

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**AILTON MOTA DO NASCIMENTO GALVÃO**

**PROPOSTA DE PROTOCOLO PARA O TRATAMENTO DE FERIDAS CUTÂNEAS  
EXPERIMENTAIS POR MEIO DE MICROCORRENTES EM RATOS *WISTAR***

**Maceió- AL**

**2016**

AILTON MOTA DO NASCIMENTO GALVÃO

**PROPOSTA DE PROTOCOLO PARA O TRATAMENTO DE FERIDAS CUTÂNEAS  
EXPERIMENTAIS POR MEIO DE MICROCORRENTES EM RATOS *WISTAR***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Célio Fernando de  
Sousa Rodrigues

Maceió- AL

2016

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**

Bibliotecária Responsável: Janaína Xisto de Barros Lima

G182p Galvão, Ailton Mota do Nascimento.  
Proposta de protocolo para tratamento de feridas cutâneas experimentais por meio de microcorrentes em ratos wistar / Ailton Mota do Nascimento Galvão. – 2016.  
54 f. : il.

Orientador: Célio Fernando de Sousa Rodrigues.  
Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Maceió, 2016.

Bibliografia: f. 48-51.  
Anexos: f. 52-54.

1. Úlcera por pressão. 2. Ferida – Tratamento. 3. Eletroestimulação. 4. Ratos.  
I. Título.

CDU: 616-001.4



Universidade Federal de Alagoas  
Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde

ICBS - UFAL – Campus A. C. Simões  
Av. Lourival Melo Mota, S/N  
Cidade Universitária – Maceió-AL  
CEP: 57072-900  
E-mail: ppgcs9@gmail.com  
Fone: 82 3214 1850

## Folha de Aprovação

Ailton Mota do Nascimento Galvão

Proposta de protocolo para o tratamento de feridas cutâneas experimentais por meio de microcorrentes em ratos Wistar

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 05 de agosto de 2016.

Prof. Dr. Célio Fernando de Sousa Rodrigues (Orientador)

### Banca Examinadora

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Eurica Adélia Nogueira Ribeiro – (UFAL)

Prof. Dr. Euclides Maurício Trindade Filho - (UNCISAL)

Dedico essa dissertação ao meu Deus que me concedeu sabedoria para tornar tudo possível. Dedico a minha tia Maria da Penha Gomes Mota por ter me ensinado que a educação é o melhor caminho a ser trilhado e por sempre estar ao meu lado, acreditando no meu potencial e me incentivando a ir sempre a diante.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pois, nEle tudo posso e tornou tudo possível.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Ao laboratório de Arteriosclerose Humana e Experimental (AHE) por me inserir no mundo das pesquisas e, principalmente ao Prof. Dr. Célio Fernando de Sousa Rodrigues por ter me concedido grandes ensinamentos.

A minha família, minha mãe Cássia Maria Gomes Mota por ter me apoiado, a minha tia Maria da Penha Gomes Mota, que sempre foi meu maior exemplo de superação, aos meus tios Adair Palmeira e Silva (*in memoriam*), que onde estiver receba meu muito obrigado, Severino Matias e Silva quem sempre me ensinou a ser paciente. Aos meus irmãos Francisco Mota do Nascimento Galvão, Aniê Maria Mota do Nascimento Galvão, José Augusto Mota de Araújo, Karla Morgana Mota de Araújo e Gustavo Henrique Mota de Araújo, por fazerem meus dias felizes. À minha noiva Louise Maria Lira Lúcio de Araújo, que teve paciência nesse momento tão importante da minha vida. Aos meus sogros Deyse Malba Lira Lúcio de Araújo e Lauro Bomfim de Araújo, pelo carinho e respeito.

Aos amigos conquistados nessa jornada sem os quais essa trajetória não seria tão significativa para o meu amadurecimento. A todos que deixaram um pouco de si e levaram um pouco de mim. Pessoas como: Albérico José de Moura Saldanha Filho, Amanda Karine Barros Ferreira Rodrigues, Fernando Wagner Ramos, Fernando José Camello de Lima, Fabiano Timbó Barbosa, Olavo Barbosa de Oliveira Neto e Khadine Danielle Bezerra de Almeida, entre outros que passaram construindo sonhos e expectativas diferentes, mas, com algo em comum, a vontade de fazer a diferença.

Agradeço o auxílio da equipe do Biotério da Universidade de Ciências da Saúde – UNCISAL, em especial ao amigo e técnico Marcelo Roberto Xavier de Melo.

São tantos nomes a quem gostaria de agradecer. Sei que um muito obrigado sincero atingirá a todos aqueles que fazem parte da minha história.

*“Uma das coisas mais inteligentes que um homem e uma mulher podem saber é **saber que não sabem**. Aliás, só é possível caminhar em direção a excelência se você souber que não sabe algumas coisas. Por que há pessoas que, em vez de ter humildade para saber que não sabem, fingem saber.*

*Pior do que não saber é fingir que sabe!*

*Quando você finge que sabe, impede um planejamento adequado, impede uma ação coletiva eficaz. Por isso, a expressão “não sei” é um sinal de absoluta inteligência”.*

*(Mario Sergio Cortella)*

## RESUMO

As úlceras por pressão constituem problema de saúde pública, sobretudo considerando o impacto que têm para a pessoa doente, a família e a sociedade. Além disso, um indicador de qualidade na saúde. Numa época pautada por uma profunda crise econômica, é essencial que os profissionais de saúde compreendam os custos econômicos – tangíveis e intangíveis – associados a esta problemática. As úlceras por pressão constituem um grave problema na medida em que provocam uma diminuição relevante da qualidade de vida no doente e comprometem a resolução de outros problemas de saúde, nomeadamente infecções que podem conduzir à morte. As úlceras por pressão constituem um problema comum a muitos países do mundo, em todos os níveis assistenciais de saúde, afetando pessoas de todos os grupos etários e resultando em custos econômicos elevados, por consumo de recursos, e também sofrimento individual e familiar. Acarretam custos elevados no investimento em material e equipamento necessários aos cuidados curativos, assim como o aumento do consumo de fármacos, além de custos eventuais de uma intervenção cirúrgica ou hospitalização prolongada. A aplicação de estímulos elétricos de baixa amperagem favorecem ao processo de cicatrização nos organismos, especialmente os fatores que retardam ou prejudicam este processo. Considerando a falta de padronização e a ampla variabilidade desses parâmetros para este tipo de corrente de baixa amperagem, o objetivo desse trabalho é propor um protocolo para os tratamentos de feridas cutâneas experimentais por meio de microcorrentes. Trata-se de um estudo experimental prospectivo, no qual se utilizaram 35 ratos *Wistar*, que foram randomizados por sorteio em 5 grupos de 7 animais cada. Em todos os grupos realizou-se uma ferida cutânea com um punch dermatológico de 8 milímetro de circunferência. No grupo 1 (controle) realizou-se a manipulação com posicionamento dos eletrodos, sem a aplicação da microcorrente; Grupo 2 (10  $\mu\text{A}$ ) – Tratado com frequência de 0,3 Hz e intensidade de 10  $\mu\text{A}$ ; Grupo 3 (30  $\mu\text{A}$ ) – Tratado com frequência de 0,3 Hz e intensidade de 30  $\mu\text{A}$ ; Grupo 4 (100  $\mu\text{A}$ ) – Tratado com frequência de 0,3 Hz e intensidade de 100  $\mu\text{A}$ ; Grupo 5 (160  $\mu\text{A}$ ) – Tratado com frequência de 0,3 Hz e intensidade de 100  $\mu\text{A}$ . Os tratamentos propostos foram iniciados imediatamente após a lesão e aplicados diariamente durante 14 dias. Após o 14º dia foi retirado um fragmento da área da lesão para análise histológica por microscopia de luz. A análise estatística foi realizada utilizando-se o ANOVA. Para a variável espessura do epitélio e queratina houve diferença significativa entre as médias na comparação entre o grupo controle versus grupos tratamentos,  $p = 0.0065$ . Para a variável densidade de perfil de área de fibroblastos houve diferença significativa entre as médias na comparação entre o grupo controle versus 30 microampères,  $p = 0.0001$ . Concluímos que a microcorrente é capaz de acelerar a cicatrização de feridas.

**Palavras-Chave:** Eletroestimulação. Ferida. Ratos

## SUMMARY

Pressure ulcers are a public health problem, especially considering the impact they have for the sick person, the family and society. Furthermore, a quality indicator on health. At a time marked by a deep economic crisis, it is essential that health professionals understand the economic costs - tangible and intangible - associated with this problem. Pressure ulcers are a serious problem in that it causes a significant decrease in quality of life in patients and compromise the resolution of other health problems, including infections that can lead to death. Pressure ulcers are a common problem for many countries in the world, at all levels of health care, affecting people of all age groups and resulting in high economic costs, resource consumption, and also individual and family suffering. They carry a heavy cost investment in equipment necessary to curative care, as well as increased consumption of drugs, as well as any costs of surgery or prolonged hospitalization. The application of low amperage electrical stimuli promote the healing process in the body, especially those factors that retard or hinder the process. Considering the lack of standardization and the wide variability of these parameters for this type of low amperage current, the objective of this work is to propose a protocol for the treatment of experimental wounds through microcurrent. This is a prospective experimental study, which used 35 Wistar rats, which were randomly assigned by lot into 5 groups of 7 animals each. In all groups performed - if a dermal wound with a dermatological 8 millimeter punch circumference. In group 1 (control) the manipulation was performed with placement of electrodes without the application of microcurrent; Group 2 (10  $\mu$ A) - Treaty with frequency 0.3 Hz and an intensity of 10  $\mu$ A; Group 3 (30  $\mu$ A) - Treaty with frequency 0.3 Hz and an intensity of 30  $\mu$ A; Group 4 (100  $\mu$ A) - Treaty with frequency 0.3 Hz and intensity of 100  $\mu$ A; Group 5 (160  $\mu$ A) - Treaty with frequency 0.3 Hz and intensity of 100  $\mu$ A. Proposed treatments were initiated immediately after injury and applied daily for 14 days. After 14 days was removed a fragment of the lesion area for histological analysis by light microscopy. Statistical analysis was performed using ANOVA. For the variable thickness of the epithelium and keratin was no significant difference between the average in the comparison between the control group verses treatment groups,  $p = 0.0065$ . For the variable fibroblast area density profile was no significant difference between the average in the comparison between the control group verses 30 microamps,  $p = 0.0001$ . We conclude that the microcurrent is able to accelerate wound healing.

