

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

Comparação dos efeitos do laser de baixa potência, do gerador de alta frequência e do curativo no tratamento de pacientes com lesão por pressão durante a internação hospitalar: ensaio clínico randomizado

Renata Saltiel Machado

Porto Alegre

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

Comparação dos efeitos do laser de baixa potência, do gerador de alta frequência e do curativo no tratamento de pacientes com lesão por pressão durante a internação hospitalar: ensaio clínico randomizado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências do Movimento Humano

Orientador (a): Profa Dra Graciele Sbruzzi

Porto Alegre  
2017

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	1
2.	REVISÃO DA LITERATURA .....	3
2.1	Lesão por pressão .....	3
2.2	Formas de avaliação das lesões por pressão.....	6
2.2.1	Escala Pressure Ulcer Scale for Healing (PUSH) .....	6
2.2.2	Registro fotográfico.....	6
2.2.3	Termografia.....	7
2.3	Tratamentos da lesão por pressão .....	7
2.3.1	Curativo .....	7
2.3.2	Laser de baixa potência.....	8
2.3.3	Gerador de alta frequência .....	11
3.	JUSTIFICATIVA .....	13
4.	OBJETIVOS .....	14
4.1	Objetivo Geral.....	14
5.	HIPÓTESE .....	15
5.1	Hipótese nula.....	15
5.2	Hipótese alternativa .....	15
	Referências .....	16
	Capítulo II .....	22
	Artigo original: Comparação dos efeitos do laser de baixa potência, do gerador de alta frequência e do curativo no tratamento de pacientes com lesão por pressão durante a internação hospitalar: ensaio clínico randomizado .....	22

## **IDENTIFICAÇÃO**

### **Instituição responsável:**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

### **Título:**

Comparação dos efeitos do laser de baixa potência, do gerador de alta frequência e do curativo no tratamento de pacientes com lesão por pressão durante a internação hospitalar: ensaio clínico randomizado

### **Pesquisador responsável:**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Graciele Sbruzzi. Professora do Curso de Fisioterapia da UFRGS. Professora dos Programas de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano e Ciências Pneumológicas da UFRGS. E-mail: graciele.sbruzzi@ufrgs.br; Fone: (51) 994239420.

### **Mestranda:**

Ft. Renata Saltiel Machado: Mestrado em andamento pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da UFRGS. Email: renata\_saltiel@hotmail.com.

### **Colaboradores:**

Prof. Dr. Alexandre Simões Dias: Professor do Curso de Fisioterapia da UFRGS. Chefe do Serviço de Fisioterapia do HCPA

Ft. Dr.<sup>a</sup> Fernanda Machado Balzan: Fisioterapeuta contratada do Serviço de Emergência do HCPA. E-mail: fbalzan@hcpa.ufrgs.br; Fone: (51) 8428-1744

Ft. Franciele Plachi: Fisioterapeuta Residente do HCPA, Ênfase Adulto Crítico. E-mail: francielezp@gmail.com; Fone: (54) 9971-4393

Enfa. Sofia Palagi: Enfermeira Residente do HCPA, Ênfase Adulto Crítico. E-mail: sofia.palagi@hotmail.com; Fone: (51) 8014-7644

Acadêmica Thainá De Bona Bernardi: Graduanda do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Email: thaisinha.tb@hotmail.com.

Acadêmico Rafael Dias Bittencourt: Graduando do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Email: rafadb93@gmail.com

Acadêmica Camila Cardozo Mohler: Graduanda do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Email: camilamohler@hotmail.com.

Acadêmica Paola Jessica Gomes Prestes: Graduanda do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Email: lola-prestes@hotmail.com

Acadêmica Julia Schnarndorf Japur: Graduanda do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Email: juliajapur@hotmail.com

**Local da pesquisa:**

Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

**Palavras-chave:**

Lesão por pressão; laser de baixa potência; gerador de alta frequência.

## Capítulo I

### Resumo:

**Introdução:** As lesões por pressão (LP) apresentam alta prevalência hospitalar, sendo importante o tratamento adequado. Porém, são poucos os estudos randomizados que comparam diferentes recursos terapêuticos neste tipo de lesão.

**Objetivo:** Comparar a eficácia do LBP, do AF e do curativo no tratamento de pacientes com LP estágios 2 ou 3 durante o período de internação hospitalar sobre a área, evolução clínica e temperatura da ferida. **Métodos:** Ensaio clínico randomizado. Foram incluídos pacientes de ambos os gêneros, com presença de LP estágios 2 ou 3. Os pacientes foram randomizados em três grupos: LBP associado ao curativo (GLBP), AF associado ao curativo (GAF) e curativo (GC). Os desfechos analisados foram a área avaliada através de registros fotográficos, a evolução clínica da ferida através da PUSH, e a temperatura através de termografia. O GLBP recebeu aplicação de LBP com comprimento de onda de 658nm, potência de 100mW e dosagem de energia de 3J por ponto. O GAF recebeu aplicação de AF durante 15 minutos. Ambos os grupos receberam a intervenção uma vez ao dia, por sete ou 14 dias. O curativo foi realizado de acordo com o protocolo institucional.

**Resultados:** Vinte e oito pacientes com 37 LPs foram incluídos, oito no GAF (12 LPs), sete no GLBP (oito LPs) e 13 no GC (17 LPs). Foi observado uma redução significativa de 61,6% da área da lesão no GAF entre o basal e o 14º dia e entre o GAF e o GC ( $p \leq 0,05$ ). No escore total da PUSH, foi observado redução significativa de 42,2% no GAF entre o e o 14º dia, redução de 20% entre o basal e o 7º dia, e redução de 28% do 7º para o 14º dia ( $p \leq 0,05$ ). Entre os grupos foi observada diferença entre GAF e GC no 7º e 14º dias e entre o GAF e GLBP no 14º dia ( $p \leq 0,05$ ). Em relação a temperatura da lesão, foi observado redução na temperatura da área circundante da LP no GAF após sete dias de intervenção. **Conclusão:** O AF possui efeito benéfico sobre a redução da área e a evolução clínica das LPs após sete e 14 dias de intervenção. Porém, é necessário aumentar o tamanho da amostra para avaliar os reais benefícios dessas terapias.

**Palavras chave:** Laser de baixa potência; gerador de alta frequência; Lesão por pressão.

**Abstract:**

**Introduction:** Pressure injury (PI) present a high prevalence rate in hospital, and despite the modernization of treatment, there are few randomized clinical trials that evaluate the effects of low level laser therapy (LLT) and the high frequency generator (HF) compared to the curative in the treatment of this type of lesion. **Objective:** To compare the efficacy of LLT, HF and curative in the treatment of patients with PI in the stages 2 or 3 during hospitalization, about the area, temperature and clinical evolution of the wound. **Methods:** Randomized clinical trial. Patients of both genders, older than 18 years, with PI stages 2 or 3 were included. Patients were randomized into three groups: curative-associated LLT (GLLT), curative-associated HF (GHF) and curative (GC). The analyzed outcomes were the area evaluated through photographic records, the temperature through thermography and the clinical evolution of the wound through the PUSH. GLLT received LLT application with 658nm wavelength, 3J energy per point. GHF received HF application for 15 minutes. Both groups received the intervention once daily, for seven or fourteen days. The curative was performed according to the institutional protocol. **Results:** A total of 28 patients with 37 PIs were included, 8 in GHF (12 PIs), 7 in GLLT (8 PIs) and 13 in GC (17 PIs). There was a significant reduction in the GHF about the area (in cm<sup>2</sup>) by the IMAGE J software analysis, and in the subitems of the PUSH: PUSH area, PUSH area score, PUSH exudate and PUSH total score ( $p \leq 0.05$ ). No differences were observed in the other groups. Regarding the temperature of the lesion, there was a reduction in the area surrounding the LI in the GHF after seven days of intervention, without significant changes in the bed and the border of the lesion. Although there was no significant difference, it was observed in the evaluation of the basal moment that measures of temperature of the edge and the bed of the wound were inferior to the temperature evaluated in the area surrounding the LP. **Conclusion:** HF associated to the curative has a beneficial effect on the reduction of the area and the clinical evolution of PIs after seven and fourteen days of intervention. However, it is necessary to increase the sample size to evaluate the real benefits of these therapies.

**Keywords:** Low power laser therapy; High Frequency Generator, Pressure Injury

## 1. INTRODUÇÃO

Lesão por pressão (LP) é um dano localizado na pele e/ou tecidos moles subjacentes, geralmente sobre uma proeminência óssea ou relacionada ao uso de dispositivo médico ou a outro artefato. A lesão pode se apresentar em pele íntegra ou como úlcera aberta e pode ser dolorosa. A lesão ocorre como resultado da pressão intensa e/ou prolongada em combinação com o cisalhamento. A tolerância do tecido mole à pressão e ao cisalhamento pode também ser afetada pelo microclima, nutrição, perfusão, comorbidades e pela sua condição.<sup>1</sup> Elas podem constituir um problema de difícil solução e, geralmente, resultam em dor, deformidade e prolongamento do cuidado do paciente.<sup>2-4</sup>

A prevalência de LP no Brasil é alta, alcançando uma taxa de até 44% de pacientes com LP em hospitais públicos.<sup>5</sup> Pacientes tetraplégicos (60%) e idosos com fratura de colo de fêmur (66%) atingem as mais altas taxas desta complicação seguida por pacientes em estado crítico (33%)<sup>6</sup>. Também é notável o enorme impacto econômico do tratamento especializado para o tratamento dos pacientes com LP.<sup>7, 8</sup>

Dessa forma, uma assistência efetiva, individualizada e integralizada pode minimizar os efeitos deletérios da LP e apressar a recuperação e o bem-estar do paciente. Assim, recomenda-se que a equipe que cuida das LP's seja composta por médico, enfermeiro, fisioterapeuta, terapeuta ocupacional, nutricionista, psicólogo e assistente social.<sup>9</sup> Dentro desta equipe, o fisioterapeuta e o enfermeiro tem importância desde a prevenção até a reabilitação de um paciente com essas lesões, tendo em vista que ambos possuem ferramentas capazes de minimizar tal problema.

Um número crescente de recursos para o tratamento de LP está disponível atualmente.<sup>10</sup> O curativo é considerado o tratamento convencional para as LPs, no entanto, apesar de sua eficácia já comprovada, seu efeito no processo de cicatrização se dá a longo prazo.<sup>11</sup> Dentre os recursos fisioterapêuticos disponíveis para acelerar o tratamento das LPs, podemos citar o laser de baixa potência (LBP) e o gerador de alta frequência.

O LBP atua estimulando a atividade eletroquímica mitocondrial, aditamento da síntese de ATP<sup>12</sup>, aumento da síntese de colágeno<sup>13</sup> e estímulo a liberação dos fatores de crescimento<sup>14</sup>, potencializando o processo de cicatrização e reduzindo dessa forma a área da LP. Porém existem poucos ensaios clínicos randomizados (ECR) avaliando esse recurso no tratamento das LPs em humanos<sup>15</sup>.



O gerador de alta frequência tem aparecido na literatura como uma nova proposta no tratamento das LPs<sup>16</sup>. Este aparelho de baixo custo e fácil manuseio apresenta uma importante ação bactericida pela formação de ozônio, sendo uma opção no combate a infecção no leito da ferida <sup>17</sup>. O ozônio sendo um potente oxidante, quando em contato com fluídos orgânicos, promove a reação de moléculas reativas ao oxigênio, as quais influenciam eventos bioquímicos do metabolismo celular, o que pode proporcionar benefícios a reparação tecidual<sup>18</sup>. Porém, no nosso conhecimento, existe apenas um ECR<sup>16</sup> sobre o efeito desse recurso no tratamento das LPs, em que os autores demonstraram uma redução na área da lesão e melhora na taxa de cicatrização.

Apesar da evidência disponível na literatura sobre o efeito isolado das técnicas descritas acima, não há adequada evidência da avaliação dos efeitos do gerador de alta frequência e da LBP no tratamento de LP por meio de ECRs que avaliem as duas terapias em comparação ao curativo. Dessa forma, justifica-se a realização desse estudo que tem como objetivo comparar a eficácia da LBP, do gerador de alta frequência e do curativo no tratamento de pacientes com LP estágios 2 ou 3 durante o período de internação hospitalar sobre a área, temperatura e evolução clínica da ferida.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Lesão por pressão

Lesão por pressão (LP) é um dano localizado na pele e/ou tecidos moles subjacentes, geralmente sobre uma proeminência óssea ou relacionada ao uso de dispositivo médico ou a outro artefato. A lesão pode se apresentar em pele íntegra ou como úlcera aberta e pode ser dolorosa. A lesão ocorre como resultado da pressão intensa e/ou prolongada em combinação com o cisalhamento. A tolerância do tecido mole à pressão e ao cisalhamento pode também ser afetada pelo microclima, nutrição, perfusão, comorbidades e pela sua condição.<sup>1</sup> A etiologia das LP resulta da interação de múltiplos fatores, incluindo fatores intrínsecos como extremos de idade, comorbidades, estado nutricional, hidratação, condições de mobilidade e, percepção sensorial; e fatores extrínsecos como pressão, cisalhamento, fricção e umidade excessiva.<sup>8, 19-21</sup> Segundo Rocha et al<sup>22</sup> as localizações mais frequentes das LP são: isquiática (24%), sacrococcígea (23%), trocantérica (15%), e calcânea 8(%). Outras localizações incluem maléolos laterais (7%), cotovelos (3%), região occipital (1%), e região escapular.

