande			
9. Cor da pele ao redor da ferida	1 = rósea ou normal para o grupo étnico 2 = Vermelha brilhante e/ou esbranquiçada ao toque 3 = Branca ou cinza pálido ou hipopigmentada 4 = Vermelha escura ou roxo e/ou não branqueável 5 = Preta ou hiperpigmentada			
10. Edema do tecido periférico	1 = Sem edema 2 = Edema não depressível estende-se < 4 cm ao redor da ferida 3 = Edema não depressível > 4 cm ao redor da ferida 4 = Edema depressível < 4 cm ao redor da ferida 5 = Crepitações e/ou edema depressível > 4 cm ao redor da ferida			
11. Endurecimento do tecido periférico	1 = Ausente 2 = Endurecimento < 2 cm ao redor da ferida 3 = Endurecimento 2-4 cm estendendo-se < 50% ao redor da ferida 4 = Endurecimento 2-4 cm estendendo-se > 50% ao redor da ferida 5 = Endurecimento > 4 cm em qualquer área ao redor da ferida			
12. Tecido de granulação	1 = Pele íntegra ou ferida de espessura parcial 2 = Vermelho vivo brilhante: 75% a 100% da ferida preenchida e/ou crescimento excessivo de tecido 3 = Vermelho vivo brilhante, < 75% e > 25% da ferida preenchida 4 = Róseo e/ou vermelho escuro opaco e/ou preenche < 25% da ferida 5 = Ausência de tecido de granulação			
13. Epitelização	1 = 100% da ferida coberta, superfície íntacta 2 = 75% a < 100% da ferida coberta e/ou com tecido epitelial estendendo-se > 0,5cm no leito da ferida 3 = 50% a < 75% da ferida coberta e/ou com tecido epitelial estendendo-se < 0,5cm no leito da ferida 4 = 25% a < 50% da ferida coberta 5 = < 25% da ferida coberta			
PONTUAÇÃO TOTAL				
ASSINATURA				



Assinale com um "X" a pontuação total na linha do Registro de Avaliação da Ferida, inserindo a data abaixo da linha. Anote as diversas pontuações e suas respectivas datas, a fim de possibilitar uma rápida visualização da regeneração ou degeneração da ferida.