**Keyword:** Electrostimulation. Wound. Rats.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Procedimento anestésico na região peritoneal do rato Wistar.....	25
Figura 2 - Realização da tricotomia dorsal.....	26
Figura 3 - Eletrodos no dorso do animal com o contensor Insight®.....	27
Figura 4 - Imagem histológica da pele de <i>Wistar</i> .....	28
Figura 5 - Análise morfométrica da ferida.....	29
Figura 6 - Sistema teste (36 pontos).....	30
Figura 7 - Área teste (At) linhas proibidas.....	31
Figura 8 - Arcos cicloides.....	31

## LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 -	Comparação das médias e desvio padrão (DP) das áreas de retração da lesão entre os grupos tratados com as microcorrentes versus controle no 14° de tratamento.....	34
Gráfico 2 -	Comparação das médias e desvio padrão (DP) da análise Morfométrica da espessura do epitélio e queratina.....	35
Gráfico 3 -	Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de volume de fibroblastos.....	36
Gráfico 4 -	Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de perfil de área de fibroblastos. ....	36
Gráfico 5 -	Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de volume de fibras colágenas.....	37
Gráfico 6 -	Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de volume de vasos. ....	38
Gráfico 7 -	Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de perfil de área de vasos.....	39
Gráfico 8 -	Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de comprimento de vasos na área da lesão.....	39
Gráfico 9 -	Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de superfície (Sv) dos vasos da área da lesão entre os grupos.....	40
Gráfico 10 -	Comparação das médias e desvios padrão (DP) da variável densidade de volume de glândulas sebáceas da área da lesão entre os grupos.....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS DE SIGLAS

(*)	Significante
$\mu\text{A}$ :	Microampère
ANOVA	<i>one way ordinary</i>
At	Área teste
Et AL	Colaboradores
GC	Grupo controle
GT	Grupo tratamento
Hz	Hertz
Lv	Densidade de comprimento
NS	Não significante
PF	Estruturas dentro da área teste
PP	Pontos tocados no sistema teste
PT	Desvio padrão
Qa	Densidade de área
Sv	Densidade de superfície
TG	Tricrômio de gomori
VS	Versus
Vv	Densidade de volume

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Pele</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Microcorrentes na cicatrização tecidual</b> .....	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>Estudos comparativos entre as microcorrentes e outras técnicas na reparação tecidual</b> .....	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>Hipótese</b> .....	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODO</b> .....	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Material</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2</b>	<b>Animais</b> .....	<b>23</b>
<b>4.3</b>	<b>Método</b> .....	<b>24</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Método de seleção dos estudos</b> .....	<b>24</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Método de randomização</b> .....	<b>24</b>
<b>4.4</b>	<b>Procedimentos cirúrgicos</b> .....	<b>25</b>
<b>4.5</b>	<b>Eletroestimulação</b> .....	<b>26</b>
<b>4.6</b>	<b>Processamentos histológicos</b> .....	<b>27</b>
<b>4.7</b>	<b>Obtenção das imagens</b> .....	<b>27</b>
<b>4.8</b>	<b>Análise quantitativa da cicatrização</b> .....	<b>28</b>
<b>4.9</b>	<b>Análise morfométrica da pele</b> .....	<b>28</b>
<b>4.10</b>	<b>Análise estereológica da pele</b> .....	<b>29</b>

<b>5</b>	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA.....</b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
<b>6.1</b>	<b>Análise macroscópica.....</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As úlceras por pressão constituem problema de saúde pública, sobretudo considerando o impacto que têm para a pessoa doente, a família e a sociedade. Além disso, um indicador de qualidade na saúde.

Numa época pautada por uma profunda crise econômica, é essencial que os profissionais de saúde compreendam os custos econômicos – tangíveis e intangíveis – associados a esta problemática.

As úlceras por pressão constituem um grave problema na medida em que provocam uma diminuição relevante da qualidade de vida no doente e comprometem a resolução de outros problemas de saúde, nomeadamente infecções que podem conduzir à morte.

As UPP constituem um problema comum a muitos países do mundo, em todos os níveis assistenciais de saúde, afetando pessoas de todos os grupos etários e resultando em custos econômicos elevados, por consumo de recursos, e também sofrimento individual e familiar. As UPP acarretam custos elevados no investimento em material e equipamento necessários aos cuidados curativos, assim como o aumento do consumo de fármacos, além de custos eventuais de uma intervenção cirúrgica ou hospitalização prolongada.

Nos últimos anos, estudos melhor dirigidos e controlados foram realizados, a eletroterapia ganhou um novo impulso com a criação das “microcorrentes”, inovando o conceito de tratamento de feridas a base de corrente elétrica e a forma de gerá-las. Os efeitos da modalidade microcorrente vêm sendo investigados através de ensaios clínicos e com animais tentando elucidar seu mecanismo de ação no processo de cicatrização (WING, 1989).

A microcorrente, além de não ser invasiva, está baseada em efeitos a nível celular devido às baixas intensidades promovem efeitos sub-sensoriais (indolores). Além disso, este método não apresenta efeitos colaterais, sendo de baixo custo e fácil aplicação. A corrente elétrica pode ser o gatilho que estimula a cura, o crescimento e a regeneração de todos os organismos vivos (CHENG et al., 1982). Foi demonstrado que em tecidos como os ossos, nervos e pele ocorrem alterações bioelétricas subsequentemente a uma lesão (WATSON, 1995), tendo decrescido o fluxo elétrico na área lesada, diminuindo a capacitância celular e por consequência afetando a velocidade da reparação celular (WOLF, 1986). Em 1976, Konikoff et al.

(1976) investigaram o uso da corrente elétrica na reparação óssea bem como, na reparação de feridas cutâneas. Nesse estudo foi realizada a aplicação da intensidade 20  $\mu$ A em lesões de pele. Os autores demonstraram uma melhor resposta na cicatrização das feridas estimuladas.

A terapia com microcorrentes é considerada catalisadora nos processos iniciais e de sustentação em numerosas reações químicas e elétricas que ocorrem no processo cicatricial (FRANCHINE et al., 2006) e relataram que a corrente com intensidade de 1mA estimula a cicatrização de feridas. Becker, 1961 já realizava experiências em salamandras demonstrando uma inversão de polaridade e variações no potencial elétrico na faixa de 40 microvolts. Como também, na ferida de um coto para a regeneração do membro.

O mecanismo de interação da eletroestimulação no tecido não excitável é alvo de muitas pesquisas. No reparo tecidual, há uma variação enorme em relação ao tipo de lesão e ao tecido estudado em diferentes tempos e parâmetros, porém expande o vasto campo de atuação do pesquisador, frente às possibilidades de uso dessa modalidade de corrente. Devido à relevância da aceleração do processo de cicatrização, tanto no bem estar do paciente, quanto na saúde, à investigação de um método que possua as vantagens clínicas como a terapia com microcorrentes é considerável. Em relação a outras modalidades de eletroestimulação, a aplicação da microcorrente, além de não ser invasiva, as baixas intensidades promovem efeitos sub-sensoriais (indolor). Além disso, este método não apresenta baixo custo e fácil aplicação.

Estudos realizados com o uso de microcorrentes evidenciaram uma aceleração do processo de cicatrização (ALVAREZ et al., 1983; VODOVNIK; KARBA, 1992; CANSERVEN; ATALAY, 1996; SANTOS, 2004). Enquanto, outros autores não encontraram efeitos positivos na aplicação de correntes nas intensidades de microampères (BYL et al.; 1994; LEFFMAM et al., 1994). Porém, a variabilidade dos parâmetros utilizados nos artigos pesquisados, em relação ao reparo tecidual, dificulta a comparação entre estudos, fazendo necessária a busca pela padronização dessa técnica.

O interesse na realização dessa pesquisa deveu-se ao fato de se observar que para o tratamento com microcorrentes não foram encontrados um mínimo de autores que façam o tratamento de lesões cutâneas da mesma forma, ou seja, cada

autor utiliza uma amperagem diferente, afirmando ser a melhor, as quais muitas não são eficazes no processo cicatricial, não havendo, portanto, uma padronização.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Pele

A pele é um órgão de revestimento do corpo dividido anatomicamente em: epiderme, derme e hipoderme. Possui função relacionada à proteção mecânica e imunológica, homeostase térmica e química com o meio ambiente.

A epiderme é constituída por epitélio estratificado pavimentoso queratinizado, que se alimenta por difusão dos leitos capilares da derme. As camadas (ou estratos) são divididas de fora para dentro em: camada córnea, lúcida, granulosa, espinhosa e basal. Essas camadas se diferenciam pelo formato das células (BRASILEIRO FILHO, 2012).

A derme é constituída por tecido conjuntivo não modelado e, é didaticamente dividida em derme papilar e reticular. A derme papilar é constituída de fibras elásticas e colágenas, e de um tecido conjuntivo frouxo. A derme reticular é mais espessa, possui um tecido conjuntivo denso, com muitas fibras colágenas, e apresenta um rico suprimento sanguíneo, com capilares que se estendem em alças para dentro do tecido conjuntivo (MAIO, 2004).

Na derme encontram-se fibras de colágeno, elastina e reticulares, células de fibroblastos, mastócitos, linfócitos e também estruturas como as glândulas sudoríparas, sebáceas, folículos pilosos e terminações nervosas, também os vasos linfáticos e músculos eretores dos pelos. A derme está conectada com a fáscia dos músculos por uma camada de tecido conjuntivo frouxo, a hipoderme, ou tela subcutânea, que une a pele com os órgãos (BRASILEIRO FILHO, 2012).

A hipoderme é denominada tela subcutânea e não faz parte da pele, ela é formada por tecido conjuntivo frouxo e possui a característica de deslizamento entre a derme e os órgãos subjacentes, têm função de armazenamento de energia através dos adipócitos (BRASILEIRO FILHO, 2012).

As lesões teciduais desencadeiam uma cascata de eventos, iniciada com uma resposta inflamatória, que conduz a reconstrução do tecido ferido. A cicatrização de feridas é um processo dinâmico, no qual uma variedade de componentes da matriz extracelular atua para restabelecer o tecido lesionado. Avanços tecnológicos têm permitido o surgimento de uma grande variedade de tratamentos de cicatrização de feridas. A aplicação de estímulos elétricos de baixa amperagem modifica o processo

de cicatrização nos organismos, especialmente os fatores que retardam ou prejudicam este processo (CASTRO et al., 2012).

A este respeito, a estimulação por microcorrente, induz o fluxo dos elétrons para lesões subcutâneas e, tem sido demonstrado que afetam a cicatrização de feridas, aumentando o número de fibroblastos na região da ferida e, um aumento da produção de colágeno (MENDONÇA et al., 2009). Também convém ressaltar que a formação rápida do tecido fibroso, constituído por fibras colágenas, possibilita um melhor restabelecimento da força de tensão do tecido e conseqüentemente da cicatriz. (MAIO, 2004).

Outro campo de interesse é o tratamento de lesões teciduais a base de plantas associadas com as microcorrentes. Embora muito dos protocolos descritos utilizem a associação dessa terapia a eficácia do tratamento é satisfatória com o auxílio das microcorrentes. Vários recursos são utilizados pelos profissionais que lidam com a cicatrização de feridas, tais como: medicamentos, curativos, nutrição, técnicas específicas, como intervenções eletroterapêuticas que utilizam a corrente elétrica como recurso físico não invasivo para diminuir a dor e acelerar o processo de reparo tecidual (GUIRRO, E.; GUIRRO, R., 2004).

Entretanto, existem controvérsias a respeito dos mecanismos envolvidos no processo de cicatrização estimulado por diferentes tipos de correntes elétricas. A estimulação elétrica utilizando baixas correntes, na ordem de microampères, é considerada como uma estimulação compatível aos valores das correntes endógenas, pois, agem no organismo em nível celular, interagindo no processo de reparo tecidual, acelerando a cicatrização e melhorando a qualidade do tecido cicatricial (CHENG et al., 1982; OKUNO; CALDAS., 1986).

## **2.2 Microcorrentes na cicatrização tecidual**

Em 1994, Leffman et al. (1994) descreveram que modificaram o protocolo de tratamento descrito por Carley e Wainapel (1985) para cicatrização de feridas em porcos, utilizando doses mais altas com um período de tempo superior, intensidade de 300µA durante 24 horas por dia. Estes autores concordaram com outros, definindo também que a estimulação por micro amperagem é considerada de baixa amperagem quando utilizada a intensidade e frequência (<1mA/cm<sup>2</sup> e <3Hz) para realização da terapêutica. Através desta definição Leffman et al. (1994) modificaram

novamente os critérios de tratamento utilizando a intensidade de 100 $\mu$ A, com frequência de 0,3Hz, por 2 horas dia, durante 14 dias de tratamento para o tratamento de ratos *Wistar*. Observaram que o tratamento com microcorrente não apresentou diferença significativa entre os dois grupos controle versus tratamento. Quanto à espessura do epitélio, número de células de fibroblastos e vasos recém-formados. A implicação clínica dos resultados desse estudo apresentou limitação para o uso da microcorrente para o tratamento de feridas agudas. Segundo os autores a microcorrente é frequentemente utilizada para o tratamento de feridas crônicas o que impossibilitou avaliar através do seu estudo a eficácia da microcorrente durante 14 dias.