A prevalência de LP no ambiente hospitalar é alta variando de 2,7% a 29,5%. No Brasil a taxa de pacientes com algum grau de lesão pode chegar a 44%<sup>5</sup>. Pacientes tetraplégicos (60%) e idosos com fratura de colo de fêmur (66%) atingem as mais altas taxas desta complicação seguida por pacientes em estado crítico (33%)<sup>6</sup>. Além da elevada prevalência, as LP também apresentam altos custos para o sistema de saúde. O custo do tratamento é estimado nos Estados Unidos em US\$ 2.000 a US\$ 25.000 dólares por indivíduo ao ano.<sup>7</sup> No Brasil, foi avaliado o custo médio do tratamento de LP estágio 3 dentro de uma clínica neurocirúrgica no ano de 2005, e o valor estimado foi de R\$180,00 por dia por paciente. Este valor incluiu apenas curativos industrializados e medicação<sup>7</sup>.

Além do alto custo, as LP constituem porta de entrada para infecções, dificultam a recuperação e aumentam o tempo necessário de cuidados da enfermagem.<sup>23</sup> Também necessitam de cuidados a longo prazo e limitam a funcionalidade do indivíduo.<sup>24</sup> Todos esses fatores contribuem para o aumento das taxas de morbimortalidade, gerando significantes consequências para o indivíduo e para a instituição de cuidado.

Para evitar essas questões, o primeiro passo é identificar precocemente o risco para formação de LP, assim sendo possível realizar a prevenção da lesão.<sup>25-27</sup> Existem diversos instrumentos preditivos no Brasil. Uma das escalas mais utilizada é a Escala de Braden, por tratar-se de um instrumento validado para o português com elevados níveis de sensibilidade e especificidade.<sup>21, 25, 28</sup> Na aplicação da Escala de Braden, são avaliados seis fatores específicos: percepção sensorial, atividade, mobilidade, umidade, nutrição, fricção e cisalhamento. A soma total desses itens evidencia numericamente o risco para o desenvolvimento da lesão, sendo que quanto menor a pontuação maior é o risco para a ocorrência da LP. O score mínimo dessa escala é seis e o máximo 23.<sup>26, 28-30</sup>

Em abril de 2016, o órgão americano *National Pressure Ulcer Advisory Panel* (NPUAP) substituiu o termo úlcera por pressão por lesão por pressão. Segundo o NPUAP, a expressão descreve de forma mais precisa esse tipo de lesão, tanto na pele intacta como na pele ulcerada. No sistema prévio do NPUAP, o Estágio 1 e a Lesão Tissular Profunda descreviam lesões em pele intacta enquanto as outras categorias descreviam lesões abertas. Isso causava confusão porque a definição de cada um dos estágios referia-se à lesão por pressão. Além dessa mudança, na nova proposta, os algarismos arábicos passam a ser empregados na nomenclatura dos estágios ao invés dos romanos. O termo “suspeita” foi removido da categoria diagnóstica Lesão Tissular Profunda. Durante o encontro do NPUAP, outras definições de lesões por pressão foram acordadas e adicionadas: Lesão por Pressão Relacionada a Dispositivo Médico e Lesão por Pressão em Membrana Mucosa. Sendo assim, as LP são classificadas de acordo com a profundidade e com a extensão da parede tissular envolvida, conforme abaixo:<sup>1</sup>

- Estágio 1 – Pele íntegra com área localizada de eritema que não embranquece e que pode parecer diferente em pele de cor escura. Presença de eritema que embranquece ou mudanças na sensibilidade, temperatura ou consistência (endurecimento) podem preceder as mudanças visuais. Mudanças na cor não incluem descoloração púrpura ou castanha; essas podem indicar dano tissular profundo;
- Estágio 2 – Perda da pele em sua espessura parcial com exposição da derme. O leito da ferida é viável, de coloração rosa ou vermelha, úmido e pode também apresentar-se como uma bolha intacta (preenchida com exsudato seroso) ou rompida. O tecido adiposo e tecidos profundos não são

visíveis. Tecido de granulação, esfacelo e escara não estão presentes. Essas lesões geralmente resultam de microclima inadequado e cisalhamento da pele na região da pélvis e no calcâneo;

- Estágio 3 – Perda da pele em sua espessura total na qual a gordura é visível e, frequentemente, tecido de granulação e epíbole (lesão com bordas enroladas) estão presentes. Esfacelo e /ou escara pode estar visível. A profundidade do dano tissular varia conforme a localização anatômica; áreas com adiposidade significativa podem desenvolver lesões profundas. Podem ocorrer descolamento e túneis. Não há exposição de fáscia, músculo, tendão, ligamento, cartilagem e/ou osso;
- Estágio 4 – Perda da pele em sua espessura total e perda tissular com exposição ou palpação direta da fáscia, músculo, tendão, ligamento, cartilagem ou osso. Esfacelo e /ou escara pode estar visível. Epíbole (lesão com bordas enroladas), descolamento e/ou túneis ocorrem frequentemente. A profundidade varia conforme a localização anatômica;
- Lesões que não podem ser classificadas - Perda da pele em sua espessura total e perda tissular na qual a extensão do dano não pode ser confirmada porque está encoberta pelo esfacelo ou escara. Ao ser removido (esfacelo ou escara), Lesão por Pressão em Estágio 3 ou Estágio 4 ficará aparente;
- Lesão tissular profunda - Pele intacta ou não, com área localizada e persistente de descoloração vermelha escura, marrom ou púrpura que não embranquece ou separação epidérmica que mostra lesão com leito escurecido ou bolha com exsudato sanguinolento. Dor e mudança na temperatura frequentemente precedem as alterações de coloração da pele. A descoloração pode apresentar-se diferente em pessoas com pele de tonalidade mais escura.

A LP deve ser avaliada com certa periodicidade para visualizar a melhora ou piora no processo de cicatrização. A avaliação pode ser acompanhada por meio de métodos não invasivos, através de instrumentos padronizados, precisos e práticos.<sup>31</sup>,

## 2.2 Formas de avaliação das lesões por pressão

### 2.2.1 Escala Pressure Ulcer Scale for Healing (PUSH)

O *National Pressure Ulcer Advisory Panel* (NPUAP) desenvolveu o *Pressure Ulcer Scale for Healing* (PUSH), que é um instrumento utilizado para avaliar os resultados de intervenção e o processo de cicatrização das LPs, adaptado transculturalmente para a língua portuguesa. A PUSH considera três parâmetros para avaliação do processo de cicatrização da ferida e resultados de intervenção<sup>33, 34</sup>.

- *Área da ferida*, relacionada ao maior comprimento (no sentido céfalo-caudal) comparando com a maior largura (em linha horizontal da direita para a esquerda) em centímetros quadrados;
- *Quantidade de exsudato presente na ferida*, avaliada após a remoção da cobertura e antes da aplicação de qualquer agente tópico, sendo classificada como ausente, pequena, moderada e grande;
- *Aparência do leito da ferida*, definida como o tipo de tecido prevalente nessa região, sendo especificada como tecido necrótico (escara), esfacelo, tecido de granulação, tecido epitelial e ferida fechada ou recoberta.

As subescalas para esses parâmetros, ao serem somadas, geram um escore total, variando de zero a 17. Escores maiores indicam piores condições da úlcera e escores menores indicam melhora no processo de cicatrização das LP. Deste modo, medindo apenas três variáveis, a PUSH gera escores que, em sua magnitude e direção, podem descrever as condições e a evolução das LP.<sup>33, 34</sup>

As lesões de pele possuem potencial de morbidade, principalmente, por apresentarem possíveis complicações no processo de cicatrização que tem papel fundamental na resposta protetora da lesão epidérmica, por meio da reparação tecidual. Contudo, vários fatores influenciam na cicatrização do tecido, podendo tornar mais lento o processo e permitindo complicações associadas com a exposição da ferida a agentes externos.<sup>35-38</sup>

### 2.2.2 Registro fotográfico

O registro fotográfico é uma técnica muito utilizada na avaliação da LP. É capaz de avaliar: área da LP, aspecto geral e a evolução no processo de cicatrização. Alguns cuidados no equipamento e no ambiente precisam ser tomados para padronização da avaliação. A câmera precisa estar configurada de igual modo

para todas as avaliações, sem uso de flash ou zoom e a distância entre a câmera e a LP deve ser sempre a mesma. No ambiente alguns cuidados devem ser seguidos como utilização de lençol branco para o fundo da foto e a iluminação do ambiente deve ser boa o suficiente para não ser necessário a utilização do flash.<sup>39</sup>

### **2.2.3 Termografia**

A termografia infravermelha registra gradientes e padrões térmicos corporais. Esta pode ser aplicada como ferramenta diagnóstica em diversas áreas da medicina, pois consegue captar a radiação infravermelha emitida pelo nosso corpo que difere de acordo com as condições internas dos tecidos biológicos. Condições anormais são detectadas pela termografia como pontos de áreas quentes, quando há um processo inflamatório intenso, ou como pontos ou áreas frias quando existe um processo de isquemia.<sup>40, 41</sup> A análise de imagens infravermelhas como diagnóstico tem como vantagens: relativo baixo custo, técnica não invasiva, indolor, sem contato, não intrusiva, sem radiação e disponibilidade de imagens em tempo real.<sup>42</sup>

Na avaliação das LP, essa técnica é utilizada para mensurar alterações da temperatura superficial da lesão durante o processo de cicatrização e também pode ser usada para calcular a área da LP.<sup>43</sup>

## **2.3 Tratamentos da lesão por pressão**

Sabe-se que a melhor forma de tratamento da LP é a prevenção<sup>25, 27</sup>; no entanto, depois de instalada, é de difícil cicatrização, necessitando de técnicas eficazes de tratamento. A limpeza e curativo da área lesionada devem ser implementadas sempre que as medidas preventivas não forem suficientes e já houverem lesões.<sup>11</sup> A presença de profissionais fisioterapeutas e de enfermagem na equipe multidisciplinar atuante no tratamento das LPs, possibilita a utilização de diversos recursos que proporcionam benefícios à cicatrização e a reparação tecidual; entre eles cita-se a LBP e a aplicação de ozonioterapia através do gerador de alta frequência.

### **2.3.1 Curativo**

A limpeza da LP deve ser realizada com solução salina (soro fisiológico 0,9%) aquecida, devido a atividade mitótica da ferida desenvolver-se favoravelmente em uma temperatura de aproximadamente 37°C, pois em temperaturas menores essa

leva cerca de 45 minutos para entrar em homeotermia com o corpo e cerca de 3 horas para recuperar a atividade mitótica. Assim, ao utilizar soro fisiológico aquecido será minimizado o arrefecimento e o atraso da cicatrização.<sup>44</sup>

Os curativos devem manter o meio úmido no leito da LP, com os benefícios da prevenção da desidratação do tecido lesado, morte celular, angiogênese acelerada e desbridamento autolítico, visto que esse meio retém as enzimas e água que ajudam na fibrinólise. Além disso, devem manter a região perilesional seca para evitar a maceração das bordas e do tecido adjacente da LP.<sup>45-47</sup>

Dessa forma, o curativo visa proporcionar alguns benefícios, como o de ser impermeável à água e outros fluídos, viabilizar as trocas gasosas, promover o isolamento térmico, minimizar o risco de infecção e trauma mecânico, limitar o movimento dos tecidos ao redor da ferida, absorver exsudato, promover desbridamento e ser de fácil aplicação e remoção, sem causar trauma à lesão.<sup>47-50</sup> Assim é essencial a escolha adequada do curativo, com avaliação criteriosa da ferida.<sup>51</sup>

Cabe salientar que o processo cicatricial evolui constantemente, assim a indicação de certos curativos pode alterar com o passar de alguns dias. Além disso, os pacientes podem reagir de forma diferente, mesmo apresentando feridas semelhantes.<sup>52</sup>

### **2.3.2 Laser de baixa potência**

Um número crescente de recursos fisioterapêuticos para o tratamento de LP estão disponíveis atualmente<sup>10</sup>; dentre eles, um dos mais utilizados é a LBP<sup>37</sup> que consiste em radiação de luz amplificada de baixa potência capaz de promover efeitos bioquímicos, bioelétricos e bioenergéticos. A absorção da LBP se dá a nível celular melhorando assim a função normal das células e conseqüentemente a reparação tecidual por meio da liberação de histamina, serotonina e bradicinina, estimulando a produção de ATP, resultando em estímulo à microcirculação, trofismo celular, aumento das taxas de regeneração da epiderme, ação analgésica, anti-inflamatória, antiedematosa e cicatrizante.<sup>53-56</sup>

A aplicação da LBP deve ser sempre perpendicular à lesão podendo ser realizada com diferentes técnicas: pontual, varredura e associada (pontual e varredura).<sup>57, 58</sup> A LBP é definida por vários parâmetros como potência ( $10^{-3}$  a  $10^{-1}$  W), comprimento de onda (300 e 10.600 nm), taxa de pulsos (de 0 a 5000 Hz),

duração do pulso (1 a 500 milissegundos), intervalo interpulsos (1 a 500 milissegundos), tempo total de irradiação (10 a 3000 segundos), intensidade (força/área) ( $10^{-2}$  a  $10^0$  W/cm<sup>2</sup>) e dose de energia (potência X tempo de irradiação/área irradiada) ( $10^{-2}$  a  $10^2$  J/cm<sup>2</sup>).<sup>59</sup>

Diversos estudos sugerem que o tratamento por meio da LBP é uma forma segura, eficaz e adjuvante aos procedimentos terapêuticos das lesões de pele, com benefício potencial de acelerar o processo de cicatrização.<sup>13, 60, 61</sup> Cabe ressaltar que além de acelerar o processo de cicatrização, a LBP é capaz de induzir a deposição ordenada de tecido cicatricial conferindo maior força tênsil e rigidez.<sup>62</sup> Esse fato pode ser evidenciado em diferentes tecidos como o ósseo<sup>63</sup>, ligamentar<sup>64</sup> e em lesões com cicatrização por segunda intenção como as LP.<sup>65</sup>

Porém, os diferentes protocolos de tratamento e modelos experimentais utilizados nos estudos dificultam as comparações entre os mesmos podendo ser a causa dos resultados contraditórios encontrados na literatura. Estudos em animais encontrados na literatura utilizaram na grande maioria análise *in vitro* para avaliar a proliferação celular e encontraram bons resultados na proliferação de fibroblastos e de fatores de crescimento como PDGF, TGF- $\beta$ , VEGF com o uso da LBP.<sup>14, 66, 67</sup>

No nosso conhecimento, existem apenas quatro ensaios clínicos randomizados que avaliaram o efeito da LBP no tratamento das LP em seres humanos, que foram reunidos em uma revisão sistemática realizada pelo nosso grupo<sup>15</sup>. Porém, os desfechos avaliados pelos estudos incluem principalmente a área da úlcera e a taxa de cicatrização, sendo que apenas um estudo avaliou as alterações termográficas na área da LP através de termografia infravermelha. Não encontramos na literatura estudos que analisaram o efeito sistêmico da LBP através da análise de fatores de crescimento no tratamento de LP. Abaixo estão descritos esses quatro estudos.