Em 2009, Mendonça et al. (2009) publicaram um artigo utilizando o tratamento tópico com Aloe Vera e o uso da microcorrente para reparação tecidual.

Segundo os autores a intervenção foi realizada durante 10 dias. O tratamento proposto por esses utilizaram a intensidade de 10 microampères, tempo de 2 minutos diários durante dez dias. E, viram através da análise histomofométrica da pele que quando aplicada a microcorrente teve efeito quanto aumento das células de fibroblastos, vasos recém-formados e aumento na espessura do epitélio.

Gaspi et al. (2011), realizaram estudos em feridas induzidas cirurgicamente em ratos, tratados com a aplicação tópica de extrato de folha hidroalcoólica de *Oncidium flexuosum* Sims e microcorrente (10 $\mu$ A e 0,3Hz, por 2 minutos), e terapias combinadas. A amostra foi de 36 animais *Wistar*, foram randomizados em quatro grupos com nove animais. Observaram uma melhora na cicatrização em relação à epitelização, número de fibroblastos e neovascularização. Que há componentes que aceleram a atividade cicatricial na utilização da *Oncidium flexuosum* leaf extract, especialmente quando aplicada simultaneamente com a microcorrente. Os autores observaram que a microcorrente aplicada na área da lesão favoreceu o fechamento total da ferida, como também, observou um aumento no número de células de fibroblastos e vasos sanguíneos.

Passarini-Junior et al. (2012), investigaram os efeitos do óleo da *Jatropha curcas* L. e a microcorrente em lesões experimentais de pele em ratos *Wistar*. Os autores seguiram o protocolo de Medonça et al. (2009) para o tempo de 2 minutos e demonstraram resultado positivo no uso da microcorrente para o tratamento de feridas. Quarenta e oito ratos *Wistar* foram utilizados nesse estudo, cada grupo com doze animais. O período de tratamento foi de 14 dias, com a intensidade de 10  $\mu$ A,

frequência de 0,3Hz e tempo de 2 minutos como citado acima. Na análise da pele observou o aumento na deposição de fibras durante 14 dias de tratamento com auxílio da microcorrente. Notou-se também o aumento no número de vasos sanguíneos e na espessura do epitélio.

Castro et al. (2012) mencionam que os animais foram divididos em sete grupos com nove animais cada. Os parâmetros utilizados foram: intensidade de 10 $\mu$ A, tempo de tratamento de 2 minutos por dia e frequência de 0,3 Hz. Descrevem que a escolha de dois minutos de aplicação seguiu o protocolo de Mendonça et al. (2009). Observaram através da análise morfométrica a diferença temporal entre os tratamentos. Através dessa análise observou uma cicatrização mais rápida no grupo tratado com microcorrente. Notou-se também o aumento no número de células de fibroblastos, fibras colágenas e neovascularização, durante dez dias de estimulação.

Sonnewend et al. ([2004]) utilizaram intensidade 30 e 160 $\mu$ A com a frequência de 0,3 Hz durante 30 minutos diários. Avaliaram diariamente através da análise fotográfica as lesões cutâneas. Demonstraram melhora quanto à reparação tecidual em ambas as terapias.

A escolha dos parâmetros deu-se pela comparação entre os artigos encontrados na literatura que utilizaram a microcorrente na cicatrização tecidual. A partir disto, buscamos a criação de um protocolo para o tratamento de feridas, visto que, identificamos uma enorme variabilidade nos parâmetros, quanto ao tempo de aplicação, frequência, intensidade e período de tratamento. Primeiro, optamos pelo período de tempo de 14 dias, pelo fato da maioria dos artigos não ultrapassarem esse período. Com 14 dias já é possível analisar as variáveis estudadas, como as células de fibroblastos, fibras colágenas e neovascularização (LEFFMAN et al. 1994 e PASSARINI-JUNIOR et al. 2012). Em 2009, Mendonça et al. (2009) descreveram que a escolha de dois minutos de terapia com microcorrente é capaz de acelerar a cicatrização de feridas. A frequência foi definida pela maioria, dentre os poucos artigos, que utilizaram 0,3 hertz (GASPI et al. 2011; CASTRO et al., 2012; PASSARINI-JUNIOR et al. 2012). Da mesma forma a escolha das intensidades 10 $\mu$ A, 30  $\mu$ A, 100  $\mu$ A e 160  $\mu$ A (LEFFMAN et al. 1994; GASPI et al. 2011; CASTRO et al., 2012; PASSARINI-JUNIOR et al. 2012; SONNEWEND et al., [2004]).

### 2.3 Estudos comparativos entre as microcorrentes e outras técnicas na reparação tecidual

Estudos realizados por Demir, Balay e Kirap (2004) sobre a aplicação do laser e a estimulação elétrica na faixa de microampères, em feridas produzidas em ratos, mostraram que ambas técnicas tem efeitos estatisticamente iguais, e são efetivas em relação ao grupo controle, provocando um aumento da força de ruptura da cicatriz. Entretanto, foi observado que a estimulação elétrica, com correntes de 300  $\mu\text{A}$ , aplicada durante 30 minutos por dia num período de 10 dias, apresentou um efeito mais expressivo na fase inflamatória do que o tratamento com o Laser Galliumarsenide (GaAs).

Sonnewend et al. ([2004]) investigaram os efeitos da radiação infravermelha (efeito térmico, 36 °C) e da microcorrente (160  $\mu\text{A}$ ) sobre o processo de reparo de feridas abertas em ratos, com aplicações de 30 minutos, analisando o diâmetro das feridas após 3 dias e avaliando o processo inflamatório (através da presença de edema) e as crostas; os autores obtiveram efeitos positivos para os grupos tratados com ambas as intervenções terapêuticas.

Franchine et al. (2006), realizaram estudos com lâminas histológicas e observaram as fases inflamatória e de granulação ou proliferativa de feridas induzidas cirurgicamente em ratos, tratadas com aloe vera, microcorrente, neomicina e terapias combinadas, e identificaram uma melhora na cicatrização em relação a hiperplasia fibroblástica, epitelização, anfigênese e reorganização tecidual no grupo tratado com aloe vera combinado com microcorrente.

Mendonça et al. (2009), investigaram os efeitos da aplicação do gel da Aloe vera, combinada ou não a aplicação de microcorrente no reparo de lesões cutâneas induzidas cirurgicamente em ratos *Wistar*. Observaram que o reparo tecidual ocorreu de forma diferenciada nos vários tratamentos empregados quando comparados ao grupo controle. A hiperplasia tecidual foi menor no grupo controle quando observada nos demais grupos tratamentos. No grupo Aloe vera o processo de reparo foi acelerado em relação ao controle. Os grupos Aloe vera e microcorrentes e aloe vera apresentaram uma fase proliferativa mais precoce quando comparado ao grupo controle.

Freitas et al. (2014) investigaram se existe diferenças entre as terapias laser e microcorrente sobre reparação de lesões em ratos *Wistar*. Observaram que houve

diferença significativa entre os grupos para a produção de fibroblastos ( $p = 0,0003$ ), colágeno ( $p = 0,0153$ ), neoangiogênese ( $P = 0,0031$ ) e anexos cutâneos ( $p = 0,0004$ ). Na análise histológica apresentaram valores mais baixos nos parâmetros histológicos presença de colágeno, número de fibroblastos e anexos cutâneos ( $p < 0,05$ ) em relação às terapias isoladas, exceto para a neoangiogênese. Concluíram que as terapias isoladas do laser e da microcorrente terem apresentado efeitos benéficos para a cura de tecido, a associação destas modalidades parece ter diminuído a ação de reparo.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Propor um protocolo para o tratamento de feridas cutâneas experimentais por meio de microcorrentes.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Definir qual potência dentre as mais utilizadas tem melhor eficácia (10  $\mu$ A, 30  $\mu$ A, 100  $\mu$ A e 160  $\mu$ A).
- Avaliar a presença de células como, fibroblastos e neovascularização.
- Avaliar a deposição de fibras colágenas na área da ferida.

#### **3.3 Hipótese**

A eletroestimulação com 10 microampères é a que melhor estimula a proliferação de fibroblastos no processo cicatricial.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 Material

Os Procedimentos foram realizados após a aprovação do COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA NO USO DE ANIMAIS da Universidade Estadual de Ciências da Saúde. Com o protocolo de N° 100-A (Anexo I). Foram utilizadas gaiolas específicas, ambiente com temperatura em condições normais, com água e ração Nuvilab CR-1® *ad libidum*. Soro fisiológico para a diluição dos anestésicos, cloridato de cetamina a 10% e cloridrato de xilazina a 2%. O peso corporal dos animais (g) foi verificado com uso de uma balança semi-analítica de marca BEL®. Para realização do procedimento cirúrgico no dorso do animal foi utilizado um “Punch” dermatológico com 8mm de circunferência. Para determinar o fechamento da ferida foi utilizado um paquímetro mecânico manual Metrica®. Um par de eletrodos foi posicionado paralelamente, com 6 cm de separação um do outro na região do dorso do animal a cerca de 3mm de distância da lesão.

### 4.2 Animais

A espécie selecionada para a realização desse trabalho é o *Rattus norvegicus* –*Wistar*, popularmente conhecido por rato albino de laboratório, essa escolha se dá por características como rápida reprodução, fácil manejo, tempo relativamente curto para atingir a idade adulta, facilidade de manutenção dos animais em ambiente de biotérios, o que permite uma quantidade menor de gaiolas, mamadeiras, maravalhas e ração. A escolha do número de animais se deu pela busca minuciosa de artigos.

Para a padronização foram utilizados animais com três meses de nascido, machos, evitando-se assim as interferências das flutuações hormonais comuns no sexo feminino.

Foi utilizado o aparelho Neurodyn com quatro canais da marca Ibamed®. Sendo este, calibrado com a padronização do tempo de 2 minutos e frequência de 0,3Hz. E testadas as intensidades de 10µA, 30 µA, 100 µA e 160 µA.

## 4.3 Método

### 4.3.1 Método de seleção dos estudos

Os critérios para avaliar a qualidade dos artigos utilizados seguiram as diretrizes do ARRIVE (Animal Research: Reporting of In Vivo Experiments). Link: <[http://www.elsevier.com/\\_\\_\\_data/promis\\_misc/622936arrive\\_guidelines.pdf](http://www.elsevier.com/___data/promis_misc/622936arrive_guidelines.pdf)>. As seguintes bases eletrônicas de dados utilizadas com seus respectivos períodos de buscas: Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE) via Pubmed (1966 a abril 2016); Scientific Eletronic Library Online (SCIELO) e Literatura Latino – Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), disponibilizadas através do ano (1982 a abril 2016). A estratégia de busca utilizada foi a seguinte: a combinação dos termos “Stimulation”, “wound healing” e “*Wistar*”.

Os critérios de inclusão consistiram em estudos com animais *Wistars* e tratados com eletroestimulação em feridas.

Os critérios de exclusão consistiram em estudos tratados feridas infectadas, correntes de alta tensão, aqueles que não abordavam diretamente a aplicação da eletroestimulação no processo de cicatrização em feridas cutâneas em ratos *Wistar*, bem como, estudos que não atentam aos critérios de inclusão.

Ao final da estratégia de busca, foram identificados 20 artigos, depois de aplicados os critérios de inclusão e exclusão restaram sete artigos para serem lidos na íntegra. Respeitando os critérios de inclusão e, tendo seus dados sido analisados pormenorizadamente. Durante a busca, identificamos artigos que utilizaram microcorrente associadas a outras terapias, sendo estas utilizadas apenas para estudos comparativos e discussão. Identificamos uma quantidade mínima de artigos apenas com o uso da microcorrente, impossibilitando realizar uma comparação entre os estudos, por isso, buscamos discutir a falta de padronização entre os autores.

### 4.3.2 Método de randomização

Os ratos foram randomizados por sorteio em cinco grupos de sete animais cada.

- Grupo1(GC) Realizada ferida cirúrgica e logo após, cada animal foi submetido a manipulação desde o primeiro dia até o décimo quarto dia com posicionamento dos eletrodos, sem aplicação de nenhum tratamento.

- Grupo 2 (G2) Tratado com frequência de 0,3 Hz e intensidade de 10  $\mu$ A do primeiro ao décimo quarto dia com posicionamento dos eletrodos.
- Grupo 3 (G3) Tratado com frequência de 0,3 Hz e intensidade de 30  $\mu$ A do primeiro ao décimo quarto dia com posicionamento dos eletrodos.
- Grupo 4 (G4) Tratado com frequência de 0,3 Hz e intensidade de 100  $\mu$ A do primeiro ao décimo quarto dia com posicionamento dos eletrodos.
- Grupo 5 (G5) Tratado com frequência de 0,3 Hz e intensidade de 160  $\mu$ A do primeiro ao décimo quarto dia com posicionamento dos eletrodos.

#### 4.4 Procedimentos cirúrgicos

Após a randomização, todos os animais foram anestesiados com cloridrato de cetamina a 10%, 0,9 ml/kg e cloridrato de xilazina a 2%, 0,1 ml/kg para realização da tricotomia e procedimento cirúrgico na região medial do dorso do animal. Sendo realizada a exérese de um fragmento de pele com auxílio de um “Punch” dermatológico com 8 mm para padronização de todas as lesões.

A incisão foi realizada a 1,0 cm do cruzamento da linha nugal com a linha mediana no dorso do animal. Esse local foi escolhido por ser mais difícil o alcance para mordeduras ou coceira do próprio animal.

**Figura 1 - Procedimento anestésico na região peritoneal do rato *Wistar*.**



Fonte: Acervo pessoal do autor (2016)

**Figura 2 - Realização da tricotomia dorsal.**



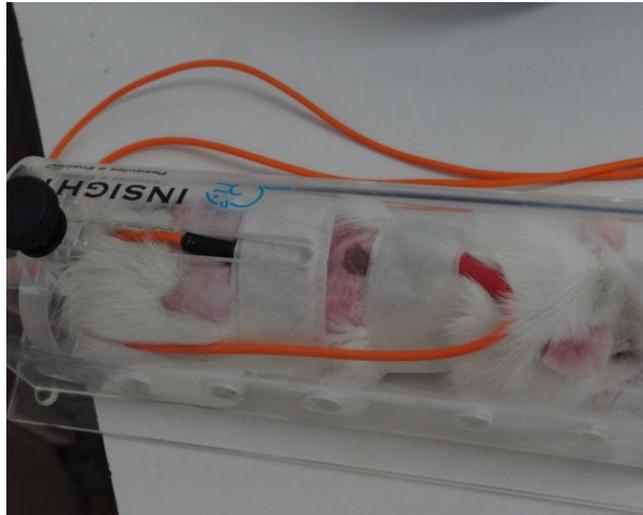
Fonte: Acervo pessoal do autor (2016)

Na figura 2, observa-se em 1, marcação feita com caneta dermatográfica na calda do animal *Wistar*, indicando qual a ordem do animal para o grupo a qual é pertencente.

#### **4.5 Eletroestimulação**

Dois eletrodos paralelos foram posicionados na “ferida do grupo controle” e conectados ao aparelho desligado. Enquanto, os demais grupos sofreram as suas respectivas amperagens. Para a aplicação das microcorrentes, os ratos foram acomodados em um contensor para posicionamento dos eletrodos (Figura 2). Os ratos foram submetidos à eletroestimulação por microcorrentes após a confecção da lesão, uma vez por dia, durante 2 minutos, até o décimo quarto dia. A eutanásia foi realizada no décimo quinto dia, sobre dose anestésica para retirada de um fragmento de 1,5 cm<sup>2</sup> da área da lesão para posterior análise histológica.

**Figura 3 - Eletrodos no dorso do animal com o contensor de acrílico da marca Insight®.**



Fonte: Acervo pessoal do autor (2016)

#### **4.6 Processamentos histológicos**

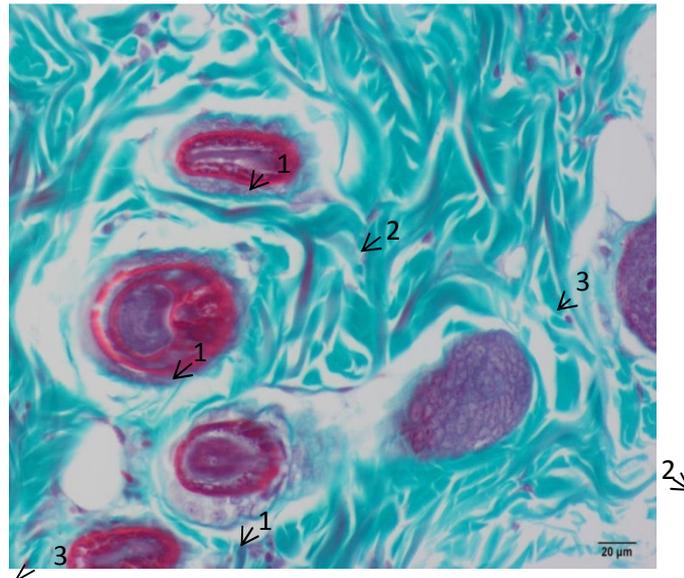
Os blocos de parafina foram preparados no laboratório de Arteriosclerose Humana e Experimental (AHE) da Universidade Federal de Alagoas. O material foi processado para microscopia de luz e corado com Tricrômio de Gomori.

#### **4.7 Obtenção das imagens**

Para o processamento das imagens adotou-se o critério de aleatoriedade, as imagens foram fotografadas com um microscópio de luz da marca **OLYMPUS DP2-BSV®** foi realizada a varredura das estruturas e captura das imagens. Durante a captura dos campos para posterior análise estereológicas. Para que as imagens fossem realmente selecionadas de forma aleatória, o microscópio foi desfocado.

Após a análise das estruturas, foram obtidos os resultados de média e desvio padrão para cada variável.

**Figura 4 - Imagem histológica da pele de *Wistar* (Grupo 1. Controle)**



Fonte: Acervo pessoal do autor (2016)

Na figura 4, observa-se em 1- Folículo; 2- Fibroblasto; 3- Vaso sanguíneo. Imagem histológica da pele de *Wistar*, microscopia de luz, coloração tricômio de Gomori, aumento de 40x.

#### **4.8 Análise quantitativa da cicatrização**

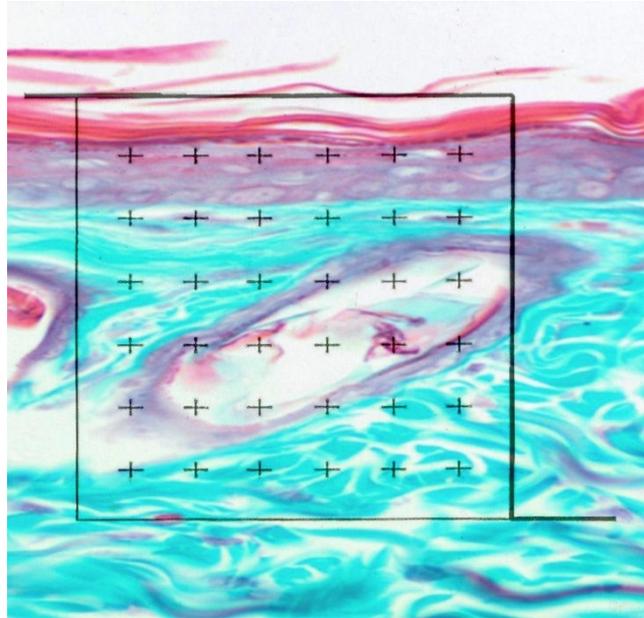
O período de obtenção das imagens foi no décimo quarto dia. Com a utilização de uma máquina fotográfica da marca **CANON®** a fim de avaliar em um único momento, a influência da eletroestimulação por microcorrentes. A análise macroscópica seguiu o estudo de Leffmann et al. (1994). Para a padronização da captação das imagens, um sistema de fixação foi desenvolvido, feito com auxílio de duas barras fixas de madeira paralelas, permitindo controlar a distância entre a máquina e a lesão no dorso do animal. A análise biométrica também foi realizada para determinar a retração da ferida com auxílio de um paquímetro mecânico manual **Metrica®**.

#### **4.9 Análise morfométrica da pele**

Foram exploradas duas dimensões a nível histológico, espessura do epitélio e queratina da pele do rato *Wistar*. As imagens foram obtidas com um microscópio de luz, de forma aleatória, para a realização da análise. Através da tela do computador

as imagens histológicas foram analisadas. Com auxílio de uma régua e um sistema teste de 36 pontos para delimitar a área. (Figura 5)

**Figura 5 - Análise morfométrica da ferida com Sistema de 36 Pontos. (Grupo 2. 10 $\mu$ A)**



Fonte: Acervo pessoal do autor (2016)

Na Figura 5, observa-se o **sistema teste de 36 pontos**, sobre a imagem histológica da pele de *Wistar* para delimitar a área de mensuração da espessura do epitélio e queratina. Microscopia de luz, coloração Tricômio de Gomori, aumento de 40x.

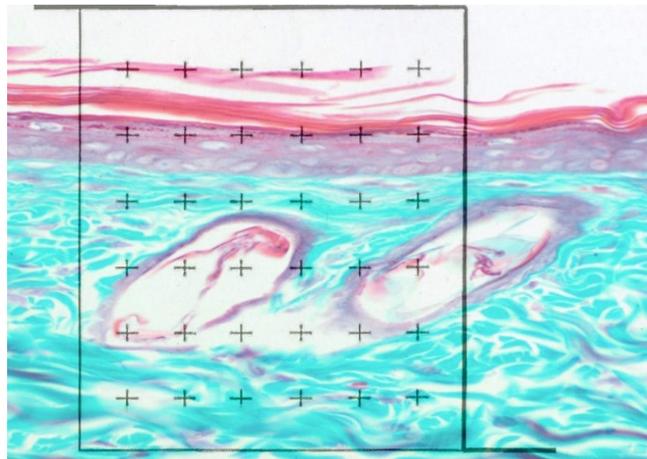
#### **4.10 Análise estereológica da pele**

Foi utilizada para avaliar a imagem histológica da área em duas dimensões que através das imagens aleatórias dos campos e das fórmulas estereológicas nos dá a estimativa das medidas em três dimensões Mandarim-de-Lacerda (1995).