Taradaj et al<sup>40</sup>, randomizaram os pacientes com LP em quatro grupos: três grupos utilizaram diferentes comprimentos de onda de LBP (940nm, 808nm e 658nm), com uma dose de energia de 4J/cm<sup>2</sup>, associado a curativo e o quarto grupo utilizou LBP placebo associado a curativo. Foram avaliadas a área da lesão e a quantidade de feridas completamente cicatrizadas após o tratamento. Os autores observaram que o grupo que utilizou LBP com comprimento de onda de 658nm apresentou uma redução significativa de 71% na área da LP após um mês de terapia contra 28,3% dos demais grupos (p=0,011). Os grupos que utilizaram



comprimentos de onda de 904nm e 808nm não apresentaram diferença significativa comparada ao placebo. Em relação a taxa de cicatrização, a porcentagem de feridas que cicatrizaram completamente após um mês foi de 11,1% nos grupos 904nm, 808nm e placebo contra 47% cicatrizadas no grupo 658nm sendo essa diferença significativa entre os grupos ( $p \leq 0,001$ ).

Lucas et al<sup>68</sup> também avaliaram em seu artigo a área da lesão e a quantidade de feridas completamente cicatrizadas após o tratamento comparando dois grupos: o grupo intervenção utilizou aplicação de LBP com comprimento de onda de 904nm e dose de energia de 1J/cm<sup>2</sup> associado a curativo, e o grupo controle realizou apenas aplicação do curativo. O grupo intervenção apresentou uma redução de 22% na área da LP e o grupo controle de 41% e a quantidade de úlceras cicatrizadas no grupo LBP foi de 50% e no grupo controle de 35%. A avaliação foi feita antes e após seis semanas de tratamento e não houve resultados significativos em nenhum dos desfechos avaliados.

Nussbaum et al<sup>69</sup> e Taly et al<sup>70</sup> utilizaram em seus estudos LBP cluster onde se pode associar diferentes comprimentos de onda na mesma aplicação. Foram avaliados nestes dois estudos a taxa de cicatrização das LP. Nussbaum et al<sup>72</sup> compararam um grupo que utilizou LBP com probe cluster com comprimento de onda central de 820nm cercado por dez saídas de 950nm, dez saídas de 880nm e dez saídas de 660nm e dose de energia de 4J/cm<sup>2</sup> associado a curativo; outro grupo recebeu a aplicação de ultrassom associado a luz ultravioleta e a curativo; e um terceiro grupo que recebeu apenas a aplicação de curativo. Após 22 semanas de intervenção, a porcentagem de cicatrização semanal do grupo LBP foi de 23,7%, no grupo ultrassom/luz ultravioleta foi de 53,5% e no grupo controle foi de 32,4%. Não houve diferença significativa entre o grupo LBP e o grupo ultrassom/luz ultravioleta quando comparado ao grupo controle. Em contrapartida houve diferença significativa no grupo ultrassom associado a luz ultravioleta quando comparado ao LBP.

Taly et al<sup>73</sup> realizaram um comparativo entre LBP cluster com fonte central de 820 nm cercada de cinco saídas de 940nm, dez saídas 880nm, dez saídas de 870nm, dez saídas de 950nm, dez saídas de 650nm e dose de energia de 4,5J/cm<sup>2</sup> associado a curativo, e grupo LBP placebo associado a curativo. Este estudo também avaliou a taxa de cicatrização em média de semanas necessárias para cicatrização das LP e os resultados apresentados foram uma média de 2,4±2,1

semanas para cicatrização das LP no grupo LBP e  $1,8\pm 2,1$  semanas para cicatrização no grupo controle sem diferença significativa entre os grupos.

Dessa forma, podemos observar que os ensaios clínicos randomizados realizados com seres humanos ainda são insuficientes para gerar resultados conclusivos sobre os efeitos da LBP nas LP.

### **2.3.3 Gerador de alta frequência**

Outro recurso utilizado atualmente para auxiliar no processo de cicatrização é o gerador de alta frequência. Esse recurso terapêutico produz correntes alternadas de elevada frequência e baixa intensidade com tensão aproximada de 30 a 40 mil volts e uma frequência de 150 a 200Khz.<sup>71</sup> O aparelho possui diferentes tipos de eletrodos de vidro, com gás ou ar rarefeito em seu interior que determinam a fluorescência. A função do gás é conduzir o fluxo da corrente, enquanto a fluorescência é causada pela passagem da corrente que ioniza as moléculas do gás. Em decorrência desse processo e da passagem de ondas eletromagnéticas pelo ar, o eletrodo em contato com a pele promove um faiscamento que converte o oxigênio em ozônio (O<sub>3</sub>).<sup>17</sup>

O O<sub>3</sub> pode reagir com componentes do sistema vascular (eritrócitos, leucócitos, plaquetas e células endoteliais) e afetar positivamente o metabolismo do oxigênio e, celular, por meio da vasodilatação e produção do aumento da resposta enzimática antioxidativa, contribuindo, assim, de forma efetiva no tratamento de lesões cutâneas causadas por diferentes microrganismos.<sup>72</sup> As bactérias são os organismos mais sensíveis ao O<sub>3</sub>, o que garante a sua eficácia bactericida. Ele atua primeiramente sobre a membrana bacteriana e causa a perda da atividade enzimática celular normal, o que promove uma mudança na permeabilidade da célula, levando à morte da bactéria.<sup>17</sup> Tais efeitos assemelham-se às propriedades bioestimulatórias do LBP.

Muitos dos estudos considerando o uso terapêutico do O<sub>3</sub> tem sido pelos seus efeitos antimicrobianos.<sup>72</sup> Atualmente, sua utilização é descrita nas seguintes ocorrências: osteomielite<sup>73</sup>, abscessos<sup>74</sup>, pé diabético<sup>75</sup>, queimaduras<sup>76</sup>, doenças isquêmicas<sup>77</sup>, degeneração macular relacionada com a idade<sup>78</sup>, problemas ortopédicos<sup>79</sup>, fibromialgia<sup>80</sup>, cáries dentárias<sup>81</sup>, osteonecrose da mandíbula<sup>72</sup>, hepatites<sup>82</sup>, herpes-zóster<sup>83</sup>, metástases<sup>84</sup>, sepse e disfunção de vários órgãos<sup>85</sup>. No tratamento de úlceras crônicas, a ozonioterapia já foi citada pela indução de

formação de tecido de granulação e neoangiogênese devido as suas propriedades antissépticas.<sup>75</sup> Dessa forma, a ozonioterapia através do gerador de alta frequência é uma técnica segura, de fácil manuseio e pouco onerosa no tratamento de diversas lesões dermatológicas, incluindo o tratamento das LP.<sup>13</sup>

Porém, até o momento, há escassez de rigorosa evidência dos efeitos do gerador de alta frequência no tratamento de LP, bem como seus efeitos nessa condição em comparação à LBP e ao curativo convencional. No nosso conhecimento, existem apenas dois estudos que compararam o efeito do LBP com o gerador de alta frequência no tratamento de feridas cutâneas, porém os dois trabalhos foram realizados com ratos.

No estudo realizado por Sá et al<sup>18</sup> foi observado que o tratamento isolado com LBP e gerador de alta frequência proporcionam efeitos positivos no processo de cicatrização de feridas cutâneas comparados com grupo controle e que a associação desses dois recursos proporcionam efeito adicional no tratamento dessas feridas em ratos. Os benefícios do LBP e do alta frequência também foram avaliados no estudo de Sousa et al<sup>86</sup> que compararam dois parâmetros de LBP 658nm (5J/cm<sup>2</sup> e 8J/cm<sup>2</sup>) e o alta frequência durante 14 dias do processo de cicatrização de feridas induzidas em ratos. Os resultados demonstraram um efeito benéfico maior do LBP em relação ao alta frequência e efeitos mais efetivos da dose de 5J/cm<sup>2</sup> na fase inicial da lesão e da dose de 8J/cm<sup>2</sup> na sua fase mais crônica.

Além disso, existe apenas um ensaio clínico randomizado avaliando os efeitos do gerador de alta frequência em humanos, mas comparando com grupo controle. Korelo et al<sup>16</sup> realizaram um estudo piloto com aplicação diária do gerador de alta frequência por duas semanas em pacientes com LP estágios 2 e 3. Os pacientes foram randomizados em dois grupos: grupo gerador de alta frequência e grupo controle. Foi avaliada a área da LP em mm<sup>2</sup> antes e após o tratamento. Os resultados encontrados foram redução significativa da área da LP no grupo gerador de alta frequência de 786,5±690,9mm<sup>2</sup> para 537±719,3mm<sup>2</sup> em relação ao grupo controle que apresentou um aumento na área da LP (966,5±249,6mm<sup>2</sup> para 2473±1861,1 mm<sup>2</sup>).

### **3. JUSTIFICATIVA**

A LP é uma área localizada de isquemia e necrose celular que ocorre normalmente entre um tecido mole e uma proeminência óssea. É uma lesão multifatorial que acomete mais idosos, pacientes debilitados e em casos de imobilização prolongada. Além do alto custo para seu tratamento, as LP podem provocar alto risco de infecções causado pelo contato com diversos microrganismos na ferida. Além disso, o indivíduo necessita de cuidados específicos para higiene e proteção da ferida, o que dificulta a recuperação e prolonga a estadia hospitalar, aumentando os custos e comprometendo a qualidade de vida dos pacientes.

Técnicas fisioterapêuticas têm sido estudadas na tentativa de acelerar o tratamento e a cicatrização de LP, como o LBP e o gerador de alta frequência. Porém os estudos existentes, principalmente ensaios clínicos randomizados em humanos, são escassos e não possuem uma padronização das avaliações e dos protocolos utilizados, tornando difícil a indicação de qual melhor método a ser utilizado.

Assim, através da realização de um novo ensaio clínico randomizado com maior rigor metodológico e comparando diretamente essas duas técnicas fisioterapêuticas com o curativo, que é considerado tratamento usual, será possível avaliar melhor os efeitos dessas intervenções isoladas e em comparação no complexo processo de cicatrização das LP.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo Geral**

Avaliar e comparar os efeitos do laser de baixa potência, do gerador de alta frequência e do curativo no tratamento de pacientes com lesão por pressão estágios 2 ou 3 durante a internação hospitalar sobre a área, temperatura e evolução clínica da ferida

## **5. HIPÓTESE**

### **5.1 Hipótese nula**

Ambas as intervenções, laser de baixa potência e gerador de alta frequência, não apresentam diferença significativa na redução da área de LP quando comparados ao curativo.

### **5.2 Hipótese alternativa**

Ambas as intervenções, laser de baixa potência e gerador de alta frequência, apresentam diferença significativa na redução da área de LP quando comparados ao curativo.

### Referências bibliográficas do capítulo I

1. Prevention and Treatment of Pressure Ulcers: Clinical Practice Guideline. European Pressure Ulcer Advisory Panel and National Pressure Ulcer Advisory Panel. Washington DC: National Pressure Ulcer Advisory Panel; 2009 [updated 07/01/201015 de janeiro de 2014].
2. Fernandes LM, Caliri MH. Using the Braden and Glasgow scales to predict pressure ulcer risk in patients hospitalized at intensive care units. *Revista latino-americana de enfermagem* 2008 Nov-Dec;16(6):973-8.
3. de Freitas MC, Medeiros AB, Guedes MV, de Almeida PC, de Galiza FT, Nogueira Jde M. [Pressure ulcers in the elderly: analysis of prevalence and risk factors]. *Revista gaucha de enfermagem / EENFUFGRS* 2011 Mar;32(1):143-50.
4. Rogenski NK, P. Avaliação da concordância da aplicação da Escala de Braden interobservadores. *Rev Paul Enferm, São Paulo* 2012;25(1):24-8.
5. Becker D, Tozo TC, Batista SS, Mattos AL, Silva MCB, Rigon S, et al. Pressure ulcers in ICU patients: Incidence and clinical and epidemiological features: A multicenter study in southern Brazil. *Intensive Crit Care Nurs* 2017 Apr 20.
6. Costa MP, Sturtz G, Costa FPPd, Ferreira MC, Barros Filho TEPUhwsbspssa, pid=S, et al. Epidemiologia e tratamento das úlceras de pressão: experiência de 77 casos. *Acta Ortopédica Brasileira* 2005;13:124-33.
7. Blanes L, Duarte IdS, Calil JA, Ferreira LM. Avaliação clínica e epidemiológica das úlceras por pressão em pacientes internados no Hospital São Paulo. *Rev Assoc Med Bras* 2004;50(2):182-7.
8. Lima AC, Guerra DM. [Evaluation of the cost of treating pressure ulcers in hospitalized patients using industrialized dressings]. *Cien Saude Colet* 2011 Jan;16(1):267-77.
9. O'Sullivan SBS, T. J. . *Fisioterapia: Avaliação e Tratamento*. ed., editor: Ed Manole; 2010.
10. Dissemond J. [Physical treatment modalities for chronic leg ulcers]. *Der Hautarzt; Zeitschrift fur Dermatologie, Venerologie, und verwandte Gebiete* 2010 May;61(5):387-96.
11. Medeiros AB, Lopes CH, Jorge MS. [Analysis of prevention and treatment of the pressure ulcers proposed by nurses]. *Revista da Escola de Enfermagem da U S P* 2009 Mar;43(1):223-8.
12. Silveira PCL, Silva LA, Tuon T, Freitas TP, Streck EL, Pinho RAUhwsbspssa, et al. Efeitos da laserterapia de baixa potência na reposta oxidativa epidérmica induzida pela cicatrização de feridas. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 2009;13:281-7.
13. Hopkins JT, McLoda TA, Seegmiller JG, David Baxter G. Low-Level Laser Therapy Facilitates Superficial Wound Healing in Humans: A Triple-Blind, Sham-Controlled Study. *J Athl Train* 2004 Sep;39(3):223-9.
14. Gao X, Xing D. Molecular mechanisms of cell proliferation induced by low power laser irradiation. *J Biomed Sci* 2009 Jan 12;16:4.
15. Machado RS, Viana S, Sbruzzi G. Low-level laser therapy in the treatment of pressure ulcers: systematic review. *Lasers Med Sci* 2017 May;32(4):937-44.
16. Korelo RIG, Oliveira JJJd, Souza RSA, Hullek RdF, Fernandes LCUhwsbspssa, pid=S, et al. Gerador de alta frequência como recurso para tratamento de úlceras por pressão: estudo piloto. *Fisioterapia em Movimento* 2013;26:715-24.