As fórmulas são aplicadas de acordo com os sistemas testes, (PP) pontos tocados no sistema teste (36 pontos). Os (PF) estruturas dentro da área teste ( $A_t$ ) e não tocantes nas linhas proibidas e (IL) interseção nas lamelas dos arcos cicloides, para obtenção da média de cada varável. Fórmulas:  $V_v = P_p / p_t$ ,  $Q_a = P_{erfis} / A_t (1/mm^2)$ ,  $S_v = 2 \times I/L (mm^2 / mm^3)$  e  $L_v = 2 \times Q_a (mm / mm^2)$ .

- O (Vv) é a densidade de volume medida em porcentagem, que oferece um valor relativo referente o quanto uma estrutura ocupa o espaço de uma determinada área.
- O (Qa) é a densidade de área com unidade de medida  $1/\text{mm}^2$ , que determina o quantitativo de estruturas avaliadas na At.
- O (Sv) é a densidade de superfície, unidade de medida  $\text{mm}^2/\text{mm}^2$ , que avalia a relação entre a área e o volume de estruturas morfológicas.
- O (Lv) é densidade de comprimento que serve para estimar o comprimento de estruturas tubulares.

**Figura 6 - Sistema teste de 36 pontos (Grupo 2.  $10\mu\text{A}$ )**

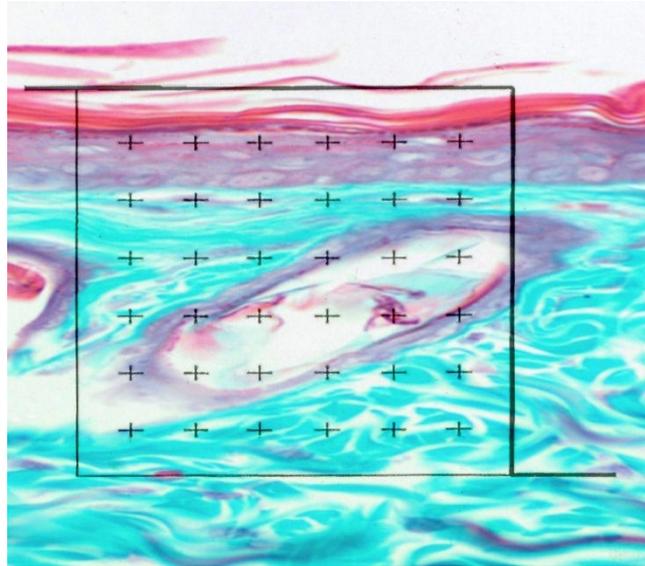


Fonte: Acervo pessoal do autor (2016)

Imagem histológica da pele de *Wistar*, microscopia de luz, coloração Tricômio de Gomori e aumento de 40x.

Na figura 6, observa-se o **sistema teste de 36 pontos**, utilizado para contagem de fibroblastos, fibras colágenas e vasos sanguíneos.

**Figura 7 - Área teste (At) linhas proibidas (Grupo 2. 10 $\mu$ A)**

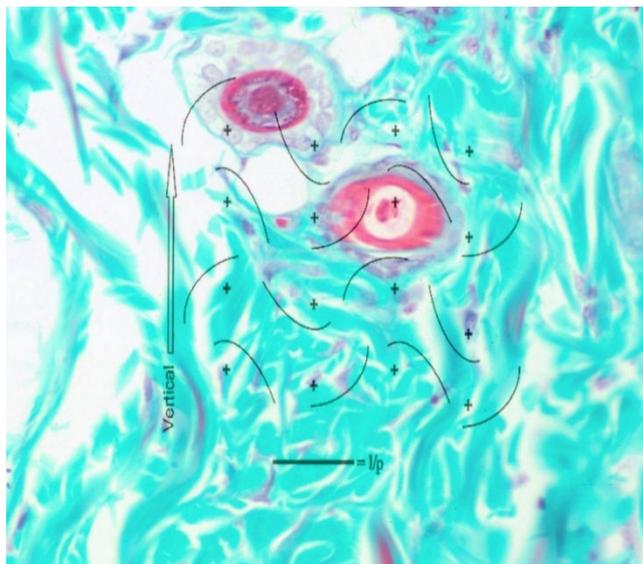


Fonte: Acervo pessoal do autor (2016)

Imagem histológica da pele de *Wistar*, microscopia de luz, coloração Tricômio de Gomori e aumento de 40x.

Na figura 7, observa-se a **área teste (At) linhas proibidas**, utilizado para contagem de fibroblastos, fibras colágenas e vasos sanguíneos.

**Figura 8 - Sistema Teste com Arcos Cicloides**



Fonte: Acervo pessoal do autor (2016)

Figura 8: Imagem histológica de Sistema Teste com arcos cicloides sobre a pele, Tricômio de Gomori, 40x.

Após todas as análises os dados foram organizados em uma ficha de identificação para cada sistema teste (Anexo 2).

Para analisar estruturas tubulares, como os vasos sanguíneos, a melhor opção é o Sistema Teste de Arcos Cicloides, como observado na figura 8.

## 5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados através do software PRISMA versão 6.0, foi escolhido o teste de Shapiro - Wilk para avaliar a normalidade dos grupos e, após a análise da normalidade considerou significativa quando  $p < 0,05$ . Para avaliação dos grupos o teste utilizado foi o ANOVA – *one way ordinary* e pós-teste de Bonferroni (PEIXOTO, 2012).

Para os resultados não significantes, utilizamos a sigla “NS” e os resultados significantes foram marcados com um asterisco (\*).

O desvio padrão foi introduzido sobre a dissecção de curvas de frequência assimétricas.

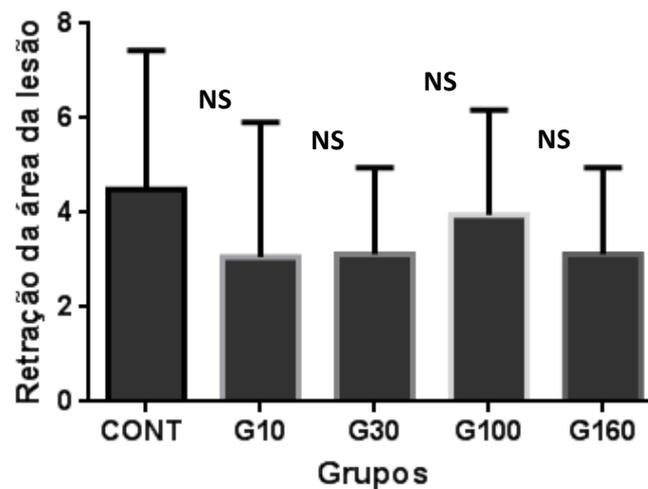
## 6 RESULTADOS

### 6.1 Análise macroscópica

Através da análise biométrica não evidenciou melhora na reparação tecidual quanto a variável área da lesão. Sendo essa, avaliada em um único momento, no décimo quarto dia de experimento (Gráfico1).

Para facilitar a análise, os resultados dessa monografia, foram principalmente apresentados em gráficos.

**Gráfico 1 - Comparação das médias e desvio padrão (DP) das áreas de retração da lesão entre os grupos tratados com as microcorrentes versus controle no 14° de tratamento.**



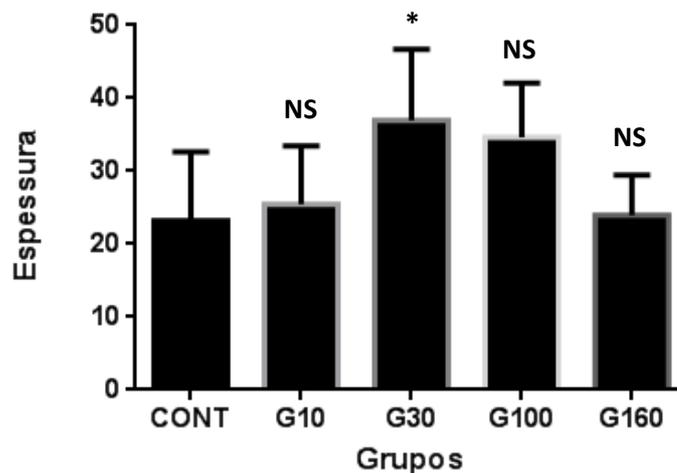
Fonte: Autor (2016).

Nota: NS = Não significativa.

Obtenção das médias e desvio padrão da área de cada ferida, no 15° dia de tratamento. Testando as intensidades de 10  $\mu$ A, 30  $\mu$ A, 100  $\mu$ A e 160  $\mu$ A. Para essa variável não houve diferença significativa entre as médias na comparação entre o grupo controle versus grupos tratamentos ( $p < 0,05$ ) e desvio padrão. **Valor de p = 0.7281.**

Através das análises histológicas evidenciamos melhora na reparação tecidual. Sendo essas, avaliada em um único momento, no décimo quarto dia de experimento (gráficos abaixo).

**Gráfico 2 - Comparação das médias e desvio padrão (DP) da análise morfométrica da espessura do epitélio e queratina.**



Fonte: Autor (2016)

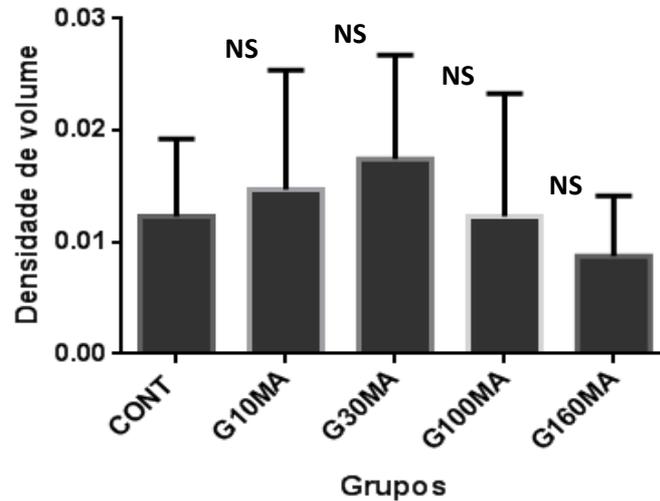
Nota: \* = Significante, pós-teste de bonferronis: controle vs G30 $\mu$ A\*.

Obtenção das médias e desvio padrão da espessura do epitélio e queratina, no 14º dia de tratamento. Testando as intensidades de 10  $\mu$ A, 30  $\mu$ A, 100  $\mu$ A e 160  $\mu$ A. Para essa variável houve diferença significativa entre as médias na comparação entre o grupo controle versus grupos tratamentos ( $p < 0,05$ ) e desvio padrão. **Valor de p = 0.0065.**

Observa-se, portanto que, a dose de 30 $\mu$ A, foi melhor para aumentar a espessura do epitélio e queratina.

Ao que parece a dose de 10  $\mu$ A é muito baixa não surtindo o efeito desejado, por sua vez, a carga 160  $\mu$ A foi muito alta, ao que parece, não contribui com o processo cicatricial.

**Gráfico 3 - Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de volume de fibroblastos.**



Fonte: Autor (2016).

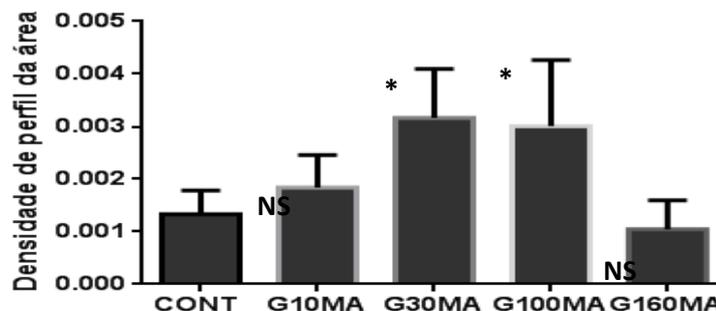
Nota: NS = Não significante.

Obtenção das médias e desvio padrão de densidade de volume de cada ferida, no 14º dia.

Para essa variável não houve diferença significativa entre as médias na comparação entre o grupo controle versus grupos tratamentos ( $p < 0,05$ ) e desvio padrão. **Valor de  $p = 0.4647$**

Observa-se, portanto que, as doses testadas não melhoraram a densidade de volume de fibroblastos.

**Gráfico 4 - Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de perfil de área de fibroblastos.**



Fonte: Autor (2016)

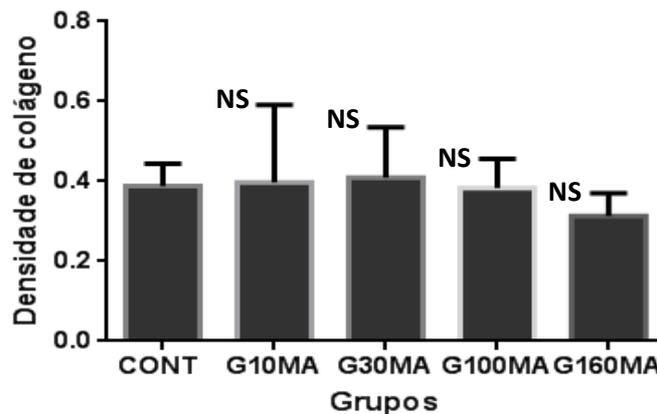
Nota: \* = Significante, pós-teste de bonferroni:

Obtenção das médias e desvio padrão de densidade de perfil de área de fibroblastos de cada ferida, no 14º dia de tratamento.

versos 160  $\mu\text{A}$  ( $p < 0,05$ ) e desvio padrão. **Valor de  $p = 0.0001$ .**

Nota-se, que apesar da dose 100 $\mu\text{A}$  ter sido significativa, a de 30  $\mu\text{A}$  apresentou melhor eficácia.

**Gráfico 5 - Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de volume de fibras colágenas.**



Fonte: Autor (2016)

Nota: NS = Não significativa.

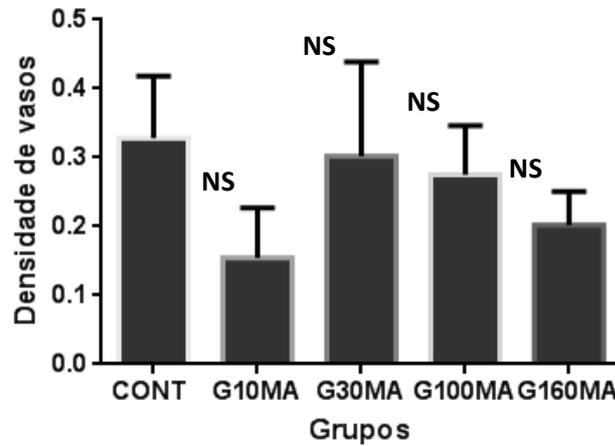
Obtenção das médias e desvio padrão de densidade de volume de fibras colágenas de cada ferida, no 14º dia.

Para essa variável não houve diferença significativa entre as médias na comparação entre o grupo controle versus tratamentos ( $p < 0,05$ ) e desvio padrão.

**Valor de  $p = 0.5530$ .**

Oberava-se que no 14º dia de tratamento não se pôde verificar a diferença na densidade de volume de fibras colágenas.

**Gráfico 6 - Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de volume de vasos.**



Fonte: Autor (2016)

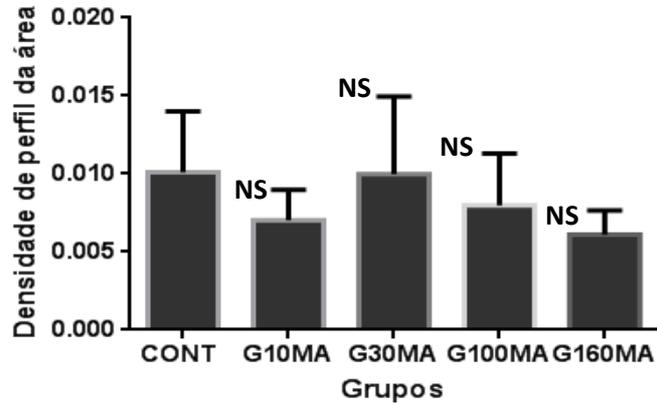
Nota: \* = Significante, pós-teste de bonferroni

Obtenção das médias e desvio padrão de densidade de volume de vasos sanguíneos de cada ferida, no 14<sup>o</sup> dia.

Para essa variável não houve diferença significativa entre as médias na comparação entre o grupo controle versus tratamentos, entre os tratamentos o grupo 3 (30 $\mu$ A) foi significativa versus tratamentos ( $p < 0,05$ ) e desvio padrão. **Valor de p = 4.6301.**

Observa-se que o grupo tratado com 30 $\mu$ A apresentou melhor efeito em relação aos grupos tratados com as outras intensidades. Porém, mesmo o grupo de 30 $\mu$ A ter sido eficaz, comparado com o grupo controle as microcorrentes não houve relevância sobre densidade de volume de vasos.

**Gráfico 7 - Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de perfil de área de vasos.**



Fonte: Acervo pessoal do autor

Nota: NS = Não significativa.

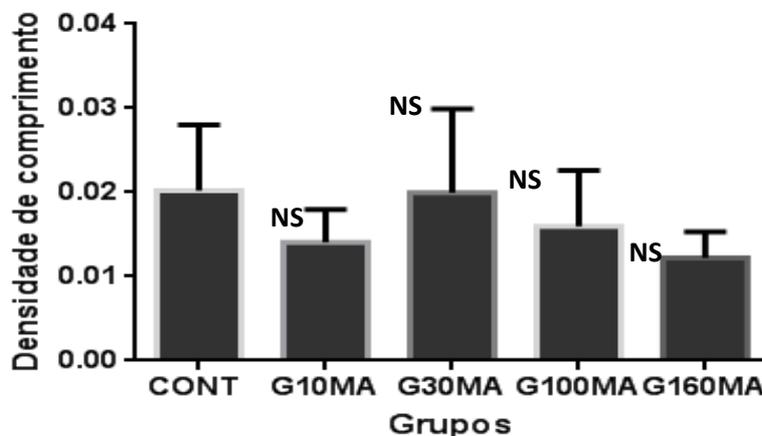
Obtenção das médias e desvio padrão de densidade de perfil de área de vasos sanguíneos de cada ferida, no 14º dia.

Para essa variável não houve diferença significativa entre as médias na comparação entre o grupo controle versus tratamentos ( $p < 0,05$ ) e desvio padrão.

**Valor de  $p = 0.1313$ .**

Nota-se que no 14º dia não se pôde verificar a presença de neoformação vascular.

**Gráfico 8 - Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de comprimento de vasos na área da lesão.**



Fonte; Autor (2016).

Nota: NS = Não significativa.

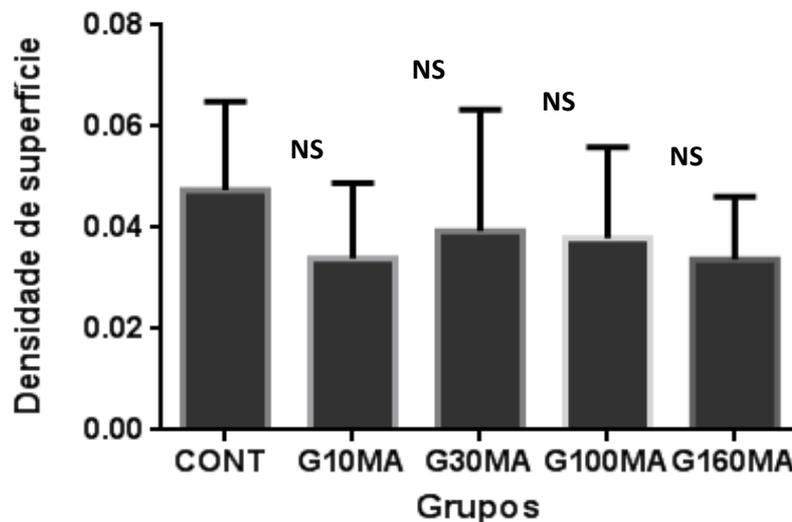
Obtenção das médias e desvio padrão de densidade de comprimento de vasos sanguíneos na área da lesão de cada ferida, no 14º dia.

Para essa variável não houve diferença significativa entre as médias na comparação entre o grupo controle versus tratamentos ( $p < 0,05$ ) e desvio padrão.

**Valor de  $p = 0.1443$ .**

No 14º dia de tratamento não se pôde verificar a presença de neoformação vascular entre os grupos.

**Gráfico 9 - Comparação das médias e desvio padrão (DP) da variável densidade de superfície (Sv) dos vasos da área da lesão entre os grupos**



Fonte: Autor (2016)

Nota: NS = Não significativa.

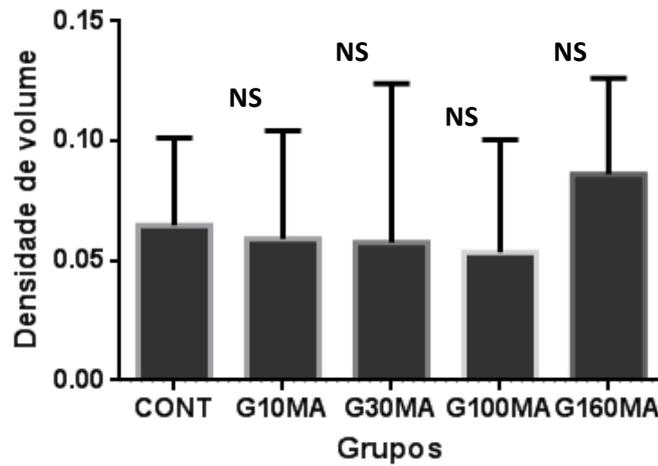
Obtenção das médias e desvio padrão de densidade de superfície de vasos sanguíneos na área da lesão de cada ferida, no 14º dia.

Para essa variável não houve diferença significativa entre as médias na comparação entre o grupo controle versus tratamentos ( $p < 0,05$ ) e desvio padrão.

**Valor de  $p = 0.6070$ .**

Nota-se que no 14º dia de tratamento não se pôde verificar a presença de neoformação vascular na densidade de superfície (Sv) dos vasos da área da lesão entre os grupos.

**Gráfico 10 - Comparação das médias e desvios padrão (DP) da variável densidade de volume de glândulas sebáceas da área da lesão entre os grupos**



Fonte: Autor (2016)

Nota: NS = Não significante.

Obtenção das médias e desvio padrão de densidade de volume de glândulas sebáceas de cada ferida, no 14º dia.

Para essa variável não houve diferença significativa entre as médias na comparação entre o grupo controle versus tratamentos ( $p < 0,05$ ) e desvio padrão.

**Valor de  $p = 0.6070$ .**

Nota-se que no 14º dia de tratamento não se pôde verificar diferença entre as glândulas sebáceas.

## 7 DISCUSSÃO

Ao executar a estratégia de busca dos artigos, observou-se que cada autor faz um protocolo diferente, muitos ainda realizaram associações com outras terapias como: laser (DEMIR; BALAY; KIRAP, 2004; SONNEWEND et al., [2004]), a plantas (SONNEWEND et al., [2004]; MENDONÇA et al., 2009; GASPI et al., 2011; PASSARINI-JUNIOR et al., 2012; CASTRO et al. 2012), bem como alguns utilizaram diferentes animais, tais como porcos (CARLEY; WAINAPEL, 1985).

Dessa forma, estes autores produziram viés, pois, não puderam afirmar se os fenômenos observados foram produzidos pela microcorrente, ou pelas associações utilizadas.