17. Martins A SJ, Graciola L, Fréz AR, Ruaro JA, Marquetti MGK. Bactericidal effect of high frequency generator in *Sataphylococcus aureus* culture. *Fisioter Pesq*2012;19(2):153-7.
18. Hoctavio Pereira SUE, Hyezio Moura N, Luanna Anielle Evangelista Do S, Geraldo Cardoso de Oliveira JUF, Jos UeMNSD, Kelsyanne Castro C, et al. Estudo comparativo da ação do laser GaAlInP e do gerador de alta frequência no tratamento de feridas cutâneas em ratos: estudo experimental. *ConScientiae Saúde*2010;9(3):360-6.
19. Anselmi ML, Peduzzi M, França Junior I. Incidência de úlcera por pressão e ações de enfermagem. *Acta Paul Enferm*2009;22(3):257-64.
20. Gomes FS, Bastos MA, Matozinhos FP, Temponi HR, Velasquez-Melendez G. [Factors associated to pressure ulcers in patients at adult Intensive Care Units]. *Revista da Escola de Enfermagem da U S P*2010 Dec;44(4):1070-6.
21. Menegon DB. Análise das subescalas de Braden como indicativos de risco para úlcera por pressão. *Texto contexto - enferm.*, Florianópolis, v. 21, n. 4, p. 854-861, 2012. *Texto contexto - enferm*2012;21(4):854-61.
22. Rocha JA, Miranda MJ, Andrade MJ. [Pressure ulcer management--Evidence-based interventions]. *Acta medica portuguesa*2006 Jan-Feb;19(1):29-38.
23. Schue RM, Langemo DK. Pressure ulcer prevalence and incidence and a modification of the Braden Scale for a rehabilitation unit. *J Wound Ostomy Continence Nurs*1998 Jan;25(1):36-43.
24. Graves N, Birrell F, Whitby M. Effect of pressure ulcers on length of hospital stay. *Infect Control Hosp Epidemiol*2005 Mar;26(3):293-7.
25. Braden B, Bergstrom N. A conceptual schema for the study of the etiology of pressure sores. *Rehabilitation nursing : the official journal of the Association of Rehabilitation Nurses*1987 Jan-Feb;12(1):8-12.
26. de Moura GM, Juchem BC, Falk ML, de Magalhaes AM, Suzuki LM. [Construction and implementation of two quality indicators in nursing services]. *Revista gaucha de enfermagem / EENFUFGRGS*2009 Mar;30(1):136-40.
27. Serpa LF, Santos VL, Campanili TC, Queiroz M. Predictive validity of the Braden scale for pressure ulcer risk in critical care patients. *Revista latino-americana de enfermagem*2011 Jan-Feb;19(1):50-7.
28. Paranhos WYS, V.L.C.G. . Avaliação de risco para úlceras de pressão por meio da escala de Braden, na língua portuguesa. *Rev Esc Enferm USP, São Paulo*,1999;33:191-206.
29. Cremasco MF. Úlcera por pressão: risco e gravidade do paciente e carga de trabalho de enfermagem. *Acta Paul Enferm*2009;22:897-902.
30. Gusmao-Flores D, Salluh JI, Dal-Pizzol F, Ritter C, Tomasi CD, Lima MA, et al. The validity and reliability of the Portuguese versions of three tools used to diagnose delirium in critically ill patients. *Clinics*2011;66(11):1917-22.
31. Manual de condutas para úlceras neurotróficas e traumáticas. . Ministerio da Saude - Brasil Secretaria de Políticas de Saude Departamento de Atencao Basica 2002.
32. Studart RMB, Melo EM, Lopes MVO, Barbosa IV, Carvalho ZMF. Tecnologia de enfermagem na prevenção da úlcera por pressão em pessoas com lesão medular. *Rev Bras Enferm*2011;64(3):494-500.
33. 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. *Advances in wound care : the journal for prevention and healing*1997 Sep;10(5):96-101.



34. Santos VL, Azevedo MA, Silva TS, Carvalho VM, Carvalho VF. [Crosscultural adaptation of the pressure ulcer scale for healing to the portuguese language]. *Revista latino-americana de enfermagem*2005 May-Jun;13(3):305-13.
35. Demir H, Balay H, Kirnap M. A comparative study of the effects of electrical stimulation and laser treatment on experimental wound healing in rats. *Journal of rehabilitation research and development*2004 Mar;41(2):147-54.
36. Sullins KE. Lasers and wound healing: practical uses. *Clinical Techniques in Equine Practice*2004;3(2):182-7.
37. Rocha Junior AM, Vieira BJ, Andrade LCF, Monteiro A. Effects of low-level laser therapy on the progress of wound healing in humans: the contribution of in vitro and in vivo experimental studies. *J Vasc Bras*2007;6:258-66.
38. Tayar G, Peterlini MAS, Pedreira MLG. Proposta de um algoritmo para seleção de coberturas segundo o tipo de lesão aberta em crianças. . *Acta Paul Enferm*2007;20(3):284-90.
39. Reis CLDd, Cavalcante JM, Rocha Júnior EFd, Neves RS, Santana LA, Guadagnin RdV, et al. Mensuração de área de úlceras por pressão por meio dos softwares Motic e do AutoCAD®. *Revista Brasileira de Enfermagem*2012;65:304-8.
40. Schubert V, Fagrell B. Local skin pressure and its effects on skin microcirculation as evaluated by laser-Doppler fluxmetry. *Clin Physiol*1989 Dec;9(6):535-45.
41. Carvalho ARd, Medeiros DLd, Souza FTd, Paula GFd, Barbosa PM, Vasconcellos PRO, et al. Variação de temperatura do músculo quadríceps femoral exposto a duas modalidades de crioterapia por meio de termografia. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*2012;18:109-11.
42. Bandeira F, Moura MAMd, Souza MAd, Nohama P, Neves EB. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*2012;18:246-51.
43. Taradaj J, Halski T, Kucharzewski M, Urbanek T, Halska U, Kucio C. Effect of Laser Irradiation at Different Wavelengths (940, 808, and 658 nm) on Pressure Ulcer Healing: Results from a Clinical Study. *Evid Based Complement Alternat Med*;2013:960240.
44. Arnold MC. Pressure ulcer prevention and management: the current evidence for care. *AACN clinical issues*2003 Nov;14(4):411-28.
45. Field FK, Kerstein MD. Overview of wound healing in a moist environment. *American journal of surgery*1994 Jan;167(1A):2S-6S.
46. Thomas DR. Prevention and treatment of pressure ulcers. *Journal of the American Medical Directors Association*2006 Jan;7(1):46-59.
47. Tratamento e Controle de Feridas Tumerais e Úlcera por pressão no câncer avançado. Série de cuidados paliativos, RJ. BRASIL Ministério da Saúde Instituto Nacional do Câncer (INCA)2009.
48. Lyder CH. Pressure ulcer prevention and management. *JAMA : the journal of the American Medical Association*2003 Jan 8;289(2):223-6.
49. Rochitte CE, Pinto IM, Fernandes JL, Filho CF, Jatene A, Carvalho AC, et al. [I cardiovascular magnetic resonance and computed tomography guidelines of the Brazilian Society of Cardiology - Executive summary]. *Arquivos brasileiros de cardiologia*2006 Sep;87(3):e48-59.
50. Melo EM, Fernandes VS. Avaliação do Conhecimento do Enfermeiro acerca das Coberturas de Última Geração. . *Rev Estima*2011;9(4):12-20.

51. Bajay HM, Jorge AS, Dantas SRPE. Técnicas básicas para a realização de curativos no âmbito hospitalar. In: JORGE, A.S.; DANTAS, S.R.P.E. . Abordagem multiprofissional no tratamento de feridas São Paulo (SP): Atheneu2005:69-80.
52. Franco DG, L.F. . Feridas cutâneas: a escolha do curativo adequado. Rev Col Bras Cir 2008;35(3):203-6.
53. Mester E, Jaszagi-Nagy E. The effects of laser radiation on wound healing and collagen synthesis. . Studia Biophysica1973;35:227-30.
54. Mester E, Spiry T, Szende B, Tota JG. Effect of laser rays on wound healing. American journal of surgery1971 Oct;122(4):532-5.
55. Veçoso MC. Laser em fisioterapia. Sao Paulo: Lovise. 1993.
56. Assis GM, Moser ADL. Proposta de um protocolo de laserterapia como adjuvante no tratamento de úlceras por pressão. In: Anais do IX Congresso Brasileiro de Estomaterapia [online], Porto Alegre: Associação Brasileira de Estomaterapia2011:23-7.
57. Lucas C, van Gemert MJ, de Haan RJ. Efficacy of low-level laser therapy in the management of stage III decubitus ulcers: a prospective, observer-blinded multicentre randomised clinical trial. Lasers Med Sci2003;18(2):72-7.
58. Saltmarche AE. Low level laser therapy for healing acute and chronic wounds - the extendicare experience. Int Wound J2008 Jun;5(2):351-60.
59. Posten W, Wrone DA, Dover JS, Arndt KA, Silapunt S, Alam M. Low-level laser therapy for wound healing: mechanism and efficacy. Dermatologic surgery : official publication for American Society for Dermatologic Surgery [et al]2005 Mar;31(3):334-40.
60. Baxter GD, Bell AJ, Ravey J, Allen JM. Low level laser therapy: current clinical practice in Northern Ireland. . Physiotherapy1991;77:171-8.
61. Kitchen S. Laserterapia de baixa intensidade. . In: Eletroterapia: Prática Baseada em Evidências 11 ed São Paulo: Manole2003:712.
62. Moreira F, de Oliveira E, Barbosa F, Silva J. Low-Level Laser Therapy in the expression of collagen after muscular surgical injury. Fisioterapia e Pesquisa,2011;18(1):37-42.
63. Garavello-Freitas I, Baranauskas V, Joazeiro PP, Padovani CR, Dal Pai-Silva M, da Cruz-Hofling MA. Low-power laser irradiation improves histomorphometrical parameters and bone matrix organization during tibia wound healing in rats. Journal of photochemistry and photobiology B, Biology2003 May-Jun;70(2):81-9.
64. Fung DT, Ng GY, Leung MC, Tay DK. Effects of a therapeutic laser on the ultrastructural morphology of repairing medial collateral ligament in a rat model. Lasers in surgery and medicine2003;32(4):286-93.
65. Gonzaga Ribeiro MA, Cavalcanti de Albuquerque RL, Santos Barreto AL, Moreno de Oliveira VG, Santos TB, Freitas Dantas CD. Morphological analysis of second-intention wound healing in rats submitted to 16 J/cm<sup>2</sup> lambda 660-nm laser irradiation. Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research2009 Jul-Sep;20(3):390.
66. Arany PR, Nayak RS, Hallikerimath S, Limaye AM, Kale AD, Kondaiah P. Activation of latent TGF-beta1 by low-power laser in vitro correlates with increased TGF-beta1 levels in laser-enhanced oral wound healing. Wound repair and regeneration : official publication of the Wound Healing Society [and] the European Tissue Repair Society2007 Nov-Dec;15(6):866-74.
67. de Loura Santana C, Silva Dde F, Deana AM, Prates RA, Souza AP, Gomes MT, et al. Tissue responses to postoperative laser therapy in diabetic rats submitted to excisional wounds. PloS one2015;10(4):e0122042.

68. Lucas C, Gemert MJ, Haan RJ. Efficacy of low-level laser therapy in the management of stage III decubitus ulcers: a prospective, observer-blinded multicentre randomised clinical trial. *Lasers in medical science* [serial on the Internet]. 2003; (2).
69. Nussbaum EL, Biemann I, Mustard B. Comparison of ultrasound/ultraviolet-C and laser for treatment of pressure ulcers in patients with spinal cord injury. *Phys Ther* 1994 Sep;74(9):812-23; discussion 24-5.
70. Taly AB, Sivaraman Nair KP, Murali T, John A. Efficacy of multiwavelength light therapy in the treatment of pressure ulcers in subjects with disorders of the spinal cord: A randomized double-blind controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004 Oct;85(10):1657-61.
71. Oliveira L. Utilização do ozônio através do aparelho de alta frequência no tratamento da úlcera por pressão. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde* 2011;30:41-6.
72. Kazancioglu HO, Ezirganli S, Aydin MS. Effects of laser and ozone therapies on bone healing in the calvarial defects. *The Journal of craniofacial surgery* 2013 Nov;24(6):2141-6.
73. Oguz E, Ekinçi S, Eroglu M, Bilgic S, Koca K, Durusu M, et al. Evaluation and comparison of the effects of hyperbaric oxygen and ozonized oxygen as adjuvant treatments in an experimental osteomyelitis model. *The Journal of surgical research* 2011 Nov;171(1):e61-8.
74. Lipatov KV, Sopromadze MA, Shekhter AB, Rudenko TG, Emel'ianov A. [Ozone-ultrasonic therapy in the treatment of purulent wounds]. *Khirurgiia* 2002(1):36-9.
75. Bearzatto A VF, Franzini M. O<sub>2</sub>-O<sub>3</sub>- therapy of nonhealing foot and leg ulcers in diabetic patients. *Eur J Clin Invest* 2003;33(1 suppl):44-6.
76. Xie W, Zhang L, Yang R. [The role of ozone solution on debridement and sterilization of burn wound]. *Zhonghua shao shang za zhi = Zhonghua shaoshang zazhi = Chinese journal of burns* 2000 Jun;16(3):163-5.
77. Drozhzhin EV, Sidorkina ON. [Ozone therapy and phototherapy with polarized polychromatic light in treatment of patients suffering from lower limb critical ischaemia]. *Angiologiia i sosudistaia khirurgiia = Angiology and vascular surgery* 2012;18(4):23-7.
78. Riva Sanseverino E, Meduri RA, Pizzino A, Prantera M, Martini E. Effects of oxygen-ozone therapy on age-related degenerative retinal maculopathy. *Panminerva medica* 1990 Apr-Jun;32(2):77-84.
79. Lin Q, Chen H, Lu C, Wang B, Zhang Y, He X, et al. Effects of ozone on sciatic nerve in rat. *Interventional neuroradiology : journal of peritherapeutic neuroradiology, surgical procedures and related neurosciences* 2011 Sep;17(3):281-5.
80. Hidalgo-Tallon J, Menendez-Cepero S, Vilchez JS, Rodriguez-Lopez CM, Calandre EP. Ozone therapy as add-on treatment in fibromyalgia management by rectal insufflation: an open-label pilot study. *Journal of alternative and complementary medicine* 2013 Mar;19(3):238-42.
81. Johansson E, van Dijken JW, Karlsson L, Andersson-Wenckert I. Treatment effect of ozone and fluoride varnish application on occlusal caries in primary molars: a 12-month study. *Clinical oral investigations* 2013 Dec 11.
82. Zaky S, Kamel SE, Hassan MS, Sallam NA, Shahata MA, Helal SR, et al. Preliminary results of ozone therapy as a possible treatment for patients with chronic

hepatitis C. *Journal of alternative and complementary medicine* 2011 Mar;17(3):259-63.

83. Bassi P, Sbrascini S, Mattassi R, D'Angelo F, Franchina A. [Ozone in the treatment of herpes zoster]. *Rivista di neurobiologia : organo ufficiale della Societa dei neurologi, neuroradiologi e neurochirurghi ospedalieri* 1982 Jul-Dec;28(3-4):328-33.

84. Ripamonti CI, Cislighi E, Mariani L, Maniezzo M. Efficacy and safety of medical ozone (O<sub>3</sub>) delivered in oil suspension applications for the treatment of osteonecrosis of the jaw in patients with bone metastases treated with bisphosphonates: Preliminary results of a phase I-II study. *Oral oncology* 2011 Mar;47(3):185-90.

85. Yamanel L, Kaldirim U, Oztas Y, Coskun O, Poyrazoglu Y, Durusu M, et al. Ozone therapy and hyperbaric oxygen treatment in lung injury in septic rats. *International journal of medical sciences* 2011;8(1):48-55.

86. Sousa RCd, Maia Filho ALM, Nicolau RA, Mendes LMS, Barros TLd, Neves SMV. Action of AlGaInP laser and high frequency generator in cutaneous wound healing. A comparative study. *Acta Cirurgica Brasileira* 2015;30:791-8.

## Capítulo II

Artigo original: Comparação dos efeitos do laser de baixa potência, do gerador de alta frequência e do curativo no tratamento de pacientes com lesão por pressão durante a internação hospitalar: ensaio clínico randomizado – estudo piloto

### Resumo:

**Introdução:** As lesões por pressão (LP) apresentam alta prevalência hospitalar, sendo importante o tratamento adequado. Porém, são poucos os estudos randomizados que comparam diferentes recursos terapêuticos neste tipo de lesão.

**Objetivo:** Comparar a eficácia do LBP, do AF e do curativo no tratamento de pacientes com LP estágios 2 ou 3 durante o período de internação hospitalar sobre a área, evolução clínica e temperatura da ferida. **Métodos:** Ensaio clínico randomizado. Foram incluídos pacientes de ambos os gêneros, com presença de LP estágios 2 ou 3. Os pacientes foram randomizados em três grupos: LBP associado ao curativo (GLBP), AF associado ao curativo (GAF) e curativo (GC). Os desfechos analisados foram a área avaliada através de registros fotográficos, a evolução clínica da ferida através da PUSH, e a temperatura através de termografia. O GLBP recebeu aplicação de LBP com comprimento de onda de 658nm, potência de 100mW e dosagem de energia de 3J por ponto. O GAF recebeu aplicação de AF durante 15 minutos. Ambos os grupos receberam a intervenção uma vez ao dia, por sete ou 14 dias. O curativo foi realizado de acordo com o protocolo institucional.

**Resultados:** Vinte e oito pacientes com 37 LPs foram incluídos, oito no GAF (12 LPs), sete no GLBP (oito LPs) e 13 no GC (17 LPs). Foi observado uma redução significativa de 61,6% da área da lesão no GAF entre o basal e o 14º dia e entre o GAF e o GC ( $p \leq 0,05$ ). No escore total da PUSH, foi observado redução significativa de 42,2% no GAF entre o e o 14º dia, redução de 20% entre o basal e o 7º dia, e redução de 28% do 7º para o 14º dia ( $p \leq 0,05$ ). Entre os grupos foi observada diferença entre GAF e GC no 7º e 14º dias e entre o GAF e GLBP no 14º dia ( $p \leq 0,05$ ). Em relação a temperatura da lesão, foi observado redução na temperatura da área circundante da LP no GAF após sete dias de intervenção. **Conclusão:** O AF possui efeito benéfico sobre a redução da área e a evolução clínica das LPs após sete e 14 dias de intervenção. Porém, é necessário aumentar o tamanho da amostra para avaliar os reais benefícios dessas terapias.

**Palavras chave:** Laser de baixa potência; gerador de alta frequência; Lesão por pressão.

## Chapter II

Original article: Comparison of the effects of low power laser therapy, high frequency generator and curative in the treatment of patients with pressure injury during hospital stay: a randomized clinical trial

### Summary:

**Introduction:** Pressure injury (PI) present a high prevalence rate in hospital, and despite the modernization of treatment, there are few randomized clinical trials that evaluate the effects of low level laser therapy (LLT) and the high frequency generator (HF) compared to the curative in the treatment of this type of lesion. Objective: To compare the efficacy of LLT, HF and curative in the treatment of patients with PI in the stages 2 or 3 during hospitalization, about the area, temperature and clinical evolution of the wound. **Methods:** Randomized clinical trial. Patients of both genders, older than 18 years, with PI stages 2 or 3 were included. Patients were randomized into three groups: curative-associated LLT (GLLT), curative-associated HF (GHF) and curative (GC). The analyzed outcomes were the area evaluated through photographic records, the temperature through thermography and the clinical evolution of the wound through the PUSH. GLLT received LLT application with 658nm wavelength, 3J energy per point. GHF received HF application for 15 minutes. Both groups received the intervention once daily, for seven or fourteen days. The curative was performed according to the institutional protocol. **Results:** A total of 28 patients with 37 PIs were included, 8 in GHF (12 PIs), 7 in GLLT (8 PIs) and 13 in GC (17 PIs). There was a significant reduction in the GHF about the area (in cm<sup>2</sup>) by the IMAGE J software analysis, and in the subitems of the PUSH: PUSH area, PUSH area score, PUSH exudate and PUSH total score ( $p \leq 0.05$ ). No differences were observed in the other groups. Regarding the temperature of the lesion, there was a reduction in the area surrounding the PI in the GHF after seven days of intervention, without significant changes in the bed and the border of the lesion. **Conclusion:** HF has a beneficial effect on the reduction of the area and the clinical evolution of PIs after seven and fourteen days of intervention. However, it is necessary to increase the sample size to evaluate the real benefits of these therapies.

**Keywords:** Low level laser therapy; High Frequency Generator, Pressure Injury

## INTRODUÇÃO

Lesão por pressão (LP) é conhecida como uma injúria decorrente do excesso de pressão entre um tecido mole e uma proeminência óssea. Comumente estão associadas a pessoas debilitadas com longa permanência hospitalar e dificuldade na mobilização no leito<sup>1</sup>. Apesar da modernização dos tratamentos disponíveis, a incidência de pacientes com LP em unidades de tratamentos intensivo permanece alta, variando entre 8,8% e 25,1%, e no Brasil estudos apontam uma taxa de até 44% de pacientes com LP em hospitais públicos<sup>2</sup>.

Sabe-se que a melhor alternativa para evitar as LP é a prevenção. Entretanto, após o desenvolvimento da LP a equipe multiprofissional tem papel importante, sendo crescente o número de recursos disponíveis. O curativo é considerado o tratamento convencional, no entanto, apesar de sua eficácia, seu efeito no processo de cicatrização se dá a longo prazo<sup>3</sup>. Dentre os recursos fisioterapêuticos disponíveis para acelerar o tratamento das LPs, podemos citar o laser de baixa potência (LBP) e o gerador de alta frequência.

O LBP atua estimulando a atividade eletroquímica mitocondrial, aditamento da síntese de ATP<sup>4</sup>, aumento da síntese de colágeno<sup>5</sup> e estímulo aos fatores de crescimento<sup>6</sup>, acelerando o processo de cicatrização e reduzindo dessa forma a área da LP. Porém existem poucos ensaios clínicos randomizados (ECRs) avaliando esse recurso no tratamento das LPs em humanos e os resultados desses estudos são conflitantes<sup>7</sup>.

Assim como o LBP, o gerador de alta frequência tem aparecido na literatura como uma nova proposta no tratamento das LP. Este aparelho de baixo custo e fácil manuseio apresenta ação bactericida pela formação de ozônio, sendo uma opção no combate a infecção no leito da ferida<sup>8</sup>. O ozônio sendo um potente oxidante, quando em contato com fluídos orgânicos, promove a reação de moléculas reativas ao oxigênio, as quais influenciam eventos bioquímicos do metabolismo celular, o que pode proporcionar benefícios a reparação tecidual<sup>9</sup>. Porém, no nosso conhecimento, existe apenas um ECR em humanos sobre o efeito desse recurso no tratamento das LPs, em que os autores demonstraram uma redução na área da lesão e aumento na taxa de cicatrização<sup>10</sup>.

Apesar da evidência disponível na literatura sobre o efeito isolado das técnicas descritas acima, existem poucos ECRs que avaliem os efeitos do gerador de alta frequência e da LBP no tratamento de LP em humanos e em comparação ao curativo. Dessa forma, justifica-se a realização desse estudo que tem como objetivo

comparar a eficácia da LBP, do gerador de alta frequência e do curativo no tratamento de pacientes com LP estágios 2 ou 3 durante o período de internação hospitalar sobre a área, evolução clínica da ferida e temperatura da lesão.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Desenho do estudo**

Ensaio clínico randomizado paralelo. A metodologia deste projeto seguiu as recomendações propostas pelo CONSORT Statement. Após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), CAEE: 31041914.9.0000.5327, o projeto foi registrado na Plataforma Internacional para Registro de Ensaio Clínicos (Clinical Trials) sob o registro: NCT02296697.

### **Local e participantes**

A população do estudo constituiu de todos os pacientes que estavam em regime de internação na Emergência e no Centro de Tratamento Intensivo Adulto do HCPA e que apresentaram LP estágios 2 ou 3 segundo os critérios da European Pressure Ulcer Advisory Panel and National Pressure Ulcer Advisory Panel (2009), com idade entre 20 e 90 anos, e que não estivessem realizando nenhum tratamento além do convencional para a LP. Os pacientes foram selecionados através de busca em prontuários no período entre setembro de 2015 e maio de 2017. Os critérios de exclusão foram: presença de tecido necrótico com necessidade de desbridamento, gravidez, desconforto durante o tratamento com LBP ou alta frequência, área de superfície da lesão maior que 30 cm<sup>2</sup>, LP com extensa tunelização, uso de drogas como corticosteroides, imunossupressão, portadores de marcapasso, neoplasias, áreas de hemorragia, e portadores de pinos ou placas metálicas no local da aplicação.

### **Intervenções**

Após análise dos critérios de elegibilidade, os pacientes incluídos foram randomizados em três grupos: grupo LBP associado ao curativo (GLBP), grupo alta frequência associado ao curativo (GAF) e grupo curativo somente (GC).



### **Grupo laser de baixa potência**

A LBP foi aplicada utilizando um laser AlGaAsP com comprimento de onda de 658nm, potência de 100mW e emissão de luz contínua, devidamente calibrado (Laser Red Fluence, marca HTM). Foi utilizada uma dosagem de energia de 3J por ponto, sendo o tempo de aplicação em cada ponto de 30 segundos e o tempo total de aplicação foi relacionado à área de cada LP. O laser foi aplicado de forma pontual nas bordas e no leito da lesão, sendo a área do spot size de 0,1256cm<sup>2</sup>, com uma distância de 1cm<sup>2</sup> entre os pontos de aplicação. A aplicação foi realizada de maneira perpendicular para garantir a penetração máxima no tecido<sup>11</sup>. Para fins de prevenção de infecção e contaminação, a LP foi recoberta por um filme de policloreto de polivinila (PVC) transparente e descartável, evitando o contato direto da caneta do LBP com a ferida. Após cada aplicação, a caneta foi desinfetada com álcool 70%. A aplicação da LBP foi realizada por pesquisadores capacitados e treinados para utilização da técnica.

### **Grupo gerador de alta frequência**

Foi utilizado um aparelho gerador de alta frequência com o eletrodo de vidro modelo esférico maior, com gás neon em seu interior (Ibramed). Para a aplicação foi utilizada a técnica de faiscamento direto, na qual o eletrodo é posicionado a 1-2cm de distância da pele do paciente, causando a formação de faíscas, com intensidade crescente até atingir 80 a 100%. O tempo de aplicação foi de 15 minutos em cada LP<sup>8</sup>. A aplicação da técnica foi realizada por pesquisadores capacitados e treinados. Antes e após cada aplicação, o eletrodo de vidro foi higienizado com álcool 70%.

As intervenções de ambos os grupos foram realizadas diariamente, de segunda-feira à sexta-feira, durante a permanência do paciente na internação do HCPA, dando-se seguimento às intervenções até no máximo o 14º dia de internação. Caso o paciente tenha começado a ser atendido na Emergência ou na CTI, o mesmo teve continuação dos atendimentos nas unidades de internação do HCPA, após a alta nessas Unidades. Pacientes que não completaram no mínimo 7 dias de intervenção foram excluídos do estudo.

### **Grupo curativo**

O grupo curativo recebeu apenas a aplicação diária do curativo, o qual era determinado pela equipe de enfermagem de acordo com necessidades específicas de cada paciente. O curativo e a limpeza da LP foram realizados diariamente nos

três grupos durante o período de acompanhamento. Antes da aplicação da técnica de LBP ou alta frequência, foi realizado a higiene da LP com solução salina aquecida e após a aplicação foi realizado o curativo conforme indicado pelo Protocolo de LP do HCPA, onde feridas pouco exsudativas tinham indicação para uso de óxido de zinco, hidrocóloide, hidrogel ou gaze com petrolato. Feridas muito exsudativas tinham indicação para uso de alginato de cálcio ou alginato de prata, e feridas infectadas a indicação para uso de carvão com prata.

### **Desfechos**

Foram analisadas as seguintes variáveis dos pacientes incluídos para caracterização da amostra: idade, gênero, identificação da região com LP, número de LPs, tempo de aparecimento da LP, história social, médica e cirúrgica do paciente. Foi considerado como desfecho primário a área da LP e como desfechos secundários a evolução clínica da ferida e a temperatura da lesão. Os desfechos foram avaliados no momento pré-intervenção, no 7º e 14º dia de intervenção por um único pesquisador treinado e cegado para a terapêutica utilizada.

### **Avaliação da área da lesão por pressão**

A área, aspecto geral e processo cicatricial da LP foram avaliados por meio de registro de imagem a partir de uma máquina fotográfica Canon SX30 com 14,1 mega pixels de resolução e lente de 24mm. A câmera foi posicionada a 30 cm de distância da lesão, sem utilização de zoom e flash, com o paciente posicionado sobre um lençol branco com iluminação ambiente. Foi utilizado uma régua padronizada com 30cm de comprimento em todas as imagens para calibração do software IMAGE J, que foi utilizado na análise das imagens deste trabalho.

### **Avaliação da evolução clínica da lesão por pressão**

As condições da lesão e do processo de cicatrização foram avaliadas por meio da Pressure Ulcer Scale for Healing (PUSH), que utiliza três parâmetros para avaliação: área da ferida, aparência do leito da ferida e quantidade de exsudato. Os subescores para esses parâmetros, ao serem somados, geram um escore total, variando de zero a 17. Escores maiores indicam piores condições da lesão e escores menores indicam melhora no processo de cicatrização da LP.

### **Avaliação da temperatura da lesão por pressão**

A avaliação da temperatura superficial da lesão durante o processo de cicatrização foi realizada por imagens termográficas registradas por uma câmera de infravermelho Flir E6. O dispositivo termográfico foi ajustado com emissividade de 0,98, distância focal de 30 cm e a temperatura do ambiente foi controlada dentro das possibilidades para permitir a classificação das estruturas de interesse. Foram realizadas três medidas: na área circundante a LP, no leito da ferida e na borda da lesão. As imagens foram computadas e posteriormente analisadas usando o software de análise Flir tools.

A avaliação dos desfechos foi realizada por três avaliadores de forma independente. Após a realização de cada avaliação, as fotos eram encaminhadas via e-mail para os três avaliadores que de forma individual aplicavam a PUSH e calculavam a área com o software IMAGE J. Os dados foram tabulados em excel e após este processo, foi realizado uma reunião para consenso, onde era necessário menos de 10% de variabilidade entre os dados dos avaliadores. Discrepâncias e desacordos eram discutidos em conjunto e foi estabelecido no mínimo uma média entre dois avaliadores, sempre que havia concordância entre os três era utilizado a média de todos.

### **Randomização e cegamento**

A técnica de randomização foi realizada por meio de dados gerados no programa de computador *randomization.com*, contendo a distribuição codificada. O sigilo da alocação foi garantido por uma lista de randomização que ficou em um lugar remoto. A geração da sequência dos números foi feita por pesquisador cegado ao estudo, após seleção dos pacientes pelos critérios de inclusão e exclusão. Além disso, o avaliador dos desfechos foi cegado em relação aos grupos estudados.

### **Cálculo amostral**

Para redução da área da LP e para comparação entre os grupos LBP e controle, foi utilizado como referência o estudo de Taradaj et al<sup>12</sup>, esperando uma redução de 74,4% no grupo LBP e 35% no grupo controle, com um nível de significância de 5% e poder de 80%, foi estimado 24 pacientes em cada grupo. Para o mesmo desfecho, mas para comparação entre os grupos alta frequência e controle, foi utilizado como referência o estudo de Korelo et al<sup>10</sup> esperando uma redução de 32% no grupo alta frequência e 0% no grupo controle, com um nível de

significância de 5% e poder de 80%, foi estimado 19 pacientes em cada grupo. Dessa forma, serão incluídos 24 pacientes em cada grupo. Estes cálculos foram realizados utilizando o software Lee da Universidade Federal de São Paulo.

### **Análise estatística**

A normalidade foi avaliada utilizando o teste de Shapiro-Wilk e os valores foram expressos em média±erro padrão. Após a análise descritiva, os momentos intra-grupo e entre os grupos foram analisados através do teste GEE com post-hoc de Bonferroni, distribuição gama, função logarítmica e matriz de correlação exchangeable. As análises foram realizadas em relação ao número de LP incluídas, já que o mesmo paciente poderia ter mais de uma lesão. Para análise da temperatura da lesão, as variáveis foram expressas como média±desvio padrão e os momentos e os grupos foram analisados através do teste GEE com post-hoc de Bonferroni, distribuição normal, função Identity e matriz de correlação exchangeable. Foi considerado significativo um valor de  $p < 0,05$  e um intervalo de confiança (IC) de 95%. Os testes foram executados pelo programa estatístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versão 20.0 para Windows.

## **RESULTADOS**

No total, 479 pacientes foram avaliados para participação deste estudo. Destes 432 foram excluídos por não contemplarem os critérios de inclusão, 55 pacientes receberam alta ou foram a óbito e um paciente desistiu de participar. Ao final, 47 pacientes foram randomizados e destes, 27 finalizaram no mínimo a 1ª reavaliação no 7º dia. No GC foram alocados 13 pacientes e 17 LP, 6 pacientes no GLBP e 8 LP, e 8 pacientes no GAF e 12 LP. Todas LP foram reavaliadas no 7º dia. No 14º dia, foram reavaliadas 6 LP no GC, 3 LP no GLBP e 2 LP no GAF. Os três grupos eram homogêneos em relação a idade, IMC e quantidade de LP incluídas ( $p > 0,05$ ) (Tabela 1, Figura 1).

### **Área da lesão**

Em relação a área da lesão avaliada por registro fotográfico e analisada no programa Image J, foi observado uma redução significativa de 61,6% da área da lesão no GAF na comparação entre o momento basal e o 14º dia ( $p \leq 0,05$ ). Não foram observadas diferenças significativas nos demais momentos nos outros grupos. Houve diferença entre o GAF e o GC no 14º dia ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 2, Figura 2).

### **Área da lesão através da PUSH**

Na análise da área de acordo com a PUSH (maior comprimento X maior largura) foi observada uma redução significativa de 58% na área da lesão no GAF quando comparado o momento basal e o 14º dia ( $p \leq 0,05$ ). Também houve redução significativa de 49% da área na comparação entre o 7º e o 14º dia ( $p \leq 0,05$ ). Nenhuma diferença foi encontrada nos demais grupos. Houve diferença entre o GAF e o GC no 14º dia ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 3).

### **PUSH - área**

No escore da área da PUSH foi observada uma redução significativa de 17,6% no GAF na comparação entre o momento basal e o 7º dia ( $p \leq 0,05$ ). Também foi encontrada diferença significativa de 42% entre o momento basal e o 14º dia ( $p \leq 0,05$ ), e redução de 30% entre o 7º e 14º dia ( $p \leq 0,05$ ). Não foram observados resultados significativos nos demais grupos. Foi observado diferença entre o GAF e o GC no 7º e 14º dia, e entre o GAF e o GLBP no 14º dia ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 3).

### **PUSH - exsudato**

Neste subescore da PUSH houve uma redução significativa de 45,3% no GAF na comparação entre o momento basal e 14º dia ( $p \leq 0,05$ ). Entre o 7º e o 14º dias foi observada uma redução de 33,5% no GAF ( $p \leq 0,05$ ). Nenhuma diferença foi observada nos demais grupos e entre os grupos foi observada diferença entre GAF e GC no 14º dia e entre o GAF e GLBP no 14º dia ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 3). Nesta análise nota-se melhora no escore, onde o exsudato evoluiu na PUSH de moderada quantidade para escassa quantidade no GAF.

### **PUSH - tecido**

Não foram encontradas diferenças significativas intra e entre grupos neste desfecho. Saliencia-se que no GAF, mesmo não havendo diferença significativa, o resultado foi suficiente para mudar esse escore de tecido de granulação para tecido de epitelização, aproximando assim a lesão do processo final de cicatrização (Tabela 3).

### **PUSH - escore total**

No escore total da PUSH, foi observado redução significativa de 42,2% no GAF entre o momento basal e o 14º dia ( $p \leq 0,05$ ), redução de 20% entre o momento

basal e o 7º dia ( $p \leq 0,05$ ), e redução de 28% do 7º para o 14º dia ( $p \leq 0,05$ ). Analisando esses resultados do GAF, observou-se que as LP com escore 9 representando uma área de 12,1 até 24 cm<sup>2</sup>, evoluiu depois de 14 dias para um escore 5, representando uma área de 2,1 a 3cm<sup>2</sup>. Não houve outras diferenças nos demais grupos. Entre os grupos foi observada diferença entre GAF e GC no 7º e 14º dias e entre o GAF e GLBP no 14º dia ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 3).

### **Temperatura da lesão**

Na análise da temperatura superficial da lesão através da termografia, somente sete pacientes internados na UTI foram avaliados no momento basal e no 7º dia. No momento basal todos os pacientes estavam na UTI enquanto nas avaliações de sete dias, todos os pacientes trocaram de ala dentro da UTI ou trocaram de andar em função da alta da UTI, o que impediu a padronização da avaliação. Foi observado redução na temperatura da área circundante da LP no GAF entre o momento basal e o 7º dia ( $p \leq 0,05$ ). Não foram observadas alterações significativas na temperatura da média do leito da ferida e da borda da LP nos momentos avaliados e entre os grupos (Tabela 4). Apesar de não ter diferença significativa, é possível observar na avaliação do momento basal que medidas de temperatura da borda e da média do leito da ferida são inferiores a temperatura avaliada na área circundante a LP (Figura 3).

## **DISCUSSÃO**

### **Sumário da evidência**

No presente estudo foi realizado um ensaio clínico randomizado para comparar os efeitos da LBP, do AF e do curativo em pacientes com LP em regime de internação no HCPA. Foram observados resultados significativos em relação a área e a evolução clínica da LP avaliados no GAF. No GLBP e no GC não foram observados resultados significativos. Em relação a temperatura da lesão, foi observado redução na temperatura da área circundante da LP no GAF entre o momento basal e o 7º dia, sem alterações significativas no leito e na borda da LP. Apesar de não ter diferença significativa, foi observado na avaliação do momento basal que medidas de temperatura da borda e do leito da ferida foram inferiores a temperatura avaliada na área circundante a LP.

As LP são determinantes no tempo de internação hospitalar e a alta taxa de cronicidade da lesão revela a falta de resolutividade do processo<sup>13</sup>. Dentre os

recursos físicos utilizados para tratamento dessas lesões está o GAF que vem sendo estudado como uma alternativa de baixo custo e fácil manuseio. Neste trabalho encontramos uma redução significativa da área da LP após 14 dias de intervenção. Estes resultados vão ao encontro do estudo de Korelo et al<sup>10</sup>, que, em seu estudo piloto, também demonstrou uma redução significativa na área das LPs estágios 2 e 3 após 10 dias de intervenção com AF em uma unidade de terapia intensiva.

Entre os diversos fatores que podem influenciar a cicatrização, está a contaminação por fungos e bactérias que dentro do ambiente hospitalar além de retardar a reparação tecidual, pode agravar o estado clínico do paciente. Entende-se que uma ferida não irá cicatrizar se estiver infectada; a presença de microorganismos provocará uma resposta inflamatória, retardando a cicatrização ao consumir os nutrientes e oxigênio que seriam utilizados no processo de reparação tecidual<sup>14</sup>. Portanto deve-se priorizar a destruição dos microorganismos presentes na mesma. Neste aspecto vale ressaltar que o gerador de AF é um equipamento conhecido pelo seu poder bactericida, que se dá pela produção de ozônio causada pela passagem de ondas eletromagnéticas pelo ar na superfície do eletrodo. As bactérias são os organismos mais sensíveis ao O<sub>3</sub> e sua eficácia já está sendo apresentada em diversos estudos como no estudo de Martins et al<sup>8</sup>. Este estudo realizou a aplicação do AF em 36 placas de petry divididas em seis grupos que continham *Staphylococcus aureus* sendo 4 tratados (G5-15, G5-10, G3-15 e G3-10) e 2 controles (GC3 e GC5). O G5-15 e o G5-10 foram tratados 5 vezes por semana durante 15 e 10 minutos respectivamente, enquanto o G3-15 e o G3-10 foram tratados 3 vezes por semana durante 15 e 10 minutos respectivamente. Após o 15º dia de tratamento, observou-se que o G5-15 mostrou-se eficaz quando comparado ao GC5 ( $p=0,0039$ ). Estima-se que o poder bactericida do gerador de AF tenha influenciado positivamente o processo de cicatrização das LPs neste estudo, pois todos os pacientes incluídos são de áreas de alto risco de contaminação por bactérias.

No subitem área na PUSH houve redução média do escore de 5,67 para 3,39 entre o momento basal e o 14º dia no GAF. Se extrapolarmos esses valores para as categorias apresentadas na Escala, podemos dizer que uma houve redução de 2,1-3cm para 0,7-1,00cm. Este resultado vai ao encontro dos dados analisados na redução da área apresentados anteriormente.

Seguindo a análise pela PUSH, o exsudato é o fluído que passa através das paredes vasculares em direção aos tecidos adjacentes. Estes fluídos envolvem células, proteínas e materiais sólidos podendo escoar de incisões ou locais onde haja inflamação ou infecção<sup>15</sup>. Quando a quantidade e aspecto do exsudato não são controlados, podem se tornar uma fonte de infecção. Neste trabalho houve redução significativa do exsudato no GAF. Após 14 dias de intervenção a média de exsudato diminuiu de 2,83 para 1,55. Levando em conta as categorias da Escala podemos caracterizar que a quantidade de exsudato foi controlada e diminuiu de quantidade moderada para quantidade escassa o que favoreceu a evolução da lesão.

No subitem tecido da PUSH não foram observados resultados significativos neste grupo, mas a média de 2 diminuiu para 1,42, resultado que independente da significância mostra a evolução do tecido de granulação para o tecido de epitelização.

No escore total da PUSH, foram observados resultados significativos com diminuição média de 9 para 5,5. Se considerarmos os valores da escala onde o valor máximo é 17, podemos observar uma diferença de 29% na gravidade das LP entre o momento basal e 14 dias de intervenção. Resultado que vai ao encontro com os subitens da escala analisados anteriormente. Na literatura atual, diversos estudos utilizam a PUSH como instrumento fidedigno de avaliação<sup>16</sup>.

A LBP, outro recurso físico estudado para o tratamento de LP também foi avaliado neste trabalho. Nas análises de redução da área, encontramos um comportamento de redução, mas não resultados significativos. Isso pode ser justificado pelo número de pacientes incluídos na amostra que foi menor comparado ao GAF e ao GC. Outros estudos que utilizaram o LBP no tratamento de LP apresentam um número maior de pacientes, como estudo de Taradaj et al<sup>12</sup> que comparou três grupos utilizando LBP e incluiu 17 pacientes em cada grupo, ao contrário do nosso estudo, onde o tamanho da amostra neste grupo foi de oito LPs. O estudo desses autores apresentou resultados significativos na redução da área utilizando o LBP com comprimento de onda de 658nm. Este trabalho continua em andamento e após um período maior de coletas, as análises serão realizadas novamente na expectativa de apresentar resultados mais promissores em relação ao LBP, resultados que já vêm sendo descritos na literatura.<sup>7, 12, 17</sup> Neste trabalho foi utilizada a termografia para avaliar a temperatura das lesões durante o processo de cicatrização. A termografia é uma ferramenta que pode ser usada na área da saúde para avaliar a temperatura da pele em várias disfunções<sup>18</sup>. Geralmente, a maioria



das lesões tissulares está relacionada a variações no fluxo sanguíneo, as quais podem afetar a temperatura cutânea. Como exemplos, podem-se citar os processos inflamatórios que acarretam em hipertermia. Por outro lado, uma diminuição da perfusão pode causar hipotermia<sup>19</sup>. Uma das dificuldades no uso da termografia, é a necessidade de uma alta precisão metodológica, pois sua aplicabilidade pode variar de acordo com a temperatura ambiente, umidade relativa do ar e iluminação local<sup>20</sup>. Em decorrência da característica da nossa amostra, não foi possível aplicar uma metodologia rigorosa, pois os sete pacientes que participaram da análise e estavam na UTI, trocaram de leito durante o estudo o que interferiu diretamente na padronização da coleta.

O que podemos analisar nesse trabalho, apesar de não ter diferença significativa, é que na avaliação do momento basal todos os pacientes estavam no mesmo andar e onde a padronização foi possível, notou-se uma temperatura média tanto no leito quanto na borda mais baixa do que na área sadia o que vai ao encontro de estudos que mostram que a LP acontece em áreas de isquemia tecidual<sup>21</sup>. O estudo de Yamamoto et al<sup>22</sup> avaliou cinco pacientes com LP, e foi observado que três dos cinco casos mostraram regiões de temperatura relativamente mais baixa da área da lesão em comparação com a área circundante. Porém, é necessária uma amostra maior e uma estratégia mais eficaz para avaliar as mudanças na temperatura de LP durante o processo de cicatrização.

Outro fator importante que pode influenciar o resultado do GLBP é a escolha dos parâmetros, que neste estudo foi de acordo com a revisão sistemática realizada por nosso grupo de pesquisa, onde observamos que comprimentos de onda na faixa do vermelho visível se mostraram mais indicados por atuar mais superficialmente, onde se encontram as lesões<sup>23</sup>. Ainda, foi utilizada uma dose de energia de 3J por ponto. Estudos já demonstraram em ratos o efeito dose-resposta produzido pelo LBP em retalhos cutâneos, o que possa ocorrer também em humanos e por isso talvez seja necessária uma dose maior. No estudo de Bossini et al<sup>24</sup> foi avaliado o efeito dose-resposta do laser de 670nm com diferentes densidades de energia na avaliação da viabilidade de retalhos de pele de 100 ratos subdivididos em grupo controle, grupo tratado com densidade de energia de 3J/cm<sup>2</sup>, 6J/cm<sup>2</sup>, 12J/cm<sup>2</sup> e grupo tratado com densidade de energia de 24J/cm<sup>2</sup>. Foi avaliado a porcentagem de áreas de necrose no 7º dia de cada grupo e realizado contagem de vasos sanguíneos através de análise histológica. Os resultados apontam que maiores densidades de energia especialmente a de 24J/cm<sup>2</sup> foram mais eficazes para

favorecer a viabilidade do retalho de pele, pois apresentou menor índice de tecido necrótico e aumento da contagem de vasos sanguíneos quando comparados ao grupo controle.

A escolha do curativo mais indicado para o tratamento das LP deve levar em consideração a quantidade de exsudato, o grau de ressecamento da lesão e a presença de tecido infectado ou necrótico. Atualmente, existem várias opções de curativos e nenhum tem se mostrado superior em relação aos outros.<sup>15</sup> Em um estudo de caso realizado neste Hospital, além de receber o tratamento adjuvante de LBP com comprimento de onda de 660nm e dose de energia de 4J/cm<sup>2</sup>, o paciente com LP estágio 3 também recebeu curativo local diariamente de acordo com o protocolo de LP da instituição que incluiu limpeza com solução fisiológica 0,9% aquecida para higiene da lesão e coberturas específicas conforme evolução da lesão como hidrogel, triglicerídeos de cadeia média, óxido de zinco e alginato de prata. O paciente após 15 semanas de intervenção teve uma redução importante da área de 7cm de comprimento para 1,5cm e de 6cm para 1,1 cm de largura.<sup>25</sup> Este mesmo protocolo institucional foi utilizado neste trabalho e as coberturas citadas também foram utilizadas de acordo com as necessidades de cada paciente e características de cada LP e foram aplicados diariamente pela equipe de enfermagem do HCPA. Neste trabalho não encontramos resultados significativos no grupo que realizou apenas a aplicação diária do curativo, além disso foi observado um aumento significativo da lesão no escore da área PUSH.

Uma limitação desse estudo foi a presença de pacientes com diabetes mellitus tipo 2 (DM). No GLBP, entre oito pacientes incluídos quatro possuíam DM, no GAF, entre seis pacientes, um tinha DM e no GC, entre 13 pacientes quatro tinham DM. Sabe-se que a DM é uma comorbidade grave resultante de defeitos na secreção de insulina e/ou sua ação que pode influenciar negativamente o processo de cicatrização.<sup>26</sup> Outra limitação, é que devido a dificuldade de seleção dos pacientes, não conseguimos alcançar o cálculo amostral realizado, o que também pode ter contribuído para a falta de significância nos demais grupos avaliados.

Feitosa et al<sup>27</sup> realizou aplicação de LBP com comprimento de onda de 632nm em oito pacientes com úlcera diabética de membro inferior três vezes por semana por 30 dias comparado com oito pacientes no grupo controle que realizaram apenas curativo diário. Neste estudo foi avaliado a área da lesão e a dor pela escala visual analógica de dor, onde foi observado redução significativa da área no grupo que recebeu LBP, e no grupo controle houve um aumento da área. Ainda, no grupo

LBP houve redução na dor, o que não foi observado no grupo controle após 30 dias de intervenção. Estudos experimentais também demonstraram efeitos benéficos da aplicação de LBP em ratos diabéticos.<sup>28</sup> Não encontramos trabalhos com AF no tratamento de LP em pacientes diabéticos para comparações entre estudos.

### **Conclusão**

Através deste ensaio clínico randomizado pode-se concluir que o gerador de alta frequência associado ao curativo possui efeitos benéficos sobre a redução da área e evolução clínica das lesões por pressão após sete e 14 dias de intervenção. Em relação a temperatura da lesão, foi observado redução na temperatura da área circundante da lesão no grupo alta frequência. Nos demais grupos não foram observados resultados significativos nos desfechos avaliados. Devido as limitações do nosso estudo, sugere-se a realização de um estudo com maior tamanho amostral para um melhor entendimento sobre o real efeito do gerador de alta frequência e do laser de baixa potência em pacientes com lesão por pressão.

## Referências

1. Landi F, Onder G, Russo A, Bernabei R. Pressure ulcer and mortality in frail elderly people living in community. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 2007;44:217-23.
2. Becker D, Tozo TC, Batista SS, Mattos AL, Silva MCB, Rigon S, et al. Pressure ulcers in ICU patients: Incidence and clinical and epidemiological features: A multicenter study in southern Brazil. *Intensive Crit Care Nurs* 2017 Apr 20.
3. Medeiros ABF, Lopes CHAdF, Jorge MSBUhwsbspssa, pid=S, nrm=iso. Análise da prevenção e tratamento das úlceras por pressão propostos por enfermeiros. *Revista da Escola de Enfermagem da USP* 2009;43:223-8.
4. Silveira PCL, Silva LA, Tuon T, Freitas TP, Streck EL, Pinho RAUhwsbspssa, et al. Efeitos da laserterapia de baixa potência na reposta oxidativa epidérmica induzida pela cicatrização de feridas. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 2009;13:281-7.
5. Hopkins JT, McLoda TA, Seegmiller JG, David Baxter G. Low-Level Laser Therapy Facilitates Superficial Wound Healing in Humans: A Triple-Blind, Sham-Controlled Study. *J Athl Train* 2004 Sep;39(3):223-9.
6. Gao X, Xing D. Molecular mechanisms of cell proliferation induced by low power laser irradiation. *J Biomed Sci* 2009 Jan 12;16:4.
7. Machado RS, Viana S, Sbruzzi G. Low-level laser therapy in the treatment of pressure ulcers: systematic review. *Lasers Med Sci* 2017 May;32(4):937-44.
8. Martins A, Silva JTd, Graciola L, Fréz AR, Ruaro JA, Marquetti MdGKUhwsbspssa, et al. Efeito bactericida do gerador de alta frequência na cultura de *Staphylococcus aureus*. *Fisioterapia e Pesquisa* 2012;19:153-7.
9. Hoctavio Pereira SUE, Hyezio Moura N, Luanna Anielle Evangelista Do S, Geraldo Cardoso de Oliveira JUf, Jos UeMNDS, Kelsyanne Castro C, et al. Estudo comparativo da ação do laser GaAlInP e do gerador de alta frequência no tratamento de feridas cutâneas em ratos: estudo experimental. *ConScientiae Saúde* 2010;9(3):360-6.
10. Korelo RIG, Oliveira JJJd, Souza RSA, Hullek RdF, Fernandes LCUhwsbspssa, pid=S, et al. Gerador de alta frequência como recurso para tratamento de úlceras por pressão: estudo piloto. *Fisioterapia em Movimento* 2013;26:715-24.
11. Saltmarche AE. Low level laser therapy for healing acute and chronic wounds - the extendicare experience. *Int Wound J* 2008 Jun;5(2):351-60.

12. Taradaj J, Halski T, Kucharzewski M, Urbanek T, Halska U, Kucio C. Effect of Laser Irradiation at Different Wavelengths (940, 808, and 658 nm) on Pressure Ulcer Healing: Results from a Clinical Study. *Evid Based Complement Alternat Med*2013;2013:960240.
13. Matozinhos FP, Velasquez-Melendez G, Tiensoli SD, Moreira AD, Gomes FSLUhwsbspssa, pid=S, et al. Factors associated with the incidence of pressure ulcer during hospital stay. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*2017;51.
14. Mandelbaum SH, Di Santis ÉP, Mandelbaum MHS AUhwsbspssa, pid=S, nrm=iso. Cicatrização: conceitos atuais e recursos auxiliares - Parte I. *Anais Brasileiros de Dermatologia*2003;78:393-408.
15. Palagi S, Severo IM, Menegon DB, Lucena AdFUhwsbspssa, pid=S, nrm=iso. Laser therapy in pressure ulcers: evaluation by the Pressure Ulcer Scale for Healing and Nursing Outcomes Classification. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*2015;49:826-33.
16. George-Saintilus E, Tommasulo B Fau - Cal CE, Cal Ce Fau - Hussain R, Hussain R Fau - Mathew N, Mathew N Fau - Dlugacz Y, Dlugacz Y Fau - Pekmezaris R, et al. Pressure ulcer PUSH score and traditional nursing assessment in nursing home residents: do they correlate? 20090203 DCOM- 20090629(1538-9375 (Electronic)).
17. Qaseem A, Humphrey LL, Forciea M, Starkey M, Denberg TD, for the Clinical Guidelines Committee of the American College of P. Treatment of pressure ulcers: A clinical practice guideline from the american college of physicians. *Annals of Internal Medicine*2015;162(5):370-9.
18. de Jesus Guirro RR, Oliveira Lima Leite Vaz MM, das Neves LMS, Dibai-Filho AV, Carrara HHA, de Oliveira Guirro EC. Accuracy and Reliability of Infrared Thermography in Assessment of the Breasts of Women Affected by Cancer. 20170413(1573-689X (Electronic)).
19. de Meira LF, Krueger E, Neves EB, Nohama P, Souza MAd. Termografia na área biom dica. *Pan American Journal of Medical Thermology*; v 1 n 1 (2014)DO - 1018073/2358-4696/pajmtv1n1p31-412014 08/07.
20. C rte ACR, Hernandez AJUhwsbspssa, pid=S, nrm=iso. TERMOGRAFIA MÉDICA INFRAVERMELHA APLICADA   MEDICINA DO ESPORTE. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2016;22:315-9.
21. Herrman EC, Knapp Cf Fau - Donofrio JC, Donofrio Jc Fau - Salcido R, Salcido R. Skin perfusion responses to surface pressure-induced ischemia:

implication for the developing pressure ulcer. 20000218 DCOM- 20000218(0748-7711 (Print)).

22. Yamamoto T Fau - Yamamoto N, Yamamoto N Fau - Azuma S, Azuma S Fau - Todokoro T, Todokoro T Fau - Koshima I, Koshima I. Handy thermography for bedside evaluation of pressure ulcer. 20130603 DCOM- 20130805(1878-0539 (Electronic)).

23. Kolari PJ. Penetration of unfocused laser light into the skin. 19850724 DCOM- 19850724(0340-3696 (Print)).

24. Bossini PS, Fangel R Fau - Habenschus RM, Habenschus Rm Fau - Renno AC, Renno Ac Fau - Benze B, Benze B Fau - Zuanon JA, Zuanon Ja Fau - Neto CB, et al. Low-level laser therapy (670 nm) on viability of random skin flap in rats. 20090224 DCOM- 20090508(0268-8921 (Print)).

25. Luz SR, Lopacinski CA, Fraga R, Urban CA. Úlceras de pressão-artigo de atualização. Geriatria & Gerontologia. 2010;4(1):36-43

26. Tsourdi E, Barthel A, Rietzsch H, Reichel A, Bornstein SR. Current Aspects in the Pathophysiology and Treatment of Chronic Wounds in Diabetes Mellitus. BioMed Research International 2013;2013:6

27. Feitosa MCP, Carvalho AFMd, Feitosa VC, Coelho IM, Oliveira RAd, Arisawa EÂLUhwsbspssa, et al. Effects of the Low-Level Laser Therapy (LLLT) in the process of healing diabetic foot ulcers. Acta Cirurgica Brasileira 2015;30:852-7.

28. Carvalho Pde T, Silva Is Fau - Reis FAd, Reis Fa Fau - Perreira DM, Perreira Dm Fau - Aydos RD, Aydos RD. Influence of ingaalp laser (660nm) on the healing of skin wounds in diabetic rats. 20100203 DCOM- 20101101(1678-2674 (Electronic))

Tabela 1. Característica da amostra

Variável	GAF	GLBP	GC
Pacientes incluídos N	8	6	13
LP incluídas N	12	8	17
Idade (anos)	62,7±19,1	60,7±23,2	64,9±20,8
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	19,9±3,0	22,5±4,2	18,7±3,7
Gênero masculino N (%)	4(50)	3(42,8)	9(69,2)
LP estágio 2 N (%)	7(87,5)	5(71,4)	9(69,3)
LP estágio 3 N (%)	1(12,5)	2(28,6)	4(30,7)
Escala Braden	11,5±2,0	12,2±2,5	9,9±2,4
Tabagismo N (%)	2(25)	2(28,5)	4(30,7)
HAS N (%)	3(37,5)	4(57,1)	7(30,7)
DM tipo II N (%)	2(25)	4(57,1)	3(23)

Valores expressos como média ± DP ou número absoluto e porcentagem. GAF: grupo alta frequência; GLBP: grupo laser de baixa potência; GC: grupo curativo; LP: lesão por pressão; IMC: índice de massa corporal; HAS: Hipertensão arterial sistêmica; DM: Diabetes Mellitus .

Tabela 2. Área da lesão avaliada através do programa *Image J*.

	GAF	GLBP	GC
Basal	2,99±1,05	5,40±2,41	6,74±1,51
7 dias	2,14±0,77	5,56±2,60	6,35±1,83
14 dias	1,12±0,38*	4,51±2,01	5,42±1,59%

GAF: grupo alta frequência; GLBP: grupo laser de baixa potência; GC: grupo curativo; \* $p \leq 0,05$  entre o momento basal e 14º dia; % $p \leq 0,05$  entre GAF e GC no 14º dia.



Tabela 3. Resultados da PUSH nos três grupos avaliados.

	GAF	GLBP	GC
<b>Área</b>			
Basal	5,17±1,65	8,46±3,35	10,68±2,28
7dias	4,27±1,53	8,62±3,86	11,38±3,36
14 dias	2,15±0,70*#	6,78±2,95	13,46±6,12%
<b>Área escore</b>			
Basal	5,67±0,54	6,50±0,79	7,12±0,52
7dias	4,67±0,70\$	5,88±0,99	6,82±0,47
14 dias	3,29±0,38*#	5,81±0,81@	6,98±0,67%
<b>Exsudato</b>			
Basal	2,83±0,25	2,75±0,34	3,00±0,20
7dias	2,33±3,19	2,75±0,15	2,88±0,18
14 dias	1,55±0,12*#	2,49±0,22@	3,01±0,27%
<b>Tecido</b>			
Basal	2,00±0,12	2,12±0,12	2,71±0,16
7dias	1,67±0,18	2,00±0,00	2,59±0,12
14 dias	1,42±0,36	2,27±0,22	2,60±0,26
<b>Escore total</b>			
Basal	9,5±0,69	10,38±0,95	11,61±0,73
7dias	7,67±0,92\$	9,63±1,04	11,24±0,62&
14dias	5,56±0,56*#	9,56±0,89@	11,47±1,02%

GAF: Grupo alta frequência; GLBP: grupo laser de baixa potência; GC: grupo curativo.

\*p≤0,05 entre momento basal e 14° dias; #p≤0,05 entre 7° e 14° dias; %p≤0,05 entre GAF e GC no 14° dia; \$p≤0,05 entre momento basal e 7° dia; &p≤0,05 entre GAF e GC no 7° dia; @p≤0,05 entre GAF e GLBP no 14° dia;

Escores da área PUSH: 0: 0 cm<sup>2</sup>; 1: <0,3cm<sup>2</sup>; 2: 0,3-0,6cm<sup>2</sup>; 3: 0,7-1,0cm<sup>2</sup>; 4: 1,1-2,0cm<sup>2</sup>; 5: 2,1-3,0cm<sup>2</sup>; 6: 3,1-4,0cm<sup>2</sup>; 7: 4,1-8,0cm<sup>2</sup>; 8: 8,1-12,0cm<sup>2</sup>; 9: 12,1-24,0cm<sup>2</sup>; 10: >24cm<sup>2</sup>;

Quantidade de exsudato: 0: nenhum; 1: Escasso; 2: Moderado; 3: Abundante;

AF: alta frequência; L: Laser de baixa potência; C: curativo.

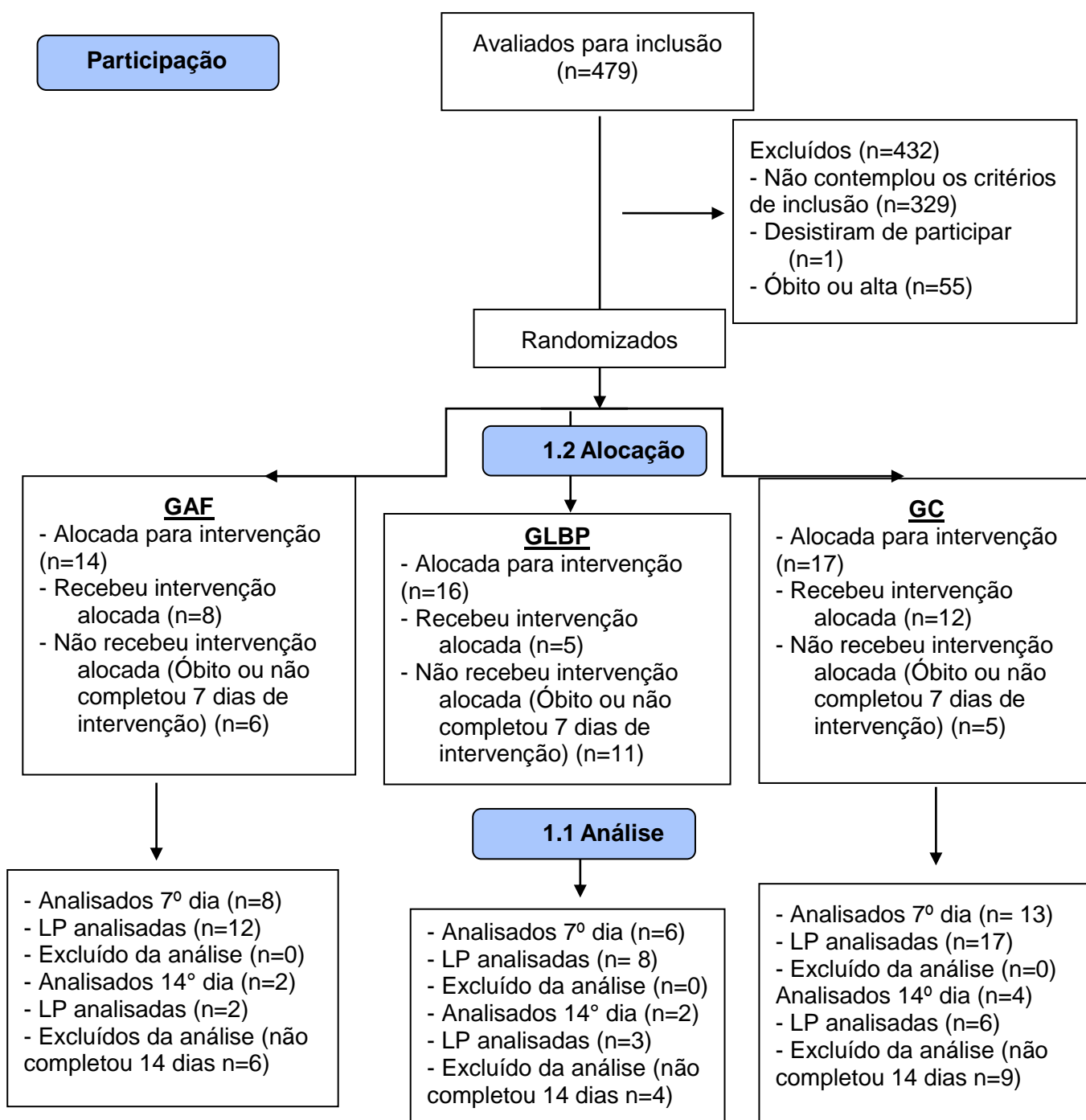
Tipo de tecido: 0: tecido cicatrizado; 1: tecido de epitelização; 2: tecido de granulação; 3: Tecido desvitalizado; 4: Tecido necrótico.

**Tabela 4.** Resultados da temperatura da lesão por pressão

	Momentos	GAF	GLBP	GC
Leito da LP	Basal	35,1±1,2	34,7±1,8	34,7±1,2
	7dias	18±25,5	35±1,4	34,5±1,1
Borda da LP	Basal	35,1±1,3	35±1,4	34,3±2,3
	7dias	17,9±25,4	34,9±1,2	33,6±0,4
Área circundante	Basal	36,1±0,1	35,8±0,8	35±1,4
	7dias	33,8±2,1*	35,3±0,4	35±1,1

GAF: Grupo gerador de alta frequência; GLBP: Grupo laser de baixa potência; GC: grupo curativo; LP: lesão por pressão.

\*p ≤ 0,05 entre momento basal e 7° dia.



**Figura 1.** Fluxograma dos pacientes incluídos