Restaram poucos autores que aplicaram as microcorrentes, ou seja 7 artigos, dentre estes (LEIFFMAN et al.,1994; DEMIR; BALAY; KIRAP, 2004; SONNEWEND et al., [2004]; CASTRO et al., 2012; GASPI et al., 2011; PASSARINI-JUNIOR et al., 2012; FREITAS et al., 2014). Contudo, cada um destes propuseram dosagens diferentes, bem como, obtiveram resultados conflitantes. Os autores (SONNEWEND et al., [2004]; GASPI et al., 2011; CASTRO et al., 2012; PASSARINI-JUNIOR et al., 2012; FREITAS et al., 2014) encontraram resultados promissores, já (LEIFFMAN et al.,1994; DEMIR; BALAY; KIRAP, 2004) referiram que a eletroestimulação não surtiu efeito para cicatrização de feridas. Acreditamos que os resultados negativos se deveram a erros na técnica de aplicação, principalmente para a escolha de baixas dosagens, como a de 10  $\mu$ A, bem como, é possível que a baixa frequência abaixo de 0,3Hz tem influído na obtenção de resultados negativos.

Nesse momento, respeitando a sequência dos resultados, serão discutidas as análises macroscópicas e microscópicas das feridas do rato *Wistar* e comparando os dados encontrados com a literatura.

Observando os artigos na área, constatamos um mínimo de autores que fazem o tratamento de lesões cutâneas da mesma forma, ou seja, cada um utiliza uma amperagem diferente, afirmando ser a melhor os quais muitas vezes nem são eficazes no processo cicatricial. A maior parte dos autores citados nessa discussão não descreve com detalhe a utilização das microcorrentes para feridas cutâneas experimentais. Dessa forma, para informar pormenorizadamente a ação das microcorrentes na cicatrização, recorreremos a referências bibliográficas para elucidar essa prática terapêutica. Foi essa falta de padronização e a inexistência de

um protocolo, bem como os vários artigos com propostas empíricas de tratamento, que nos motivou a realizar esse trabalho.

Em 2012, Castro, et al. (2012) estudaram feridas induzidas cirurgicamente em ratos, tratados com as plantas *alone*, *hypericum perforatum*, *arnica montana*, associadas a microcorrentes (intensidade de 10 $\mu$ A e frequência de 0,3Hz, durante 2 minutos). Diferente desse estudo, acreditamos que a aplicação dessa amperagem não interfira no processo de cicatrização. Vimos que amperagens mais baixas não são capazes de acelerar a cicatrização. Que o fator tempo já é capaz de cicatrizar de forma fisiológica, não sendo necessário o auxílio da terapia. Além disso, a associação com outras substâncias tornou-se um viés, dificultando a análise do real papel da eletroestimulação isoladamente no tratamento de feridas.

Em outro estudo semelhante utilizando as microcorrentes (MENDONÇA et al., 2009) testou a (intensidade de 10 $\mu$ A e frequência de 0,3Hz, durante 2 minutos) e observaram um aumento do número de fibroblastos e fibras colágenas na região da ferida. Em nosso estudo não foi possível avaliar a produção de fibras colágenas no 14º dia de tratamento. Os seus achados corroboraram com o nosso, visto que, as amperagens mais baixas interferiram no aumento de fibroblastos.

O autor (MAIO, 2004) afirmou que as microcorrentes aumentam a produção de fibras colágenas o que possibilita um melhor restabelecimento da força de tensão do tecido. Ressaltamos que as microcorrentes testadas em nosso trabalho não foram capazes de estimular a produção de fibras colágenas. Também convém ressaltar que a formação rápida do tecido fibroso, constituído por fibras colágenas foi semelhante em todos os grupos.

Os estudos realizados por (GUIRRO, E.; GUIRRO, R., 2004; MALIK, 2010) demonstraram que eletroterapia por microcorrentes é um excelente recurso físico não invasivo para auxiliar na cicatrização de feridas cutâneas. Concordamos com os autores que as microcorrentes sejam capazes de acelerar a cicatrização de feridas. Embora, não descrevam quais parâmetros estimulam a cicatrização.

Apesar de (CHENG et al., 1982; OKUNO; CALDAS; CHOW, 1986) afirmarem que as microcorrentes estimulam a cicatrização de feridas, não descreve qual o mecanismo é capaz de agir na cicatrização, fazendo-nos acreditar que correntes na faixa de microampères agem a nível celular, acelerando a cicatrização.

Um grupo de autores (ALVAREZ et al., 1983; VODOVNIK; KARBA, 1992; CANSERVEN; ATALAY, 1996; SANTOS et al., 2004) evidenciaram que as

microcorrentes aceleram o processo de cicatrização de feridas. Enquanto, outros autores não encontraram efeitos positivos na aplicação das microcorrentes (BYL et al., 1994; LEFFMAM et al., 1994). Acreditamos que a variabilidade dos parâmetros utilizados nos artigos pesquisados, dificulta a comparação entre estudos, fazendo necessária a busca pela padronização dessa técnica. Constatamos em nossos resultados que a dose de 30 $\mu$ A foi a melhor e houve sim melhoria no processo cicatricial. Acreditamos que a falta de padronização e a definição de um protocolo eficaz, levou estes autores a deduzirem pela ineficiência do método.

Os autores (DU BOIS-REYMOND et al., 1860; BECKER, 1961; KONIKOFF 1976) consideram que a terapia com microcorrentes é similar as correntes endógenas do corpo devido as baixas intensidades. Em nosso estudo não avaliamos essa similaridade das correntes endógenas, porém, confirmamos que a terapia com microcorrentes é capaz de agir no processo cicatricial.

Santos et al. (2004), investigaram a influência das microcorrente (MENS) em feridas induzidas cirurgicamente em ratos, tratados com intensidade de 50 $\mu$ A, frequência de 0,5 Hz com duração de 20 minutos diários. Avaliou-se a área da lesão no 7°, 14° e 21° dia com o método gabarito de papel, e no 21° dia foi realizada a análise histológica. Na microscopia foram observadas modificações na quantidade e na estrutura dos fibroblastos, e no colágeno no grupo tratado. Pelo método gabarito de papel, observou-se redução do tempo para a restauração total da área de lesão do grupo tratamento, com diferença de significância de ( $p < 0,01$ ). Apesar dos parâmetros e os momentos de análises diferentes, concordamos com os autores quanto as modificações na quantidade de fibroblastos. Embora, não houve na análise macroscópica, diferença entre os grupos controle versus tratamentos com 14° dia. Contudo, observamos melhoria na proliferação de fibroblastos utilizando 30 $\mu$ A em nosso trabalho.

Estudos realizados por Demir, Balay e Kirap (2004) sobre a aplicação do laser e a estimulação elétrica na faixa de microampères em feridas produzidas em ratos, mostraram que ambas as técnicas têm efeitos estatisticamente iguais, e são efetivas em relação ao grupo controle, provocando um aumento da força de ruptura da cicatriz. Entretanto, foi observado que a estimulação elétrica com correntes de 300  $\mu$ A, aplicada durante 30 minutos por dia num período de 10 dias, apresentou um efeito mais expressivo na fase inflamatória do que o tratamento com o Laser Galliumarsenide (GaAs). Devido a nossa análise ter sido realizada no 14° dia com

período de tratamento superior ao de dez dias, como também a intensidade e o tempo de aplicação da microcorrente serem diferentes, tornou-se inviável a comparação dos estudos. Demonstramos que a falta de padronização entre os autores dificulta essa comparação.

Sonnewend et al. ([2004]) investigaram os efeitos da radiação infravermelha (efeito térmico, 36 °C) e da microcorrente (160  $\mu$ A) sobre o processo de reparo de feridas abertas em ratos, com aplicações de 30 minutos, analisando o diâmetro das feridas após 3 dias e avaliando o processo inflamatório (através da presença de edema) e a presença de crostas; os autores obtiveram efeitos positivos para os grupos tratados com ambas as intervenções terapêuticas. Em nosso estudo utilizamos a mesma intensidade de 160  $\mu$ A, com um período de tempo menor de 2 minutos, durante 14° e vimos que esse protocolo é capaz de aumentar o número de fibroblastos na área da lesão, através da análise microscópica.

Franchine et al. (2006), realizaram estudos histológicos observando as fases inflamatória, de granulação e proliferativa de feridas induzidas cirurgicamente em ratos, tratadas com aloe vera, microcorrente, neomicina e terapias combinadas, e observaram uma melhora na cicatrização em relação a hiperplasia fibroblástica, epitelização, angiogênese e reorganização tecidual no grupo tratado com aloe vera combinado com microcorrente. Os autores não descrevem os parâmetros utilizados e a utilização de plantas dificulta a comparação entre os estudos. Diferente desses autores não foi possível verificar neoformação vascular no 14° dia no tratamento com microcorrentes.

Mendonça et al. (2009), investigaram os efeitos da aplicação do gel da Aloe vera, combinada ou não a aplicação de microcorrente no reparo de lesões cutâneas induzidas cirurgicamente em ratos *Wistar*. Observaram que o reparo tecidual ocorreu de forma diferenciada nos vários tratamentos empregados quando comparados ao grupo controle. A hiperplasia tecidual foi menor no grupo controle quando observada nos demais grupos tratamentos. No grupo Aloe vera o processo de reparo foi acelerado em relação ao controle. Os grupos Aloe vera e microcorrentes e aloe vera apresentaram uma fase proliferativa mais precoce quando comparado ao grupo controle. Os autores não descrevem os parâmetros utilizados e a utilização de plantas dificulta a comparação entre os estudos.

Os autores (GASPI et al., 2011; CASTRO et al., 2012; PASSARINI-JUNIOR, 2012) realizaram estudos em feridas induzidas cirurgicamente em ratos, tratados

com a aplicação tópica de extrato de plantas e microcorrente (10 $\mu$ A e 0,3Hz, por 2 minutos), e terapias combinadas. Observaram uma melhora na cicatrização em relação à epitelização, número de fibroblastos e neovascularização. A terapia isolada com microcorrente em nosso estudo com os parâmetros citados pelos autores não demonstraram melhoria na cicatrização.

Freitas et al. (2014) investigaram se existe diferenças entre as terapias laser e microcorrente sobre reparação de lesões em ratos *Wistar*. Observaram que houve diferença significativa entre os grupos para a produção de fibroblastos ( $p = 0,0003$ ), colágeno ( $p = 0,0153$ ), neoangiogênese ( $P = 0,0031$ ) e anexos cutâneos ( $p = 0,0004$ ). A análise histológica apresentaram valores mais baixos nos parâmetros histológicos presença de colágeno, número de fibroblastos e anexos cutâneos ( $p < 0,05$ ) em relação às terapias isoladas, exceto para a neoangiogênese. Embora as terapias isoladas do laser e da microcorrente terem apresentado efeitos benéficos para a cura de tecido, a associação destas modalidades parece ter diminuído ação de reparo. Concordamos com os autores que a microcorrente é capaz de acelerar a cicatrização de feridas, como também a sua ação sobre a produção de fibroblastos ( $p = 0.0001$ ).

Assim como o estudo de Cardoso et al. (2015), que investigaram a terapia com microcorrente sobre reparação de lesões em ratos *Wistar*. Observamos também que houve diferença entre os grupos para regeneração tecidual. As variáveis apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) grupo MC comparado com o grupo controle.

A definição desses estudos atualmente disponíveis a respeito dos limites, intensidade, frequência e tempo de aplicação, não são suficientes para prática terapêutica por microcorrentes. Levando em conta que a falta de homogeneidade entre os estudos é ampla. Como também, o método descrito por cada autor, em relação ao tamanho dos eletrodos, confecção e tamanho da lesão, período de análise e tempo de tratamento. Diante da falta de padronização, buscamos responder algumas perguntas a respeito da microcorrente. Por exemplo: Qual a melhor intensidade? Qual o melhor modelo animal? Qual a frequência é mais eficaz? Quantos eletrodos devem ser utilizados? Qual o tempo de aplicação? Qual o período de tratamento? Definimos que para esse tipo de corrente o protocolo mais eficaz para o tratamento de feridas cutâneas experimentais não infectadas em *wistar*

é a utilização da intensidade de 30 microampères com frequência de 0,3 Hertz por 2 minutos diários em um período de 14 dias.

## 8 CONCLUSÃO

A microcorrente é capaz de acelerar a cicatrização de feridas, como também, teve ação sobre a produção de fibroblastos quando utilizada a dose de 30 $\mu$ A ou 100  $\mu$ A.

O protocolo mais eficaz para o tratamento de feridas cutâneas experimentais não infectadas em *Wistar* é a utilização da intensidade de 30 microampères com frequência de 0,3 Hertz por 2 minutos diários em um período de 14 dias.

No 14<sup>o</sup> dia de tratamento com microcorrentes, não se pode quantificar a produção de fibras colágenas, bem como a neoformação vascular.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, O. M. et al. The healing of superficial skin wounds is stimulated by external electrical current. **Journal of Investigative Dermatology**, Baltimore, v. 81, n. 2, p. 144-148, 1983. Disponível em: < [http://www.jidonline.org/article/S0022-202X\(15\)43152-5/pdf](http://www.jidonline.org/article/S0022-202X(15)43152-5/pdf) >. Acesso em: 2 maio 2015.
- BECKER R, O. The bioelectric factors in amphibian-limp regeneration. **Journal Bone Joint Surgically**, Boston, v. 43-A, p. 643-656, 1961.
- BRASILEIRO FILHO, G. **Bogliolo patologia**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.
- BYL, N. N. et al. Pulsed microamperage stimulation: a controlled study of healing of surgically induced wounds in Yucatan pigs. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 74, n. 3, p. 201-213, 1994. Erratum in *Physical therapy*, v. 74, n. 6, p. 595, 1994.
- CANSERVEN, A. G.; ATALAY, N. S. Is it possible to trigger collagen synthesis by electric current in skin wounds? **Indian Journal of Biochemistry and Biophysics**, New Delhi, v. 33, n. 3, p. 223-227, 1996.
- CARDOSO, M. P. C. et al. Preconditioning with mono and polyunsaturated fatty acids and low-intensity electrical stimulation: effects on skin repair in rats. **Acta Cirurgica Brasileira**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 107-114, 2015.
- CASTRO, F. C. B. et al. Effects of microcurrent application alone or in combination with topical *Hypericum perforatum* L. and *Arnica montana* L. on surgically induced wound healing in Wistar rats. **Homeopathy**, Edinburgh, v. 101, n. 3, p. 147-153, 2012.
- CARLEY, P. J.; WAINAPEL, S. F. Electrotherapy for acceleration of wound healing: low intensity direct current. **Archives of Physical and Rehabilitation**, Philadelphia, v. 66, n. 7, p. 443-446, 1985.
- CHENG, N. et al. The effects of electric currents on ATP generation, protein synthesis, and membrane transport in rat skin. **Clinical Orthopedics and Related Research**, New York, n. 171, p. 264-272, 1982.
- DEMIR, H.; BALAY, H.; KIRAP, 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**, [Washington], v. 41, n. 2, p. 147-154, 2004.

Du Bois-Reymond, E. **Untersuchungen Uber Thierische Electricitat**, Berlin, Germany: Reimer, 1860

FRANCHINE, C. C. et al. Efeitos da aplicação tópica do *Aloe vera* (l) e sulfato de neomicina associada à microcorrente no reparo de lesões cutâneas induzidas cirurgicamente utilizando ratos *Wistar* Machos (*Rattus norvegicus*) (mamalia; rodentia). In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC), 5., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBPC, 2006. Disponível em: < [http://www.sbpnet.org.br/livro/58ra/SENIOR/RESUMOS/resumo\\_2745.html](http://www.sbpnet.org.br/livro/58ra/SENIOR/RESUMOS/resumo_2745.html) >. Acesso em: 5 jun. 2015.

FREITAS, R. P. A. et al. Comparative study of low-level laser therapy and microcurrent on the healing of skin burns in rats. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, Maringá, v. 36, n. 1, p. 5- 10, 2014.

GASPI, F. O. G. et al. Effects of the topical application of hydroalcoholic leaf extract of *Oncidium flexuosum* Sims. (Orchidaceae) and microcurrent on the healing of wounds surgically induced in Wistar Rats. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, Oxford, v. 2011, p. 1-9, 2011.

GUIRRO, E. C. O.; GUIRRO, R. R. **Fisioterapia dermatofuncional: fundamentos-recursos-patologias**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Manole, 2004.

KONIKOFF, J. J. Electrical promotion of soft tissue repairs. **Annals of Biomedical Engineering**, New York, v. 4, n. 1, p. 1-5, 1976.

LEFFMANN, et al. Effect of microamperage stimulation on the rate of wound healing in rats: A histological study. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 74, n. 3, p. 195-200, 1994.

MAIO, M. **Tratado de medicina estética**. São Paulo: Rocca, 2004.

MANDARIM-LACERDA, C. A. **Métodos quantitativos em morfologia**. Rio de Janeiro: Ed. da UERJ, 1995.

MENDONÇA, F. A.S. Effects of the application of *Aloe vera* (L.) and microcurrent on the healing of wounds surgically induced in Wistar rats. **Acta Cirúrgica Brasileira**, São Paulo, v. 24, n. 2., p. 150-155, 2009.

OKUNO, E.; CALDAS, I. L.; CHOW, C. **Física para ciências biológicas e biomédicas**. São Paulo: Harbra, 1986.

PASSARINI-JUNIOR, J.R. et al. Application of *Jatropha curcas* L. seed oil (Euphorbiaceae) and microcurrent on the healing of experimental wounds in wistar rats. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 27, p. 441- 447, 2012.

PEIXOTO, S. P. **Estatística aplicada á biotecnologia**. São Paulo: USP, Instituto de Matemática e Estatística, 2012.

SANTOS V. N. S. et al. Electric microcurrent in the restoration of the skin undergone a trichloroacetic acid peeling in rats. **Acta Cirúrgica Brasileira**, São Paulo, v. 19, n. 5, p.466-470, 2004.

SILVA, A. J. et al. Custo econômico do tratamento das úlceras por pressão: uma abordagem teórica. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 971-976, 2013.

SONNEWEND, D. et al. O Efeito da radiação infravermelho longo e microcorrentes sobre o processo de reparação de feridas em ratos. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA , 8., e ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 4., [2004], São José dos Campos. [**Trabalho eletrônico**]. São José dos Campos: UNIVAP, [2004]. Disponível em: < [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2004/trabalhos/inic/pdf/IC4-23R.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/inic/pdf/IC4-23R.pdf) >. Acesso em: 14 fev. 2015.

VODOVNIK, L.; KARBA, R. Treatment of chronic wounds by means of electric and electromagnetic fields. Part. 1. Literature review. **Medical & Biological Engineering & Computing**, New York, v. 30, n. 3, p. 257- 266, 1992.

WATSON, T. **The bioelectric correlates of musculoskeletal injury and repair**. 1995. 261 f. Thesis (PhD ) – University of Surrey, Guildford, 1995.

WING, T. Modern low voltage microcurrent stimulation: a comprehensive overview. **Chiropractic Economics**, July/August, 1989.

WOLF, A. A. Injury currents: their electrical and mathematical properties in wound healing. ANNUAL NORTHEAST BIOENGINEERING CONFERENCE, IEEE 12th, 1., 1986, New York. **Anais...** New York, 1986.

**ANEXOS**

## ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS – UNICISAAL  
Fundada pela Lei nº 8.880 de 28 de dezembro de 2005  
Campus Governador Lamenha Filho  
Rua Jorge de Lima 143, Trilha da Barra,  
Cap 57.010-300 – Maceió-AL

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP/JUNCISAL

PROTCCOLO – 100-A

TEMA: "Efeitos da corrente elétrica de baixa intensidade em processos cicatriciais de feridas cutâneas experimentais de ratos Wistar"

Pesquisador Principal: Célio Fernando de Sousa Rodrigues

Data de Entrada: 27/05/2013

Maceió, 09 de outubro de 2013

Sr<sup>(a)</sup>. Pesquisador(a),

Conforme deliberação em plenária ordinária do CEP/JUNCISAL ocorrida no dia 09/10/13 foi de consenso a aprovação do protocolo nº 100-A, intitulado: "Efeitos da corrente elétrica de baixa intensidade em processos cicatriciais de feridas cutâneas experimentais de ratos Wistar", podendo a pesquisa ser iniciada.

Nesta oportunidade, lembramos que o pesquisador tem o dever de durante a execução do experimento, manter o CEP informado através do envio a cada seis meses, de relatório consubstanciado acerca da pesquisa, seu desenvolvimento, bem como qualquer alteração, problema ou interrupção da mesma.

Atenciosamente,

  
Ana Lúcia de Cassiano Freire  
Vice-Coordenadora do CEP/JUNCISAL

ANEXO B – FICHA DE DADOS

FICHA DE DADOS PARA PESQUISA DE Mestrado de AILTON MOTA DO NASCIMENTO GALVÃO  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL  
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - ICBS  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE – PPGCS

Identificação do animal:

Carn	Epitélio				Lâmina basal			Queratina			Fibroblastos				Fibras colágenas			Vasos					Leucócitos				
	Qa	Pp	Vv	L(I)	Pp	Vv	L(I)	Pp	Vv	L(I)	Qa	Pp	Vv	L(I)	Pp	Vv	L(I)	Qa	Pp	Vv	L(I)	Lv	Qa	Pp	Vv	L(I)	
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											
10																											
Σ																											

\*Qa= densidade de área (c/área proibida) \* Pp= pontos tocados \* Vv= (densidade de volume)=Pp/Pt \* L(I)= interseção nas lamelas dos arcos cicloides \*Lv= densidade de comprimento (Lv=2xQa)

Registrar o tipo de teste estereológico utilizado:

Medidas do teste: (40x =29mm =50µm/ 4x=29mm = 500µm)

Início do experimento	Final do experimento	Saldo
Raio ântero-posterior (Ra-p')=	Raio ântero-posterior (Ra-p'')=	A'-A''= (o quanto contraiu na área)=
Raio látero-lateral (RI-l')=	Raio látero-lateral (RI-l'')=	V'-V''= (o quanto contraiu no volume)=
Espessura média 3 pontos (E')=	Espessura média 3 pontos (E'')=	Ra-p' - Ra-p''= (redução eixo a-p)=
Área da superfície da ferida (A')=	Área da superfície da ferida (A'')=	RI-l' - RI-l'' = (redução eixo l-l)=
Volume da área da ferida (V')=	Volume da área da ferida (V'')=	E' - E''= (redução da espessura)=



Espessura do Epitélio''	Medida central=	Medida à direita=	Medida à esquerda=
Presença de queratina	Bem definida (..)	Pouca (..)	Ausente (..)
Epitélio	Presente com estratos definidos (..)	Presente sem clara estratificação (..)	Ausente (..)
Interdigitações dérmicas	Bem definida (..)	Suave (..)	Ausente (..)
Pressão Arterial:	Hemograma:	Bioquímica:	Outros: