



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**MAYARA ELLEN DE JESUS AGRIPINO**

**EFEITO HIPOALGÉSICO DA CORRENTE ALTERNADA  
DE MÉDIA FREQUÊNCIA EM QUILOHERTZ (AUSSIE)  
EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS: ENSAIO CLÍNICO  
RANDOMIZADO**

**ARACAJU  
2017**

**MAYARA ELLEN DE JESUS AGRIPINO**

**EFEITO HIPOALGÉSICO DA CORRENTE ALTERNADA DE MÉDIA FREQUÊNCIA EM QUILOHERTZ (AUSSIE) EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

**2017**

**MAYARA ELLEN DE JESUS AGRIPINO**

**EFEITO HIPOALGÉSICO DA CORRENTE ALTERNADA  
DE MÉDIA FREQUÊNCIA EM QUILOHERTZ (AUSSIE)  
EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS: ENSAIO CLÍNICO  
RANDOMIZADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências da Saúde.

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Josimari Melo de Santana

**ARACAJU  
2017**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA BISAU  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

A279 Agripino, Mayara Ellen de Jesus  
Efeito hipoalгésico da corrente alternada de média frequência em quilohertz (Aussie) em indivíduos saudáveis: ensaio clínico randomizado / Mayara Ellen de Jesus Agripino; orientadora Josimari Melo de Santana. – Aracaju, 2017.  
66 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea. 2. Analgesia. 3. Terapia por Estimulação Elétrica. 4. Dor. I. DeSantana, Josimari Melo, orient. II. Título.

CDU 616.8-085.84

**MAYARA ELLEN DE JESUS AGRIPINO**

**EFEITO HIPOALGÉSICO DA CORRENTE ALTERNADA  
DE MÉDIA FREQUÊNCIA EM QUILOHERTZ (AUSSIE) EM  
INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS: ENSAIO CLÍNICO  
RANDOMIZADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências da Saúde.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2017

---

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Josimari Melo de Santana**

---

**1º Examinador: Prof. Dr. Paulo Autran Leite Lima**

---

**2º Examinador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Karina Laurenti Sato**

**PARECER**

---

---

---

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a Deus, primeiramente, por todas as bênçãos concedidas e por sua presença constante em minha vida. Dedico também a minha família que, com muito amor, permaneceu ao meu lado, me apoiando e aconselhando em todos os momentos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, primeiramente, por ter me dado força, coragem e sabedoria nos momentos mais difíceis desta nova fase de pós-graduação.

Agradeço aos meus pais, Antônio Carlos e Giselda Agripino, por todo o apoio e ensinamento que compartilharam ao longo da vida. Obrigada, pai e mãe, por se fazerem tão presentes durante esta trajetória e por cada conselho dado. Agradeço, também, a minha irmã, Mirian Agripino, por todo companheirismo e por cada sorriso proporcionado.

Agradeço a Israel Melo, por cada momento feliz proporcionado. Obrigada, meu amor, por se manter firme ao meu lado, sempre tão paciente e amável.

Agradeço a minha orientadora, Josimari DeSantana, por todo tempo dedicado a mim, por cada ensinamento, por cada palavra de apoio. Esse sonho só está se tornando possível porque você confiou e acreditou em mim. Obrigada professora por ter me orientado com tanto amor, carinho e zelo.

Agradeço a Fernanda Araújo, principalmente, pela paciência e por me ensinar tanto em tão pouco tempo. Obrigada Nanda por partilhar seus conhecimentos e experiências.

Agradeço a toda família LAPENE, em especial Paula Michelle, Isabela Azevedo e Lucas Vasconcelos, obrigada por compartilharem tantas dicas e experiências, sempre dispostos a ajudar. Agradeço também a Lohanny, minha querida IC, pelo seu empenho e determinação durante toda esta jornada.

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”*

*(Charles Chaplin)*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Mensuração do limiar de dor por pressão (LDP). (A) Local 1: o LDP é avaliado 3 cm distalmente à extremidade distal da tabaqueira anatômica na linha média do ventre muscular do primeiro interósseo dorsal palmar. (B) Local 2: o LDP é mensurado na face anterior do antebraço dominante, 7,5 cm proximalmente à prega distal do punho. Fonte: LAPENE..... 12
- Figura 2. Avaliação da modulação condicionada da dor (MCD). (A) O LDP é mensurado na face anterior do antebraço dominante, 7,5 cm proximalmente à prega distal do punho. (B) Posicionamento do esfigmomanômetro a 3 cm da fossa cubital. Fonte: LAPENE..... 13
- Figura 3. (A) Corrente Alternada de Média frequência em kHz (Aussie); (B) Aplicação da corrente Aussie na face anterior do antebraço dominante, os eletrodos foram posicionados na face medial do antebraço ao nível da prega distal do punho e 10 cm proximal à mesma. Fonte: LAPENE..... 14
- Figura 4. Linha de tempo do protocolo de tratamento. IDATE = Inventário da Ansiedade Traço-Estado; LSC= Limiar Sensitivo Cutâneo; LDP= Limiar de Dor por Pressão; ST= Somação Temporal; MCD= Modulação Condicionada da Dor..... 15
- Figura 5. Fluxograma do estudo..... 17
- Figura 6. Escore de ansiedade avaliado por meio do (A) Inventário de Ansiedade Estado (IDATE-E) e (B) Inventário de Ansiedade Traço (IDATE-T) no momento pré-intervenção com eletroestimulação CA ativa de 1kHz, 4kHz e placebo..... 19
- Figura 7. Limiar de Dor por Pressão, em N, medido na (A) tabaqueira da mão e no (B) antebraço antes, durante e após aplicação de CA ativa de 1 kHz e 4 kHz ou placebo..... 20
- Figura 8. Intensidade de dor em tempos sequenciais (1”, 10”, 20”, 30”) para a medida de somação temporal, em sujeitos saudáveis, nos três grupos de intervenção (A) Placebo, (B) Ativo 4 kHz, (C) Ativo 1 kHz..... 22

Figura 9. Limiar de dor por pressão, em N, na Modulação Condicionada da Dor (MCD) de sujeitos saudáveis, nos três grupos de intervenção. (A) Placebo, (B) Ativo 4 kHz, (C) Ativo 1 kHz.....	23
Figura 10. Amplitude de pulso inicial (mA) nos grupos CA placebo e CA ativa de 4 kHz / 1 kHz .....	24
Figura 11. Intensidade de conforto com a corrente (0-10 pontos) nos grupos CA placebo e ativa de 4 kHz e 1 kHz.....	25
Figura 12. Porcentagem (%) de acerto do julgamento do sujeito com relação ao tipo de intervenção recebida. Indicação dos sujeitos, alocados nos diferentes grupos de estudo, de que estariam recebendo tratamento ativo ou placebo.....	26
Figura 13. Porcentagem (%) de acerto e erros do julgamento do investigador com relação ao tipo de intervenção (ativa ou placebo) recebida pelos sujeitos alocados nos diferentes grupos de estudo.....	26

## **TABELA**

Tabela 1. Características demográficas da amostra.....	18
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CA	Corrente Aussie
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CI	Corrente Interferencial
Cm	Centímetro
EM	Escala Numérica
EPM	Erro Padrão da Média
Hz	Hertz
IDATE	Inventário de Ansiedade Traço Estado
IMC	Índice de Massa Corpórea
Kg	Quilograma
kHz	Quilohertz
LDP	Limiar de Dor por Pressão
M	Metros
MCD	Modulação Condicionada da Dor
Ms	Milissegundo
n	Número de sujeitos
N	Newton
p	Nível de significância
ST	Somação Temporal
TENS	Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFS	Universidade Federal de Sergipe

## LISTA DE SÍMBOLOS

**%**    Porcentagem

**μ**    Mi

**δ**    Delta

## RESUMO

Estudos relatam que a corrente alternada é mais eficaz em promover analgesia que as correntes pulsadas de baixa frequência. Porém, o potencial hipoalgésico e a utilização clínica da corrente alternada de média frequência em kHz (Aussie) são baseados em mecanismos de ação hipotéticos. O presente estudo teve, como objetivo, investigar o potencial hipoalgésico da corrente Aussie (CA) em indivíduos saudáveis. Oitenta e um sujeitos saudáveis foram submetidos à eletroestimulação com corrente alternada de média frequência em quilohertz durante 20 minutos, sendo randomizados em três grupos distintos (1 kHz, 4 kHz ou placebo). Limiar de dor por pressão (LDP, algometria), modulação condicionada da dor (MCD, dor isquêmica no membro superior contralateral e algometria), somação temporal (ST, algometria) foram mensurados antes e após intervenção, o nível de ansiedade (IDATE-T e IDATE-E), por sua vez, foi mensurado apenas no momento pré-intervenção. Ao final do protocolo, os sujeitos foram questionados com relação ao tratamento que receberam e o conforto durante a estimulação (escala numérica) e, similarmente, os avaliadores sobre sua expectativa relacionada ao grupo de alocação dos sujeitos. Estas respostas foram registradas e usadas para testar a adequação do procedimento de mascaramento referente ao sujeito e ao investigador. O nível ansiedade, avaliado no momento pré-intervenção, não diferiu entre os grupos que receberam a CA ativa (1 kHz/ 4 kHz) ou placebo, sendo  $p > 0,05$ . Em relação ao LDP, não houve diferença estatisticamente significativa nos grupos de intervenção CA ativa 1kHz, ativa 4 kHz e placebo em nenhum dos momentos avaliados. O grupo ativo CA 4 kHz apresentou redução estatisticamente significativa da amplificação da intensidade da dor, verificada pela redução da intensidade de dor percebida, no décimo ( $p=0,02$ ), vigésimo ( $p=0,01$ ) e trigésimo segundos ( $p=0,001$ ), no teste de ST. O grupo ativo CA 1 kHz, por sua vez, apresentou redução significativa da intensidade de dor apenas no final da mensuração (trigésimo segundo;  $p=0,01$ ). Na avaliação da MCD, não houve diferença significativa do LDP, durante a indução de isquemia, nos grupos CA ativo 4 kHz e CA ativo 1 kHz, no momento antes e após intervenção ( $p > 0,05$ ). No entanto, no grupo placebo, houve redução significativa do LDP, apenas durante a isquemia induzida, comparando pré e pós-intervenção ( $p=0,01$ ). Dessa forma, o nosso estudo, fornecem evidências de que a corrente aussie, principalmente, quando utilizada com frequência equivalente 4 kHz, apresenta resultados hipoalgésicos, tendo possível ação inibitória no sistema nervoso central (SNC).

Descritores: Eletroestimulação; Corrente Alternada; Analgesia; Dor

## ABSTRACT

Studies report that alternating current is more effective in promoting analgesia than low frequency pulsed currents. However, the hypoalgesic potential and the clinical use of the medium frequency alternating current in kHz (Aussie) are based on hypothetical mechanisms of action. The present study aimed to investigate the hypoalgesic potential of the Aussie Current (AC) in healthy individuals. Eighty-one healthy subjects underwent electrostimulation by using kilohertz-frequency alternating current for 20 minutes and were randomized into three distinct groups (1 kHz, 4 kHz or placebo). Pressure pain threshold (PPT, algometry), conditioned pain modulation (CPM, ischemic pain in the contralateral upper limb and algometry), temporal summation (TS, algometry) were measured before and after intervention, the level of anxiety (STAI-T and STAI-E), in turn, was measured only at the pre-intervention. At the end of the protocol, subjects were questioned regarding the treatment they received and the comfort during the stimulation (numerical scale) and, similarly, investigators were questioned about their expectation related to subject's allocation groups. These responses were recorded and used to test the adequacy of the masking procedure regarding the subject and the investigator. The level of anxiety evaluated did not a statistically significant difference between the groups, who received the active AC (1 kHz / 4kHz) or placebo, ( $p > 0.05$ ). Regarding PPT, there was no statistically significant difference in the active AC 1 kHz, active 4 kHz and placebo groups at any of the moments evaluated. The active group AC 4 kHz presented a statistically significant reduction in the amplification of pain intensity, verified by the reduction of perceived pain intensity, in the tenth ( $p = 0.02$ ), twentieth ( $p = 0.01$ ) and thirtieth second ( $p = 0.001$ ) in the TS test. The active group AC 1 kHz, in turn, presented significant reduction of pain intensity only at the end of the measurement (thirty-second,  $p = 0.01$ ). In the evaluation of the CPM, there was no significant difference of the PPT, during induction of ischemia, in the AC active groups 4 kHz and active AC 1 kHz, before and after intervention ( $p > 0.05$ ). However, in the placebo group there was a significant reduction in PPT, only during induced ischemia, both before and after intervention ( $p = 0.01$ ). Thus, our study provides evidence that kilohertz-frequency AC current, especially when used with an equivalent 4 kHz frequency, presents hypoalgesic effect, having having possible inhibitory action in the Central Nervous System (CNS).

**Key-words:** Electric Stimulation, Alternating Current; Analgesia; Pain



# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>03</b>
2.1. Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea (TENS).....	03
2.2. Corrente Interferencial e Corrente Russa.....	04
2.3. Corrente Aussie (CA).....	04
<b>3. OBJETIVO.....</b>	<b>07</b>
3.1. Objetivo Geral.....	07
3.2. Objetivos Específicos.....	07
<b>4. CASUÍSTICA E MÉTODOS.....</b>	<b>08</b>
4.1. Aspectos éticos.....	08
4.2. Casuística.....	08
4.3. Tipo de estudo.....	08
4.4. Cálculo do tamanho amostral.....	09
4.5. Grupos de estudo.....	09
4.6. Variáveis Mensuradas.....	10
4.6.1. Nível de ansiedade.....	10
4.6.2. Limiar de dor por pressão (LDP).....	11
4.6.3. Somação temporal (ST).....	11
4.6.4. Modulação condicionada da dor (MCD).....	12
4.6.5. Expectativa e conforto com a corrente.....	13
4.7. Protocolo de eletroestimulação.....	13
4.8. Delineamento experimental.....	15
4.9. Análise estatística.....	16
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
5.1. Caracterização da amostra.....	17
5.2. Ansiedade.....	19
5.3. Limiar de dor por pressão.....	20

5.4. Somação temporal.....	21
5.5. Modulação condicionada da dor.....	21
5.6. Amplitude de pulso.....	24
5.7. Intensidade de conforto da corrente.....	24
5.8. Nível de mascaramento do sujeito.....	25
5.9. Nível de mascaramento do investigador.....	25
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	39
APÊNDICE B – Ficha de Avaliação.....	40
ANEXO A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética.....	42
ANEXO B – Questionário IDATE-E.....	45
ANEXO C – Questionário IDATE-T.....	46

## 1 INTRODUÇÃO

A estimulação elétrica é um recurso terapêutico amplamente utilizado por fisioterapeutas com a finalidade de proporcionar controle da dor. Estudos prévios revelam os efeitos da eletroestimulação nas mais diferentes condições álgicas, sejam elas, agudas ou crônicas (JOHNSON, 2000; DESANTANA et al., 2008, WARD et al., 2009). As correntes elétricas, mais comumente utilizadas, na prática clínica, consistem nas correntes pulsadas de baixa frequência (Hz) e correntes alternadas de média frequência (kHz) (WARD e OLIVER, 2007).

As correntes alternadas de média frequência (corrente russa, corrente interferencial e corrente aussie), por sua vez, têm sua aplicabilidade fundamentada em mecanismos de ação hipotéticos e poucos estudos clínicos (NOBLE et al., 2000). Estas correntes são caracterizadas pela sua forma de onda simétrica e bifásica, que pode ser retangular ou sinusoidal, com frequências entre 1 e 10 kHz e frequência de *bursts* entre 1 e 120 Hz (WARD et al., 2006; WARD e CHUEN, 2009).

A crescente utilização das correntes alternadas na reabilitação segue a teoria de que estas são mais confortáveis e mais eficazes que as correntes pulsadas. As teorias utilizadas para explicar esse efeito são a da menor impedância da pele a correntes de média frequência, o que permite que essas correntes estimulem tecidos mais profundos (JOHNSON e TABASAM, 2003), e o fenômeno de somação, também conhecido como efeito Gildemeister (GILDEMEISTER, 1930; 1944). A somação de despolarizações sublimiáres foi descrita, inicialmente, por Gildemeister (GILDEMEISTER, 1930; 1944) e ocorre quando um *burst* de uma corrente alternada com frequência suficientemente alta é usado como estímulo. Assim, os pulsos sucessivos são aplicados antes que a membrana da fibra nervosa possa se recuperar, reduzindo o limiar para geração de um novo potencial de ação. Nas correntes alternadas, vários pulsos são liberados próximos uns dos outros em *bursts*, podendo assim se somar e promover esse efeito.

A Corrente Aussie (CA) é uma corrente alternada de média frequência modulada em quilohertz. Esta corrente é caracterizada pelo seu formato de onda simétrica, bifásica e retangular. Além disso, diferentemente das demais correntes alternadas, a CA tem o seu *burst* ajustado em curta duração. Sendo, então, considerada mais confortável, quando comparada às demais formas de eletroestimulação (WARD et al., 2006; WARD e CHUEN, 2009; WARD et al., 2009).

Estudos mostram que a CA tem sido utilizada com finalidade de produção de torque e ganho de força muscular (WARD et al., 2004; WARD et al., 2009). Acredita-se que, para a produção de torque, é indicada uma frequência de pulso de 1kHz e *bursts* com duração de 2 ms. Ward et al. 2006 consideram que a CA é capaz de produzir maior torque extensor, com um menor nível de desconforto em sujeitos saudáveis, quando comparada à corrente Russa e correntes pulsadas de baixa frequência. Quanto ao seu potencial hipoalgésico, sugere-se que a CA quando aplicada em frequência de 4 kHz alcança um melhor efeito analgésico, gerando um menor desconforto (WARD et al., 2006, WARD et al., 2009). No entanto, apesar do crescente número de estudos referentes às mais diferentes formas de eletroestimulação, pouco se sabe sobre os efeitos hipoalgésicos da CA.

Algumas teorias sugerem maior eficácia da CA em detrimento das outras correntes alternadas. Estudos iniciais (WARD et al., 2002; WARD e OLIVER, 2007; WARD et al., 2009) evidenciaram o potencial hipoalgésico desta corrente, no entanto, o baixo rigor metodológico e alto risco de viés dos trabalhos limitam uma interpretação mais criteriosa dos seus resultados. Além disso, há escassez de ensaios clínicos randomizados que comprovem e justifiquem a utilização clínica desta corrente para tal finalidade. Diante disto, o presente estudo propõe investigar o potencial efeito hipoalgésico da CA.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A eletroestimulação é uma modalidade vastamente utilizada na prática clínica do fisioterapeuta. As correntes mais comumente utilizadas são as correntes pulsadas de baixa frequência como, por exemplo, a estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS). Além destas, tem-se também, as correntes alternadas de frequência em quilohertz, tais como, a corrente Interferencial, a corrente Russa e a corrente Aussie (WARD e OLIVER, 2007).

Estudos sugerem que as correntes alternadas são mais confortáveis e apresentam melhor efeito hipalgésico quando comparadas às correntes pulsadas de baixa frequência (WARD et al., 2002; WARD e OLIVER, 2007; WARD et al., 2009). Apesar disso, pouco se sabe sobre o efeito de cada uma destas correntes sendo ainda baseadas em mecanismo hipotéticos e anedóticos (WARD e OLIVER, 2007). As correntes pulsadas, a exemplo da TENS, por sua vez, apresentam mecanismos de ação analgésicos esclarecidos e efetividade clínica bem evidenciada (ABRAM et al., 1981; WOOLF et al., 1977; SLUKA et al., 1999; SLUKA e WALSH, 2003; DESANTANA et al., 2008).

### *2.1 Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea (TENS)*

A estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) foi relatada pela primeira vez como método eficaz para alívio da dor, no ano de 1967(WALL e SWEET, 1967). A TENS é uma terapia de baixo custo, não farmacológica, habitualmente utilizada pelos fisioterapeutas como tratamento adjuvante para condições dolorosas, sejam elas agudas ou crônicas (PUETT, 1994; JOHNSON, 2000; SLUKA e WALSH, 2003; DESANTANA et al., 2008). Além disso, esta forma de eletroestimulação também favorece a redução na ingestão de analgésicos (TAYLOR et al., 1981).

Clinicamente, a TENS é aplicada em diferentes frequências de estimulação. Elas são de baixa (4-10 Hz) ou alta frequência (100 Hz) (DESANTANA et al., 2008; AINSWORTH et al., 2006; SLUKA et al., 2006). Estudos evidenciam que esta forma de eletroestimulação promove redução da hiperalgesia através da liberação de opióides endógenos no sistema nervoso central (SNC) (ABRAM et al., 1981; SLUKA et al., 1999; WOOLF et al., 1977). Atualmente, sabe-se que a TENS de baixa frequência (4 Hz) ativa receptores opióides  $\mu$ , já a de alta frequência (100 Hz) os receptores  $\delta$ , localizados, respectivamente, na medula e porção rostro ventral do bulbo (DESANTANA et al., 2008; SLUKA et al., 1999).

Muitos aspectos relacionados à eletroestimulação com TENS têm sido investigados nos últimos anos, a exemplo da frequência e intensidade de estimulação. Sabe-se que a TENS pode ser aplicada em frequências: modulada, mista ou alternada. A escolha da frequência a ser utilizada é uma possível estratégia para intensificar a eficácia hipotalgésica desta corrente (DESANTANA et al., 2008; LIMA et al., 2014). A TENS é também administrada em diferentes protocolos de intensidade, eles são: sensorial, motora ou motora ajustada. Estudos revelam que a intensidade de estimulação exerce influência direta no grau de hipotalgesia proporcionado pela corrente (KHADILKAR et al., 2008). Intensidades mais altas apresentam maior efeito analgésico, sugerindo, que ao aumentar a intensidade, um maior número de fibras aferentes primárias são ativadas, potencializando a hipotalgesia induzida pela TENS (ROBINSON, 1996; KHADILKAR et al., 2008).

## ***2.2 Corrente Interferencial e Corrente Russa***

A Corrente Interferencial (CI) é uma corrente alternada de média frequência (1-10 KHz), ela é constituída através da junção de duas correntes alternada sinusoidais de média frequência (NEMEC, 1959; PALMER et al., 1999). Seu efeito é somado positivamente no momento em que dois picos de onda se unem, culminando em uma amplitude de onda aumentada (GOATS, 1990; OZCAN et al., 2004). Esta corrente tem sido utilizada na atualidade devido ao seu efeito terapêutico e eficácia analgésica (MCMANUS et al., 2006; CHEING et al., 2008).

A CI ainda não tem seu mecanismo de ação bem estabelecido, apesar disto, os seus efeitos analgésicos têm sido amplamente relatados na literatura (JORGE et al., 2006; VENANCIO et al., 2013). Esta corrente tem apresentado efeito analgésico nas mais variadas condições clínicas, tais como, lombalgia (HARMAN et al., 2009; FACCI et al. 2011), osteoartrite (GUNDOG et al., 2012), pós-operatório (JARIT et al., 2003), dentre outros.

A Corrente Russa, por sua vez, foi inicialmente relatada na década de 70 por Kots que descreveu o uso de uma corrente alternada com frequência ajustada na faixa de 2,5 kHz + 50 kHz e *burst* ajustado em 10ms. Esta corrente é caracterizada por sua forma sinusoidal alternada (bifásica) de frequência modulada em 2.500 Hz (2,5 kHz). Estudos revelam sua capacidade em produzir níveis mais profundos de contração e aumento no grau de força muscular (KOTS, 1982; WARD e SHKURATOVA, 2002).

### 2.3 Corrente Aussie (CA)

A CA é uma forma de eletroestimulação de origem Australiana, desenvolvida pelo pesquisador Alex Ward. Trata-se de uma corrente alternada de média frequência modulada em kHz. A principal característica que difere esta corrente das demais correntes alternadas é o ajuste do *burst* em curta duração, se tornando assim, mais confortável quando comparada à corrente Interferencial e corrente Russa (WARD e CHUEN, 2009).

O mecanismo de ação da CA, bem como, das demais correntes alternadas ainda é indefinido. Acredita-se que a eficiência das correntes alternadas de média frequência para a estimulação sensorial e motora está relacionada ao princípio conhecido como “*Gildemeister effect*” (GILDEMEISTER, 1944).

Segundo Gildemeister, a estimulação elétrica por meio das correntes alternadas está diretamente relacionada ao limiar de disparo das fibras nervosas. O mesmo descreveu a teoria de somação de despolarizações sublimiáres, que ocorre quando um *burst* de uma corrente alternada com frequência suficientemente alta é usado como estímulo. Desta forma, vários pulsos são aplicados sucessivamente antes que a membrana da fibra nervosa possa se recuperar. Sendo assim, o limiar para geração de um potencial de ação é conseqüentemente reduzido. Esse efeito ocorre devido à liberação dos pulsos próximos uns dos outros em *bursts*, podendo então apresentar um efeito de somação (GILDEMEISTER, 1930; 1944).

A CA tem sido mais comumente utilizada para as finalidades de produção de torque e ganho de força muscular. Ward et al. (2004), em seu estudo, avaliaram a produção de torque e nível de desconforto produzido por correntes alternadas de frequência ajustada em kHz. Os resultados deste estudo sugerem que, para a produção de maior torque, é mais indicada uma frequência de pulso de 1kHz e *bursts* com duração de 2 ms (WARD et al., 2006). Apesar destes achados, ainda não é possível afirmar que o fortalecimento muscular será potencializado utilizando esta frequência.

Em estudo comparativo entre as correntes Russa, Aussie e Pulsada de baixa Frequência, Ward et al. 2006, sugerem que a CA é capaz de produzir o maior torque extensor, com um menor nível de desconforto em sujeitos saudáveis. No mesmo estudo foi relatado que a corrente Russa produz um menor torque e força que a corrente Pulsada, no entanto, foi considerada mais confortável que a mesma (WARD et al. 2006). Mais estudos são necessários para avaliar este potencial efeito a longo prazo. Além disso, se faz necessário a avaliação desta corrente em condições clínicas limitantes para melhor investigar o ganho de força muscular.

Esta corrente também tem sido analisada quanto ao seu potencial hipoalgésico e nível de conforto. Estudos revelam que a frequência de 4 kHz com *burst* equivalente a 4 ms, gera menor desconforto e é a mais orientada para fins analgésicos (WARD et al., 2006, WARD et al., 2009). Desta forma, é importante enfatizar que o nível de conforto está diretamente relacionado à frequência da corrente e principalmente da duração do *burst*.

Ward e Oliver (2007) compararam, em seu estudo, a corrente pulsada de baixa frequência (TENS) com a CA. Este artigo teve como objetivo analisar o efeito hipoalgésico de cada uma das correntes e compará-los. Seus achados sugerem que a CA seja mais confortável e mais eficiente que a TENS. No entanto, pouco se pode concluir sobre estes resultados, os parâmetros de escolha para realização da intervenção por meio da TENS foram protocolados, para a investigação do seu potencial hipoalgésico, em frequência de 50 Hz e duração de pulso de 125 ms. Contudo, esta corrente fornece seus melhores resultados analgésicos quando aplicada nas frequências de 4 e 100 Hz.

A CA é uma modalidade de eletroestimulação recente e ainda pouco estudada. Pouco se sabe sobre seus efeitos e mecanismo de ação, sendo ainda alicerçado em mecanismos hipotéticos. Diante disto, o presente estudo objetiva investigar de forma mais aprofundada o potencial efeito hipoalgésico desta corrente, podendo proporcionar um maior critério de uso para esta modalidade de eletroestimulação.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Investigar o potencial efeito hipoalgésico da corrente alternada de média frequência em quilohertz (Aussie) em indivíduos saudáveis.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Investigar possíveis diferenças no efeito hipoalgésico entre as correntes alternadas nas faixas de frequência de 1 kHz e 4 kHz;
- Observar o efeito da corrente alternada no limiar de dor por pressão de indivíduos saudáveis;
- Observar o efeito da corrente alternada na somação temporal e modulação condicionada da dor em indivíduos saudáveis;
- Avaliar a percepção de conforto durante a aplicação da corrente alternada de média frequência.

## **4 CASUÍSTICA E MÉTODOS**

### **4.1 Aspectos Éticos**

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe (UFS), número CAAE 48492115.3.0000.5546, parecer 1.314.081 (ANEXO A), e cadastrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC, em fase de apreciação). Ao aceitarem participar do estudo, todos os voluntários incluídos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) previamente à intervenção (APÊNDICE A).

### **4.2 Casuística**

A amostra foi composta por 81 voluntários saudáveis, sendo 40 do sexo masculino e 41 do sexo feminino. Todos os voluntários foram recrutados nos campi Aracaju e São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe, por meio de contato pessoal e cartazes de divulgação.

Os critérios de inclusão compreenderam sujeitos: (1) saudáveis; (2) com idade entre 18 e 45 anos; (3) que não possuíam conhecimento prévio sobre a utilização desta corrente e seus efeitos. Os sujeitos foram excluídos do estudo caso apresentassem: (1) lesão nervosa periférica em membros superiores; (2) dor atual; (3) gravidez; (3) doenças crônicas; (4) marca-passo cardíaco; (5) epilepsia; (6) alergia aos eletrodos; (7) em uso de medicação analgésica ou psiquiátrica vigente; (8) condições alteradas da pele ou perda de sensibilidade nas áreas de colocação dos eletrodos; (9) história de cirurgia no membro superior.

### **4.3 Tipo de estudo**

Trata-se de um ensaio clínico com distribuição aleatória, controlado por placebo e triplamente encoberto. A distribuição aleatória dos sujeitos foi realizada por meio da seleção de envelopes opacos e selados identificados com as letras A, B e C. Os envelopes receberam numeração que corresponde aos sujeitos do estudo por ordem de participação e somente foram abertos no momento da alocação dos sujeitos em seus respectivos grupos. Esta distribuição foi efetuada de forma bloqueada na razão 1:1:1, a fim de assegurar a proporcionalidade do número

de sujeitos entre os grupos. Além disso, foi garantida uma distribuição proporcional entre os sexos masculino e feminino nos diferentes grupos estudados (Tabela 1).

Dois investigadores participaram do estudo. O investigador 1 ficou responsável pelo recrutamento, triagem dos sujeitos, preparação da pele para aplicação dos eletrodos e administração da eletroestimulação, enquanto o investigador 2 executou a mensuração de todas as variáveis desse estudo. Vale ressaltar que o investigador 2 esteve mascarado em relação à alocação dos sujeitos nos grupos e, ao final do protocolo do estudo, foi questionado pelo investigador 1 sobre qual o tipo de tratamento acreditava que cada um dos sujeitos estava recebendo.

#### 4.4 Cálculo do tamanho amostral

Uma estimativa do tamanho amostral desejado para grupos independentes foi determinada com base nos dados previamente encontrados neste estudo (piloto) e calculada no software WinPepi (PePi for Windows, versão 11.15, Jerusalém, Israel). Foram utilizados média (87,60) e desvio padrão (14,86) da variável limiar de dor por pressão (LDP), assumindo uma diferença de 20% do valor médio basal do LDP. Em um nível de significância de 0,05 e poder de 98%, foi calculado um  $n$  amostral equivalente a 26 sujeitos por grupo. Dessa maneira, propôs-se recrutamento de 78 sujeitos saudáveis.

#### 4.5 Grupos de estudo

Os sujeitos foram aleatoriamente alocados em três distintos grupos de estudo ( $n=27$ , por grupo), assim descritos:

1) CA 1 kHz - Corrente alternada de média frequência em quilohertz (Aussie) ativa: frequência portadora de 1 kHz + duração *burst* de 2ms + frequência *burst* de 50 Hz + intensidade motora ajustada.

2) CA 4 kHz - Corrente alternada de média frequência em quilohertz (Aussie) ativa: frequência portadora de 4 kHz + duração *burst* de 2ms + frequência *burst* de 50 Hz + intensidade motora ajustada.

3) CA Placebo - Corrente alternada de média frequência em quilohertz (Aussie) placebo: foi obtido com o auxílio de um dispositivo externo acoplado ao aparelho emissor da corrente utilizada. Ao acoplar este aparelho à CA, a liberação da corrente era emitida apenas nos primeiros 40 segundos, após o ajuste da intensidade motora. Ao final deste intervalo de tempo, a passagem da corrente era automaticamente cessada (MENDONÇA-ARAÚJO et al., 2016).

Todos os voluntários submetidos à eletroestimulação com a CA receberam intensidade motora durante um período de 20 minutos. Após a aplicação dos eletrodos sobre a pele, a intensidade da corrente foi gradualmente ajustada até que fosse possível visualizar uma contração muscular intensa dos flexores dos dedos. A cada 5 minutos de eletroestimulação, a intensidade motora era reajustada até ser considerada, pelo sujeito, uma sensação forte, porém confortável (PANTALEÃO et al., 2011).

#### **4.6 Variáveis mensuradas**

Após a alocação dos sujeitos nos diferentes grupos de estudo, critérios como o estado de ansiedade e testes sensoriais foram coletados durante a etapa de avaliação.

##### *4.6.1 Estado de ansiedade*

Para avaliar o traço e o estado de ansiedade dos sujeitos, foram utilizados, respectivamente, os inventários IDATE-E e IDATE-T, desenvolvidos por Spielberger et al. (1970), e traduzidos e validados para a língua portuguesa brasileira por Biaggio e Natalício (1977).

A ansiedade-estado se refere a um estado emocional transitório do organismo, caracterizado por sentimentos subjetivos de tensão. Esta escala requer que o participante descreva como se sente no momento em que está sendo avaliado. Já a ansiedade-traço se refere a uma característica constante do indivíduo, um estado em que se encontra, exigindo o questionário que o sujeito responda como geralmente se sente (SPIELBERGER et al., 1970).

Os inventários IDATE-E e IDATE-T são compostos, cada um, por 20 afirmações descritivas de sentimentos pessoais que são graduados pelos sujeitos através de uma escala que varia de um a quatro pontos. O escore final possível para esta escala pode variar de 20 a 80

pontos, considerando-se que os escores mais altos indicam altos estados de ansiedade (ANEXOS B e C).

Em nosso estudo, o IDATE-T e IDATE-E foram utilizados para avaliação do nível de ansiedade no momento pré-intervenção. Desta forma, foi possível analisar o perfil dos sujeitos alocados em cada um dos diferentes grupos analisados.

#### *4.6.2 Limiar de Dor por Pressão*

O limiar de dor por pressão (LDP) foi avaliado por meio de um algômetro de pressão digital (Impac®, Paulínia, SP, Brasil), com área de 1 cm<sup>2</sup>. Uma pressão em N/cm<sup>2</sup> foi realizada na face anterior do terço médio do antebraço e tabaqueira anatômica do membro dominante. Os sujeitos foram instruídos a falar “pare” quando a sensação de pressão claramente se tornasse dolorosa e o valor foi registrado (CHESTERTON et al., 2003; PANTALEÃO et al., 2011). Três medidas foram feitas em cada local pré-estabelecido e a média entre elas foi considerada (figura 1).

#### *4.6.3 Somação temporal (ST)*

A somação temporal é um teste sensorial frequentemente utilizado como indicador de sensibilização central. Esse fenômeno ocorre devido ao aumento da excitabilidade dos neurônios do SNC (STARKWEATHER et al., 2015; STAUD, et al., 2008).

O teste de ST foi realizado utilizando o algômetro de pressão digital (Impac®, Paulínia, SP, Brasil). Uma pressão de 4 kg foi aplicada e mantida distalmente à extremidade da tabaqueira anatômica na linha média do ventre muscular do primeiro interósseo dorsal palmar do membro dominante, durante 30 segundos ininterruptos; em seguida, foram realizadas quatro medições no 1º segundo, 10º segundo, 20º segundo e 30º segundo. Os valores referentes à intensidade de dor foram registrados por meio da escala numérica de 11 pontos (VASE et al. 2011; ROLKE et al. 2006).

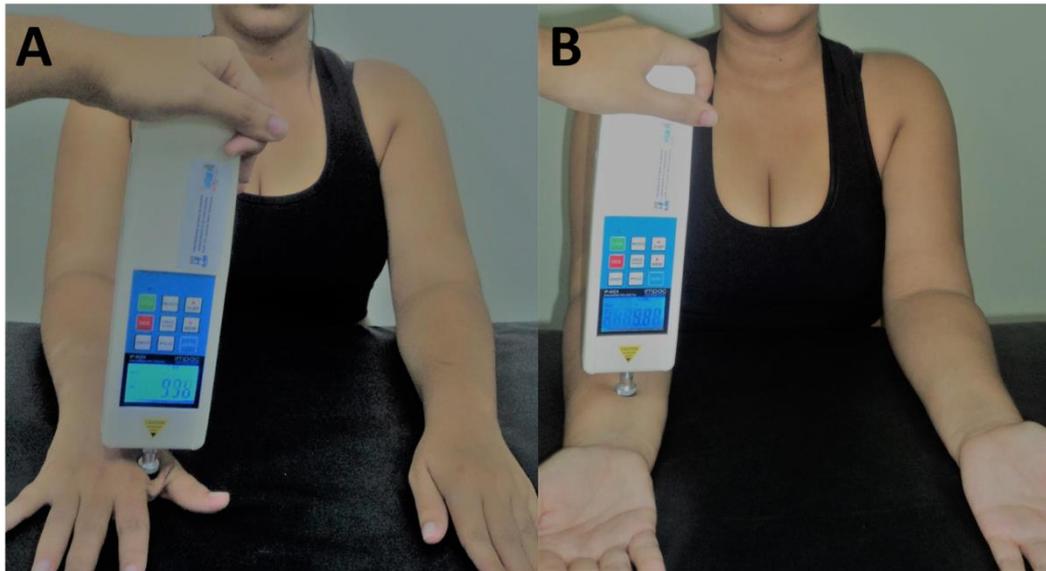


Figura 1. Mensuração do limiar de dor por pressão (LDP). (A) Local 1: o LDP é avaliado 3 cm distalmente à extremidade distal da tabaqueira anatômica na linha média do ventre muscular do primeiro interósseo dorsal palmar. (B) Local 2: o LDP é mensurado na face anterior do antebraço dominante, 7,5 cm proximalmente à prega distal do punho. Fonte: LAPENE.

#### 4.6.4 Modulação condicionada da dor (MCD)

A modulação condicionada da dor é um fenômeno no qual a percepção da dor é modificada por meio da aplicação de um novo estímulo doloroso (YARNITSKY et al., 2010). Este teste é utilizado para medir o funcionamento dos tratos descendentes que controlam e modulam a percepção da dor (STARKWEATHER et al., 2015).

Depois de realizada a mensuração do LDP na face anterior do terço médio do antebraço dominante, uma compressão isquêmica foi feita no membro superior não dominante do indivíduo, por meio de um esfigmomanômetro (PA Med®, Itupeva, SP, Brasil). A borda inferior do aparelho foi posicionada a 3 cm proximalmente à fossa cubital e uma pressão de 270 mmHg foi mantida (ARENDRT-NIELSEN et al, 2010).

No momento em que a pressão foi atingida, questionou-se ao indivíduo sobre a dor sentida na escala numérica de 11 pontos. Quando o sujeito relatou, no mínimo, dor 4, foi feita uma nova mensuração do LDP no antebraço dominante e, em seguida, a compressão através do manguito foi retirada. Após cinco minutos do término desse procedimento, o LDP foi novamente mensurado (ARENDRT-NIELSEN et al., 2010).

Um total de três mensurações (antes, durante e após a isquemia) foram realizadas, sendo considerada a média do LDP obtida em cada momento do teste (figura 2).

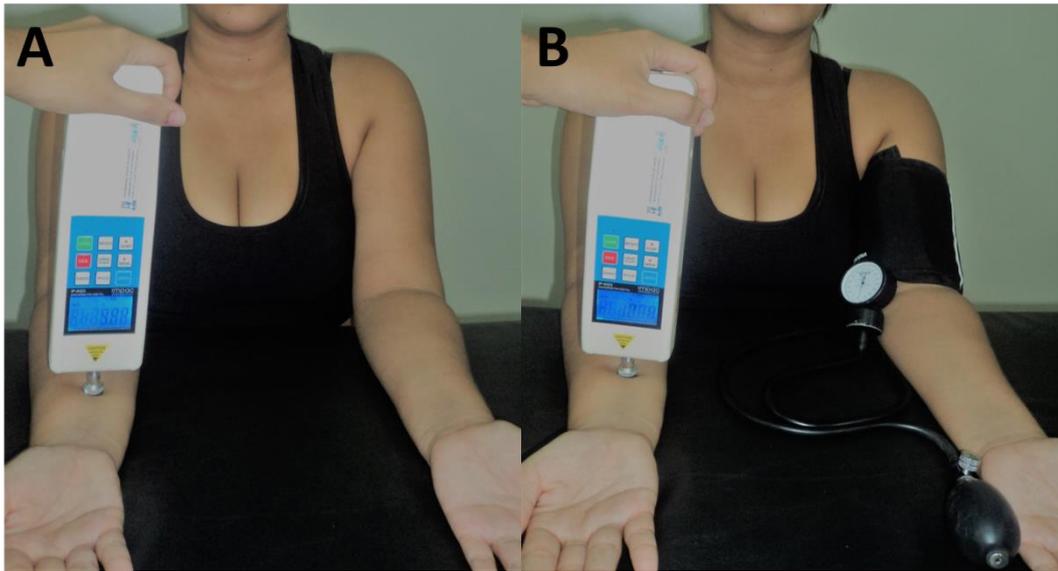


Figura 2. Avaliação da modulação condicionada da dor (MCD). (A) O LDP é mensurado na face anterior do antebraço dominante, 7,5 cm proximalmente à prega distal do punho. (B) Posicionamento do esfigmomanômetro a 3 cm da fossa cubital. Fonte: LAPENE.

#### *4.6.5 Expectativa e conforto com a corrente*

Ao final do protocolo, os sujeitos foram questionados com relação ao conforto durante a eletroestimulação: “Você considera a corrente é agradável/confortável?”, “Quanto, em uma escala de 0 a 10, você considera esta intervenção confortável?”. Os voluntários também foram questionados a respeito de suas expectativas: “Você acha que recebeu um tratamento ativo ou placebo?” E, similarmente, o investigador 2 foi questionado sobre sua expectativa com relação ao grupo de alocação dos sujeitos. Estas respostas foram registradas e usadas para testar a adequação do procedimento de mascaramento referente ao sujeito e ao investigador.

#### **4.7 Protocolo de eletroestimulação**

Concluída a avaliação inicial e mensuração de todas as variáveis, os sujeitos foram randomizados e distribuídos pelo investigador 1 nos três diferentes grupos: 1 kHz, 4 kHz ou placebo (estimulação durante os 40 segundos iniciais).

Todos voluntários foram orientados a assumir postura confortável, posicionando-se em sedestação com membro superior dominante apoiado sobre a mesa. Inicialmente, foi realizada

limpeza antisséptica com álcool 70% em toda a porção anterior do antebraço dominante do sujeito. Em seguida, os eletrodos autoadesivos de silicone (ValuTrode®, Mundelein, IL, EUA), foram alocados na face anterior do antebraço dominante, sendo posicionados ao nível da prega distal do punho e 10 cm proximal à mesma, de cada um dos voluntários deste estudo (figura 3).

A CA (Neurodyn Aussie Sport, Ibramed®, Amparo, SP, Brasil) foi aplicada com frequência de *burst* 50 Hz, duração de *burst* 2 ms, sendo a intensidade motora ajustada e o tempo de intervenção equivalente a 20 minutos. No grupo placebo, foi utilizado um dispositivo externo, que quando acoplado ao aparelho de eletroestimulação, libera passagem de corrente elétrica durante um período curto, equivalente a 40 segundos (MENDONÇA-ARAÚJO et al., 2016).

Os sujeitos alocados neste estudo foram informados que diferentes formas de sensação poderiam ser percebidas na pele, sendo uma leve ou forte sensação de parestesia, a qual poderia ser rápida ou duradoura, a depender do protocolo testado. Além disso, o voluntário foi orientado a evitar interações adicionais com os investigadores durante a coleta de dados, minimizando o risco de vieses no estudo.

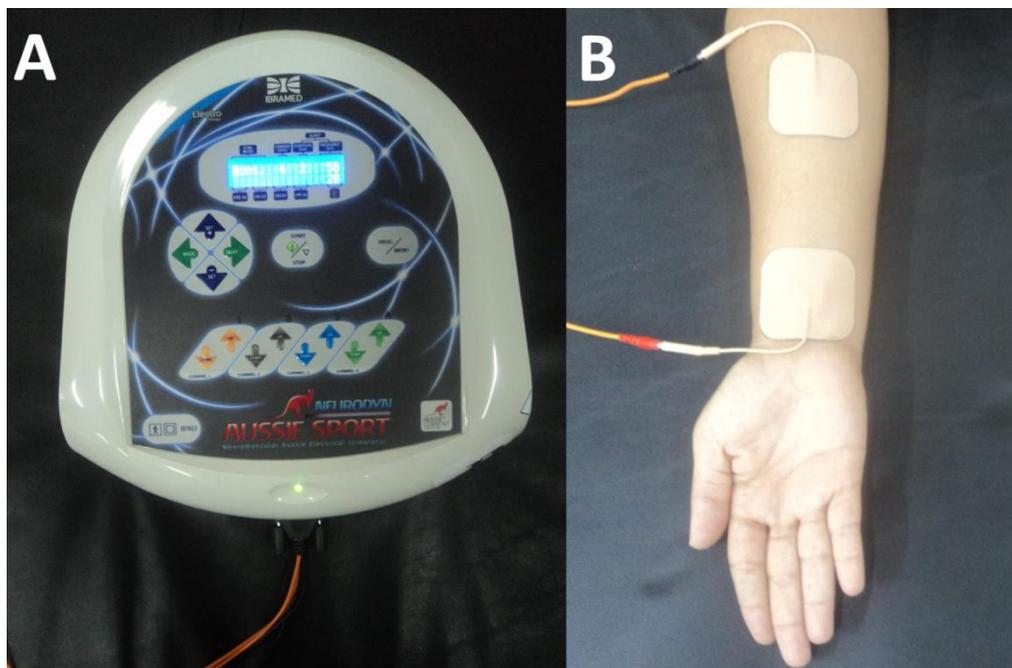


Figura 3. (A) Corrente Alternada de Média frequência em kHz (Aussie); (B) Aplicação da corrente Aussie na face anterior do antebraço dominante, os eletrodos foram posicionados na face medial do antebraço ao nível da prega distal do punho e 10 cm proximal à mesma. Fonte: LAPENE.

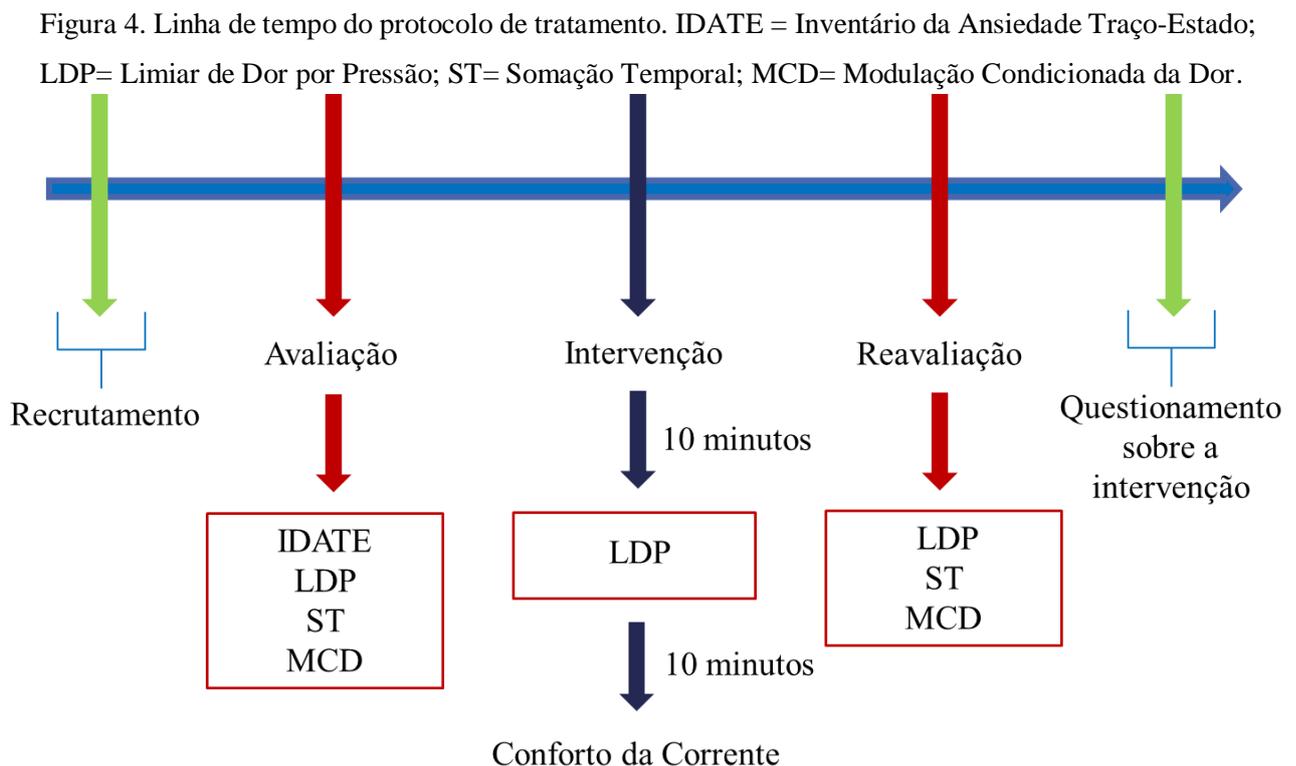
#### 4.8 Delineamento experimental

Inicialmente, todos os sujeitos saudáveis foram randomizados pelo avaliador 1 e criteriosamente alocados em seu respectivo grupo: 1 kHz, 4 kHz e Placebo.

Todos os voluntários foram submetidos a uma avaliação inicial composta por todas as variáveis anteriormente descritas no tópico 4.6, sendo avaliados pelo investigador 2. Em seguida, os sujeitos receberam intervenção com a corrente alternada de média frequência em kHz (ativa ou placebo), por um período total de 20 minutos. Após os 10 primeiros minutos de eletroestimulação, o investigador 2 realizou a mensuração do LDP na face anterior do terço médio do antebraço dominante durante a aplicação da corrente.

Após a eletroestimulação, os sujeitos foram questionados quanto ao conforto da corrente (de 0-10). Em seguida, foram reavaliados pelo investigador 2, por meio das mesmas variáveis iniciais, exceto o estado de ansiedade. Durante todo o procedimento, o investigador 2 permaneceu mascarado quanto à alocação e distribuição dos sujeitos nos diferentes grupos.

O protocolo de intervenção estabelecido foi realizado em todos os sujeitos recrutados conforme a sequência apresentada na figura 4.



#### 4.9 Análise estatística

Os dados coletados neste estudo foram transportados para uma planilha de dados no programa Excel for Windows 2010. Em seguida, foi realizada a análise descritiva dos dados

(média  $\pm$  erro padrão). Posteriormente, todos os dados foram estatisticamente analisados, utilizando o programa SPSS, versão 16.0. Para verificar a normalidade da amostra, foi utilizado o teste Shapiro-Wilk.

Após teste de normalidade, foi utilizado o teste Kruskal Wallis para análise intergrupo de dados não-paramétricos (nível de ansiedade, LDP, amplitude de pulso inicial, intensidade de conforto). Na análise intergrupo da ST e da MCD, foi utilizado o teste ANOVA monocaudal, seguido do post hoc Bonferroni, para medidas paramétricas, e o teste Kruskal Wallis seguido do post hoc de Tukey para não paramétricas. Em relação às análises intragrupo, o LDP, a ST e a MCD foram analisados por meio do teste Friedman seguido pelo post hoc de Tukey para aqueles dados não-paramétricos, e o teste ANOVA para medidas repetidas seguido do post hoc de Bonferroni para os dados paramétricos. Adicionalmente, os testes *t* e Wilcoxon Matched Pairs foram utilizados para medidas pareadas, referentes à comparação pré e pós de cada um dos momentos avaliados nos testes de ST e MCD. O teste Qui-quadrado foi utilizado para análise estatística de medidas categóricas, como a proporção de sexo dos sujeitos entre os grupos.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Caracterização da Amostra

Primeiramente, um total de 83 sujeitos saudáveis foram avaliados para elegibilidade. Dois dos voluntários foram excluídos, pois não respondiam aos critérios de inclusão referentes à idade e conhecimento prévio a respeito da corrente utilizada na intervenção. Assim, 81 voluntários foram randomizados e distribuídos nos grupos 1 kHz, 4 kHz e placebo. Ao final, foram recrutados e analisados 27 sujeitos saudáveis por grupo (figura 5).

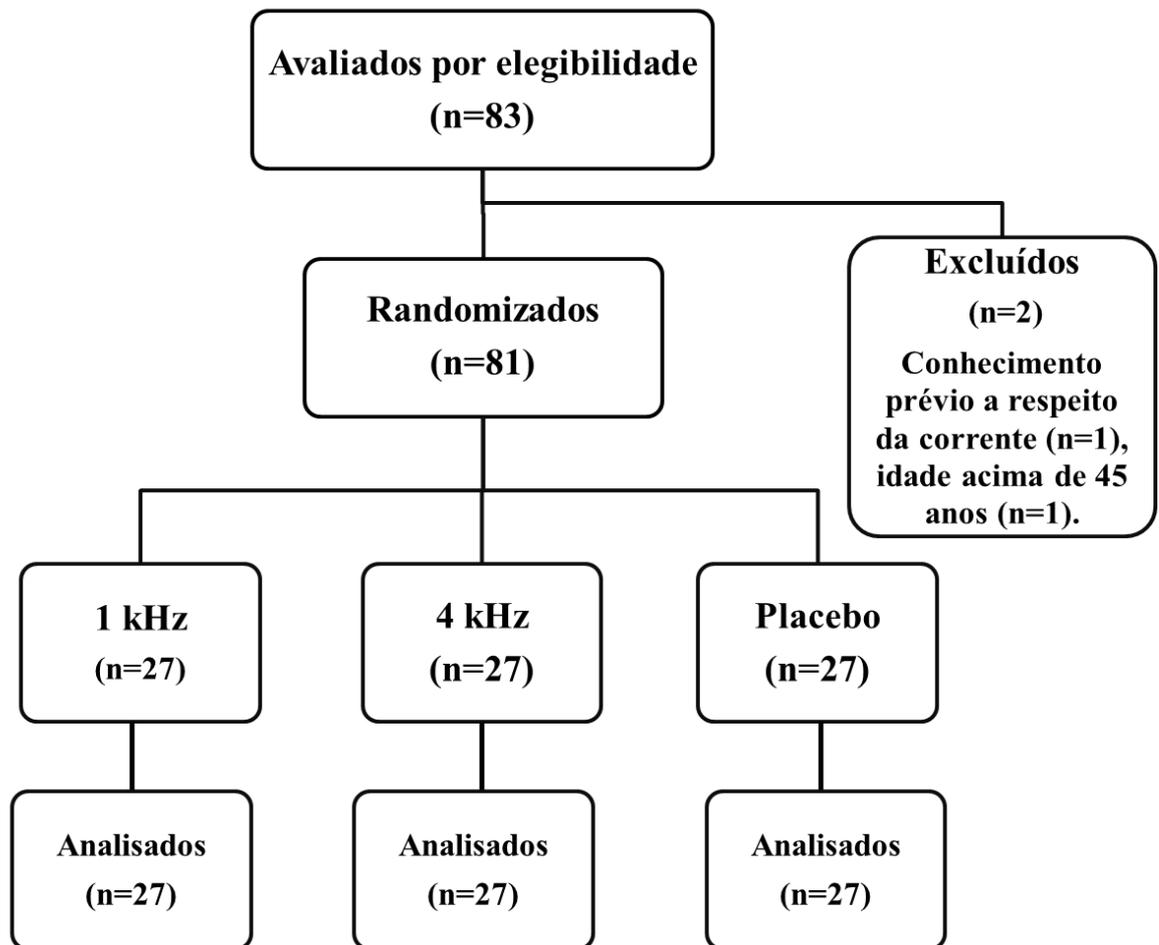


Figura 5. Fluxograma do estudo.

Todos os grupos avaliados neste estudo apresentaram similaridade quanto aos dados demográficos no momento anterior a intervenção. Esses dados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características demográficas da amostra.

<b>Características</b>	<b>Placebo</b> (Média±EPM) <b>n=27</b>	<b>4 kHz</b> (Média±EPM) <b>n=27</b>	<b>1 kHz</b> (Média±EPM) <b>n=27</b>	<b>P</b>
Sexo				
Masculino (n)	13	13	14	0,97 <sup>a</sup>
Feminino (n)	14	14	13	0,97 <sup>a</sup>
Idade (anos)	24,78 ± 0,97	24,07 ± 0,98	24,81 ± 1,28	0,84 <sup>b</sup>
Peso (kg)	65,75 ± 2,42	71,74 ± 3,81	66,37 ± 2,77	0,62 <sup>b</sup>
Altura (m)	1,69 ± 0,02	1,69 ± 0,01	1,69 ± 0,02	0,95 <sup>c</sup>
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,01 ± 0,74	24,68 ± 0,96	23,24 ± 0,88	0,43 <sup>b</sup>

EPM: erro padrão da média. n: número de sujeitos. IMC: índice de massa corpórea.<sup>a</sup> Teste Qui-quadrado, <sup>b</sup> Teste Kruskal Wallis seguido pelo teste Tukey e <sup>c</sup> Teste ANOVA para medidas independentes seguido pelo teste Bonferroni.

## 5.2 Estado de Ansiedade

Não houve diferença estatisticamente significativa com relação à ansiedade, sejam elas, traço ou estado, durante a análise intergrupos (CA placebo ou ativa de 4 kHz e 1 kHz), no momento pré-intervenção (figura 6).

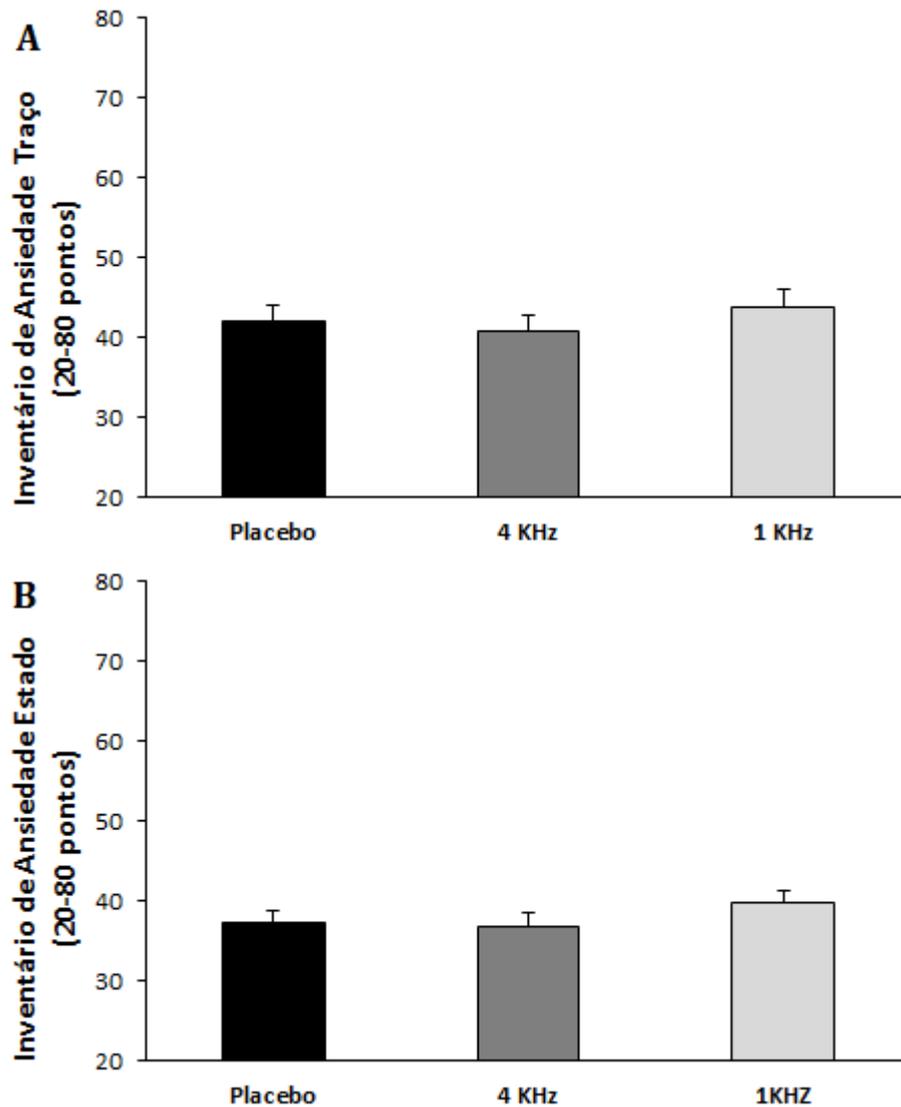


Figura 6. Escore de ansiedade avaliado por meio do (A) Inventário de Ansiedade Traço (IDATE-T) e (B) Inventário de Ansiedade Estado (IDATE-E) no momento pré-intervenção com eletroestimulação CA placebo ou ativa de 4 kHz, 1 kHz. Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p > 0,05$ ).

### 5.3 Limiar de dor por pressão (LDP)

Em relação ao LDP, não houve diferença estatisticamente significativa nos grupos de intervenção CA placebo e ativa (4 kHz e 1 kHz) avaliados nos momentos durante e pós eletroestimulação em relação ao momento pré-intervenção, tanto na região de tabaqueira anatômica, quanto em antebraço (figura 7).

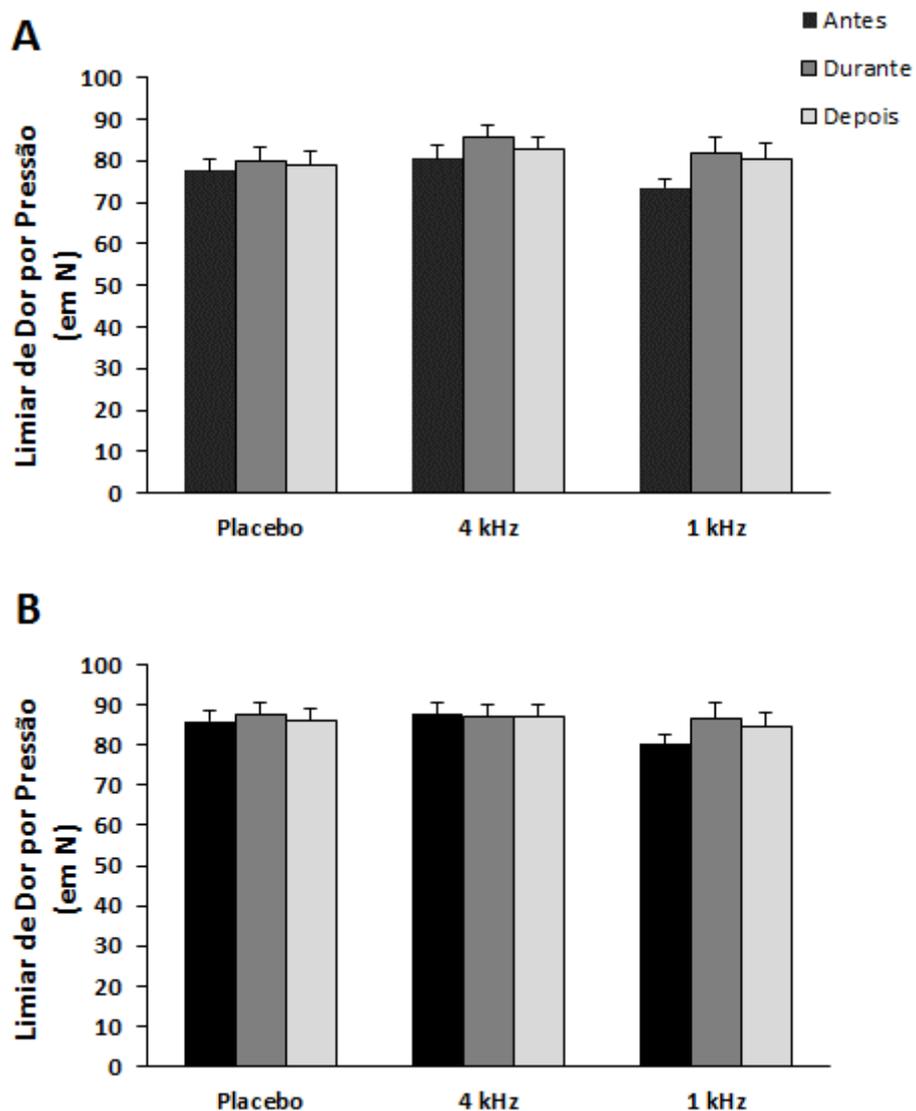


Figura 7. Limiar de Dor por Pressão, em N, medido na (A) tabaqueira da mão e no (B) antebraço antes, durante e após aplicação de CA placebo ou ativa de 4 kHz e 1 kHz. Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão. Não houve diferença significativa entre os grupos quando comparado os três momentos de avaliação. Teste Friedman e ANOVA monocaudal para medidas pareadas e Kruskal Wallis para medidas independentes ( $p > 0,05$ ).

#### 5.4 Somação temporal

Na somação temporal, a amplificação da dor, com o decorrer do tempo esteve presente, em todos os grupos avaliados, nos momentos pré e pós-intervenção ( $p=0,0001$ ). Após o término da intervenção, o grupo placebo não apresentou diferença estatisticamente significativa em nenhum dos momentos avaliados ( $p>0,05$ ), em relação aos valores pré-intervenção. Já no grupo ativo, CA 4 kHz, apresentou redução estatisticamente significativa da amplificação da dor, verificada pela redução significativa da intensidade de dor percebida, nos momentos: 10 segundos ( $p=0,02$ ), 20 segundos ( $p=0,01$ ) e 30 segundos ( $p=0,001$ ). O grupo ativo CA 1 kHz, por sua vez, apresentou redução significativa da intensidade de dor, em apenas um dos momentos avaliados: 30 segundos ( $p=0,01$ ) (figura 8).

#### 5.5 Modulação condicionada da dor

O mecanismo de modulação esteve presente em todos os grupos avaliados, no momento pré e pós-intervenção (no grupo placebo pré-intervenção, 0,004, e pós-intervenção, 0,0001; grupo ativo 4 kHz pré-intervenção, 0,002, e pós-intervenção 0,001; grupo ativo 1 kHz pré-intervenção, 0,0001, e pós-intervenção, 0,0001). No grupo placebo, houve redução significativa do LDP, apenas no momento de isquemia induzida, em relação ao momento pré-intervenção, sendo  $p=0,01$ . Nos grupos ativos (4 kHz e 1 kHz), por sua vez, não houve diferença significativa do limiar de dor por pressão (LDP), nos momentos antes, durante e após estímulo isquêmica, em relação ao momento pré-intervenção ( $p>0,05$ ) (figura 9).

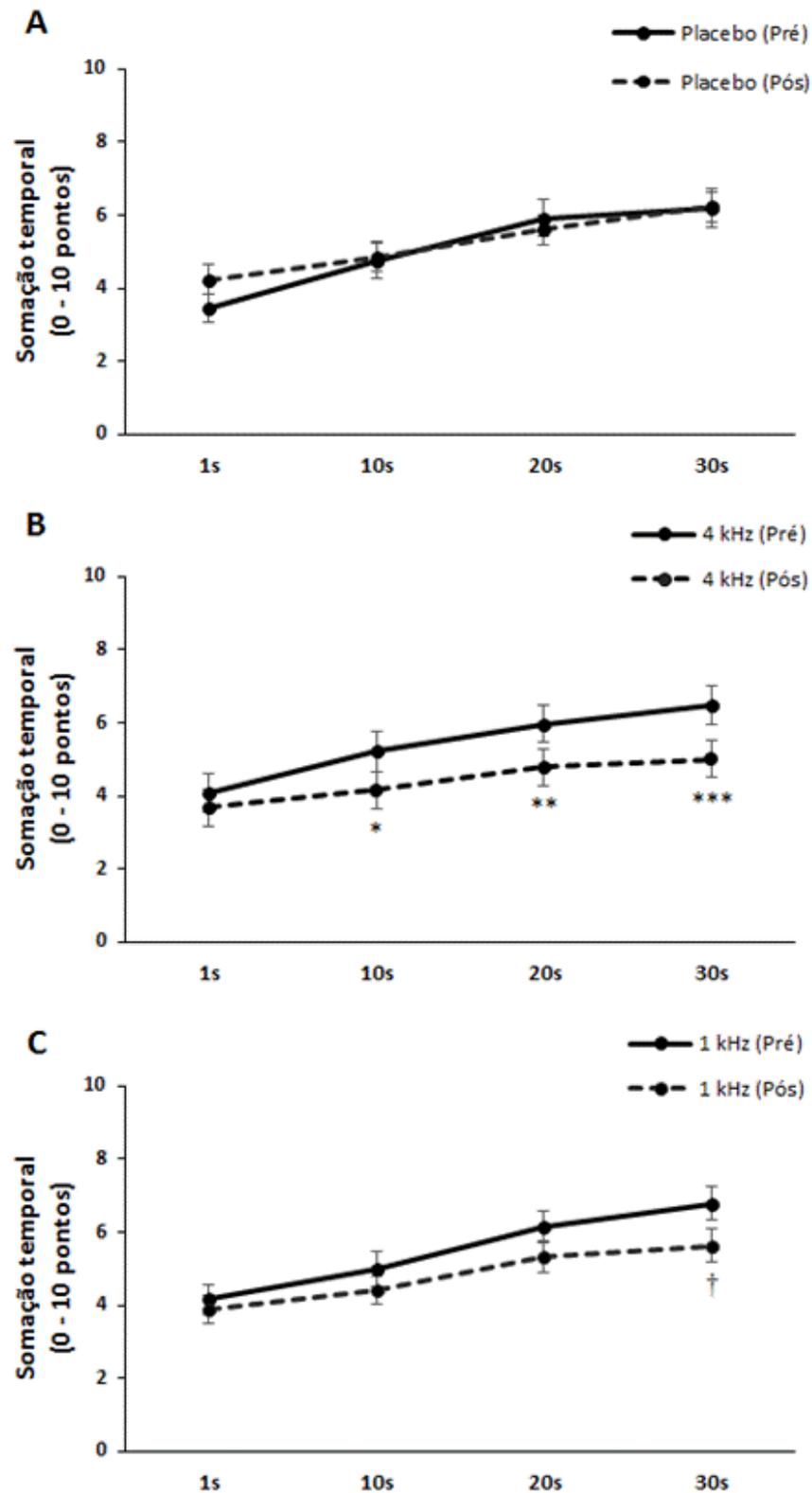


Figura 8. Amplificação da dor em tempos sequenciais (1", 10", 20", 30") durante a medida de somação temporal, em sujeitos saudáveis, nos três grupos de intervenção (A) Placebo, (B) Ativo 4 kHz, (C) Ativo 1 kHz. Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão da média. Teste t para medidas pareadas \* $p=0,02$ , \*\* $p=0,01$ , † $p=0,01$  (em relação ao primeiro segundo). Teste Wilcoxon Matched Pairs \*\*\* $p=0,001$  (em relação ao primeiro segundo).

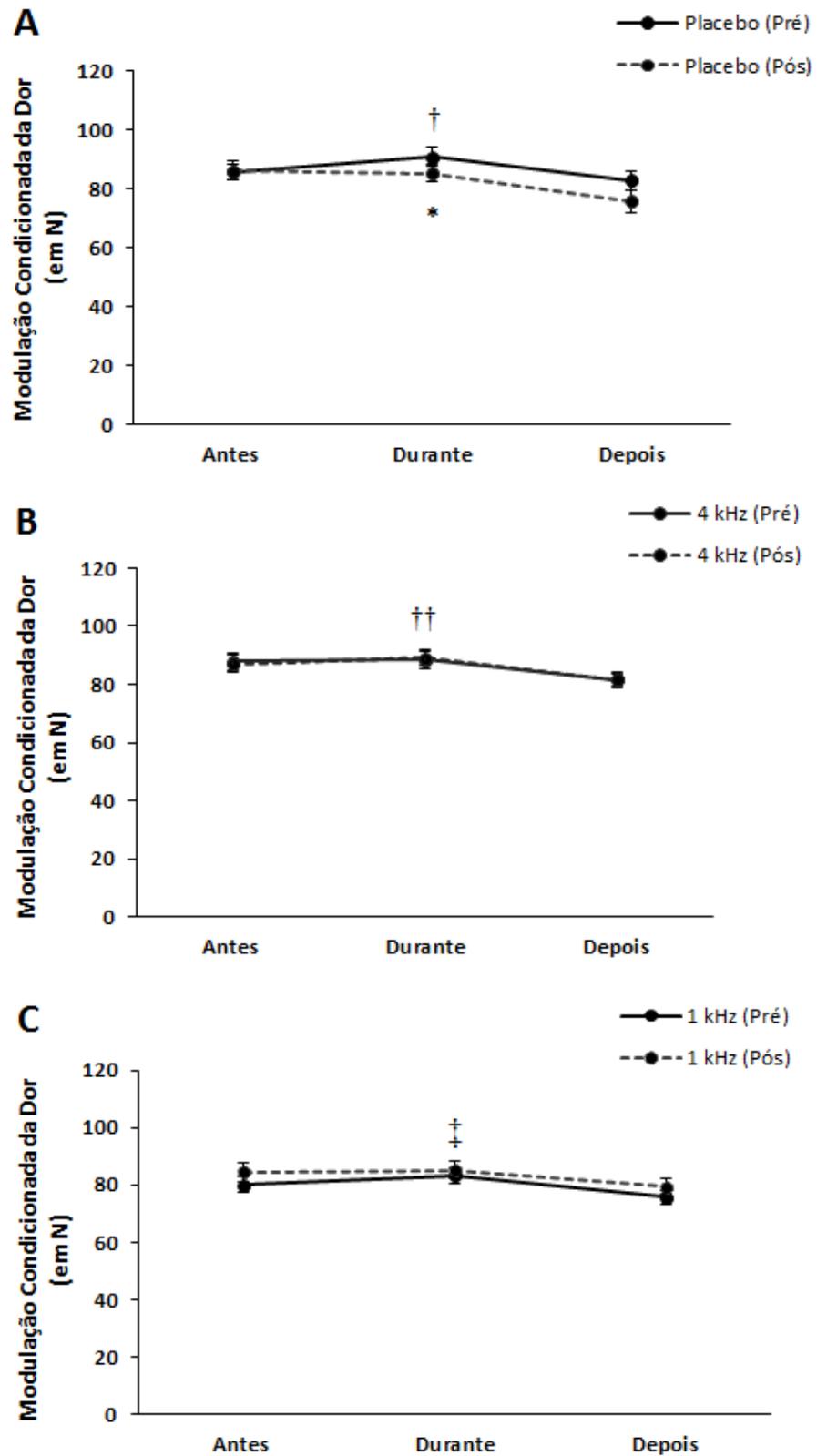


Figura 9. Limiar de dor por pressão, em N, na Modulação Condicionada da Dor (MCD) de sujeitos saudáveis, nos três grupos de intervenção. (A) Placebo, (B) Ativo 4 kHz, (C) Ativo 1 kHz. Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão da média. Teste t para medidas pareadas \* $p=0,01$  (em relação à avaliação inicial). Teste Anova monocaudal † $p=0,0001$ , †† $p=0,001$ . Teste Friedman ‡ $p=0,0001$  (mecanismo de modulação).

### 5.6 Amplitude de pulso inicial da corrente

A amplitude de pulso inicial nos grupos placebo e CA ativa de 4 kHz foram semelhantes, não havendo diferença significativa entre esses grupos ( $p>0,05$ ). Em contrapartida, ao comparar a corrente CA ativa de 1 kHz à corrente placebo, encontrou-se diferença significativamente menor ( $p=0,0001$ ) (Figura 10).

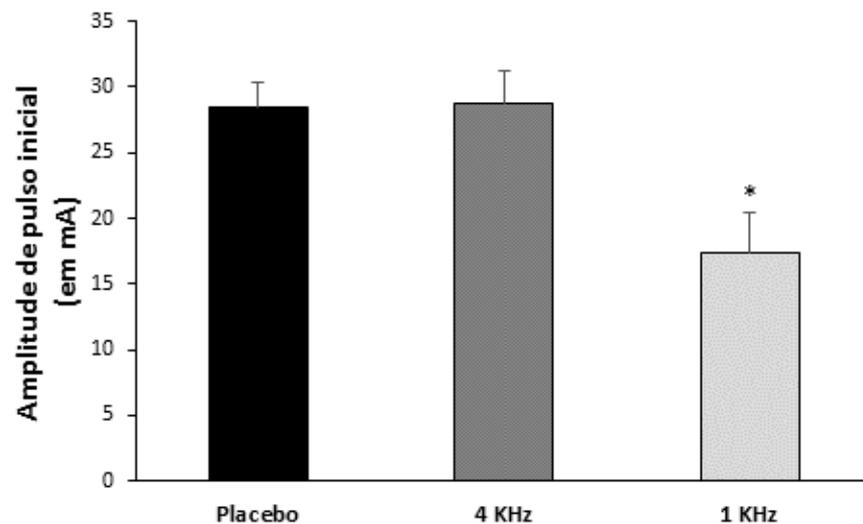


Figura 10. Amplitude de pulso inicial (mA) nos grupos CA placebo, ativa de 4 kHz e 1 kHz. Não houve diferença significativa entre os grupos placebo e ativo 4 kHz. Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão. Teste Kruskal Wallis para medidas independentes,  $*p=0,0001$ , em relação aos grupos placebo e CA 4 kHz.

### 5.7 Intensidade de conforto da corrente

Ao comparar a intensidade de conforto dos grupos ativos com frequência de 1 kHz ( $6,33\pm 0,53$ ) e 4 kHz ( $6,14\pm 0,50$ ), não foi encontrada diferença estatisticamente significativa ( $p>0,05$ ). No entanto, ao comparar o nível de conforto durante a intervenção placebo com a CA de 1 kHz e 4 kHz, os resultados foram significativamente menores nas correntes ativas, sendo, respectivamente,  $p=0,006$  e  $p=0,001$  (figura 11).

Todos os sujeitos alocados no grupo placebo relataram que esta forma de eletroestimulação é confortável e se mostraram satisfeitos com a mesma. No grupo CA 1 kHz, uma porcentagem de, aproximadamente, 66,7% dos voluntários consideraram a intervenção confortável. Já no grupo CA 4 kHz, cerca de 74,08% dos sujeitos relataram conforto com esta forma de eletroestimulação.

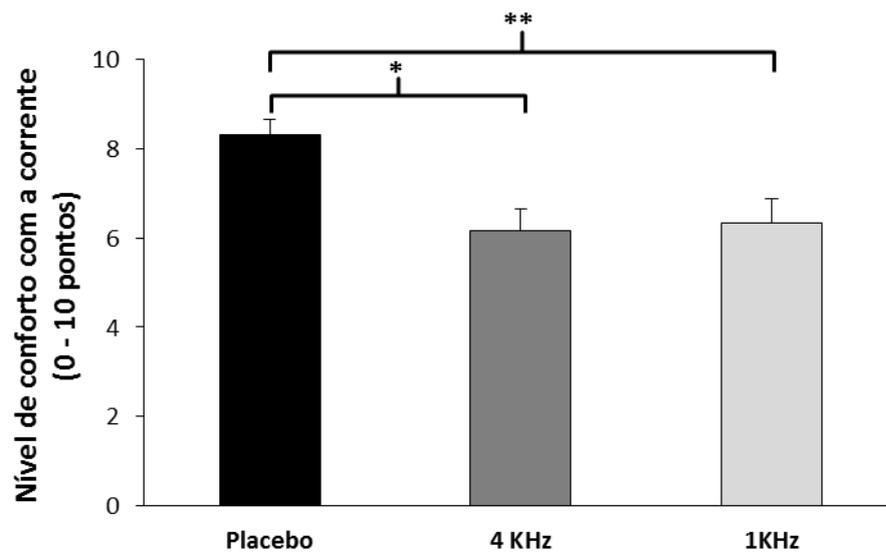


Figura 11. Intensidade de conforto com a corrente (0-10 pontos) nos grupos CA placebo, 4 kHz e 1 kHz. Não houve diferença significativa entre os grupos ativos (4 kHz e 1 kHz). Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão. Teste Kruskal Wallis para medidas independentes \* $p=0,001$ , \*\* $p=0,006$ .

#### 5.8 Nível de Mascaramento do Sujeito (%)

Não houve diferença estatisticamente significativa com relação à porcentagem de acerto do julgamento do sujeito com relação à intervenção recebida, como CA ativa ou placebo. No grupo CA placebo, uma porcentagem de 59,26% dos sujeitos acreditavam ter recebido uma intervenção ativa e, aproximadamente, 40,74% consideraram que a eletroestimulação era realmente placebo. Já no grupo CA ativa (4 kHz), o número de acertos referente aos sujeitos que receberam esta intervenção foi equivalente a 88,90% e número de erros 11,1%. No grupo que recebeu a intervenção CA ativa (1 kHz), 85,19% dos participantes acreditavam ter recebido uma intervenção ativa e 14,91% consideraram que a eletroestimulação era placebo (figura 12).

#### 5.9 Nível de Mascaramento do Investigador (%)

A porcentagem de acertos, por meio do investigador, com relação à forma de intervenção recebida pelos sujeitos, no grupo CA placebo, foi equivalente a 18,52%. Além disso, em 81,48% dos casos o investigador considerou que a intervenção recebida pelos voluntários, do grupo CA placebo, era ativa. Já no grupo CA ativa (4 kHz) a porcentagem de acerto foi de 81,48% e no grupo CA ativa (1 kHz) de 62,96% (figura 13).

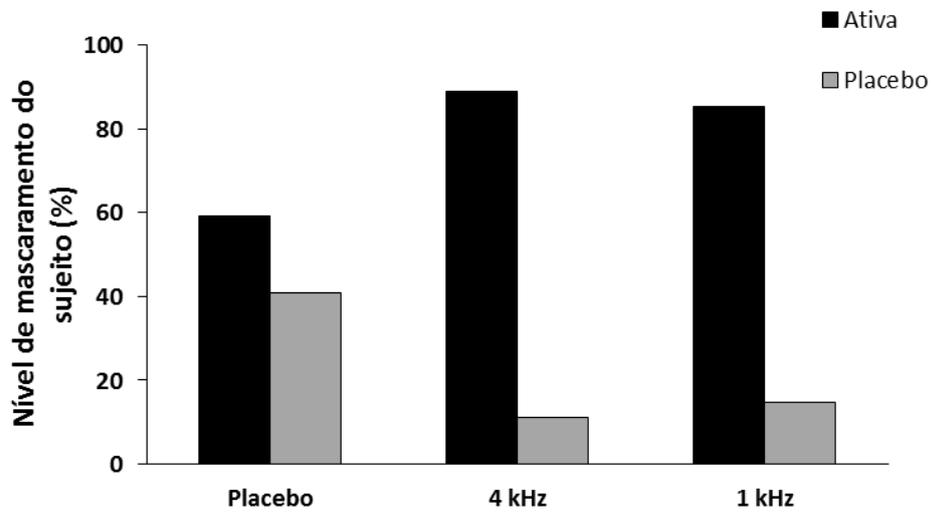


Figura 12. Porcentagem (%) de acerto do julgamento do sujeito com relação ao tipo de intervenção recebida. Indicação dos sujeitos, alocados nos diferentes grupos de estudo, de que estariam recebendo tratamento placebo ou ativo (4 kHz ou 1 kHz). Dados apresentados em frequência absoluta e porcentagem.

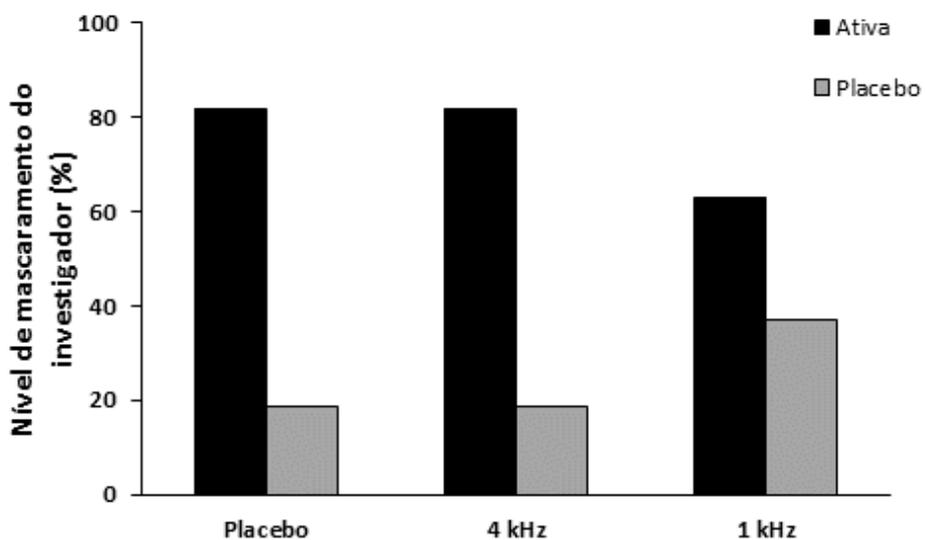


Figura 13. Porcentagem (%) de acerto e erros do julgamento do investigador com relação ao tipo de intervenção recebida. Indicação do investigador com relação ao tipo de intervenção (placebo ou ativa) recebida pelos sujeitos alocados nos diferentes grupos de estudo. Dados apresentados em frequência absoluta e porcentagem.

## 6 DISCUSSÃO

O presente estudo mostrou que a CA, quando aplicada em frequências de 4 e 1 kHz, apresenta efeito direto no mecanismo da dor. Apesar de não terem sido encontradas alterações significativas na variável de LDP, os resultados referentes à somação temporal e modulação condicionada da dor mostram que essa corrente apresenta propriedade hipoalgésica, principalmente, quando aplicada com frequência ajustada em 4 kHz. Alguns estudos iniciais (WARD et al., 2002; WARD e OLIVER, 2007; WARD et al., 2009) evidenciaram o efeito hipoalgésico dessa corrente, no entanto, há escassez de ensaios clínicos randomizados que comprovem esse efeito. Além disso, esse foi o primeiro estudo a investigar os efeitos da CA utilizando a intensidade motora ajustada, para fins analgésicos.

O IDATE é um instrumento extensivamente utilizado para avaliar o estado e o traço de ansiedade dos sujeitos. Indivíduos que têm altos níveis de traço de ansiedade apresentam elevação do estado de ansiedade mais frequentemente. Este aumento ocorre nas mais diversas situações, principalmente, nas interpretadas como ameaçadoras e perigosas como, por exemplo, a dor. Durante a avaliação desta variável, é possível detectar sentimentos de tensão, nervosismo, preocupação e apreensão com maior clareza (BIÁGIO & NATALÍCIO, 1977). No presente estudo, o estado e o traço de ansiedade avaliados no momento pré-intervenção não diferiram entre os grupos, mostrando homogeneidade entre eles. Sendo assim, é possível afirmar que os resultados encontrados neste estudo não foram influenciados pelo nível de ansiedade dos participantes.

Nossos achados mostraram que a CA, não foi capaz de alterar o LDP dos sujeitos saudáveis nos pontos avaliados em antebraço e tabaqueira em nenhum dos grupos analisados. Estudos prévios realizados com outras formas de eletroestimulação, tais como TENS e CI, descrevem a influência destas correntes no LDP (CHESTERTON et al., 2003; PANTALEÃO et al., 2011; RAKEL et al., 2010). Pantaleão et al. (2011) mostraram que a TENS, corrente pulsada de baixa frequência, promove hipoalgesia primária (antebraço) e secundária (tabaqueira) em sujeitos saudáveis. Contrariando nossos resultados, Ward et al. (2009), em ensaio crossover com 20 voluntários saudáveis, consideraram que a CA e a TENS apresentam efeito hipoalgésico promovendo aumento do limiar de dor por pressão.

Similarmente aos nossos achados, Chesterton et al. (2012), em ensaio clínico randomizado, utilizaram, como variável de avaliação, o LDP, e aplicaram a CI em sujeitos saudáveis. Esta variável foi avaliada na região de tabaqueira do membro dominante e não

dominante (medidas segmentares) e sobre o músculo tibial anterior (medida extrasegmentar). Neste estudo, foi realizada uma série de combinações de parâmetros da CI com o objetivo de investigar o efeito hipotalgésico desta corrente. Os resultados mostraram que as combinações de parâmetros da CI não foram capazes de afetar o LDP de voluntários saudáveis.

O LDP é uma variável de indução da dor que apresenta efeito transitório, comumente avaliado por meio da algometria (CHESTERTON et al., 2012). Evidências científicas da neurobiologia da dor sugerem que a sensação dolorosa induzida pelo algômetro de pressão pode ativar tecidos nociceptivos aferentes (KOSEK et al., 1999; TREEDE et al., 2002). No entanto, esta ativação depende de fatores como intensidade de força aplicada e tamanho da extremidade do aparelho. Ainda não é claro como a algometria influencia o LDP, bem como, se sua resposta é gerada em função da pele, dos tecidos profundos ou ambos (KOSEK et al., 1999; TREEDE et al., 2002; CHESTERTON et al., 2012). Também não se sabe em que nível os nociceptores dos tecidos cutâneos e profundos contribuem para o LDP (CHESTERTON et al., 2012). Sendo assim, é possível que alguns destes fatores tenham influenciado os nossos resultados de LDP.

A somação temporal é um teste quantitativo sensorial utilizado como indicador de sensibilização central (STAUD, et al., 2008). Esta sensibilização está diretamente relacionada à progressão de condições algicas agudas e crônicas. A inibição desta sensibilização pode ser útil na prevenção de condições clínicas que envolvam a dor musculoesquelética (BISHOP et al., 2011; KOUTYN; KNALF; BRELLENTY, 2013). Nossos achados mostram que a amplificação da intensidade de dor percebida, avaliada durante o teste de somação temporal, reduziu consideravelmente após a aplicação da CA apenas nos grupos estimulados com CA ativa. A redução da percepção da dor durante o fenômeno de somação temporal indica uma inibição da sensibilização central e da excitabilidade do SNC em resposta a um estímulo. Desta forma, sugere-se que a CA (1 e 4 kHz) apresenta propriedades analgésicas, tendo uma possível ação inibitória da nocicepção no SNC.

A MCD tem sido vastamente utilizada em ensaios clínicos com seres humanos como medida da função dos tratos descendentes que controlam e modulam a percepção da dor (STARKWEATHER et al., 2015; VAN WIJK e VELDHUIJZEN, 2010). Estudos revelam que a MCD, quando avaliada durante a intervenção com outras formas de eletroestimulação, é capaz de aumentar o limiar de percepção da dor (DAILEY et al., 2013). Em nosso estudo, a MCD, por sua vez, foi avaliada apenas nos momentos pré e pós-intervenção, não sendo investigada no momento da eletroestimulação. Nossos resultados mostram que o mecanismo de modulação da dor foi ativado em todos os grupos. No entanto, no grupo placebo foi observada redução do

limiar de dor por pressão durante isquemia. Acredita-se que o uso da CA favoreceu a manutenção do LDP durante a isquemia, impedindo sua redução após intervenção com CA ativa nas diferentes frequências.

O presente estudo foi o primeiro a avaliar o efeito hipoalgésico da corrente Aussie protocolando a intensidade de eletroestimulação em nível motor ajustado. A estimulação elétrica tem sido amplamente utilizada nos mais diversos tipos de intensidade, sendo elas, sensorial, motora fixa e motora ajustada. Estudos revelam que a eletroestimulação, quando aplicada em intensidade motora e motora ajustada, potencializa o efeito hipoalgésico da TENS (CHESTERTON et al., 2002; RAKEL et al., 2010; PANTALEÃO et al., 2011; LIMA et al., 2014). Este fenômeno pode ser explicado pela ativação de um maior número de fibras aferentes de grande diâmetro, bem como, pela liberação de neurotransmissores no SNC por um período mais prolongado (PANTALEÃO et al., 2011). Pouco se sabe sobre o efeito hipoalgésico da CA, no entanto, sugere-se que, assim como na TENS, o ajuste da intensidade da corrente em limiar motor ajustado potencialize o seu efeito hipoalgésico.

O nível de conforto produzido pela corrente tem sido vastamente estudado nas mais diversas formas de eletroestimulação. Estudos revelam que correntes com maior frequência de estimulação são consideradas mais confortáveis pelos sujeitos. Ward et al. (2004) revelaram que frequências entre 4 e 5 kHz produzem menor desconforto. Similarmente, outro estudo que utilizou a CI, evidenciou que sujeitos estimulados com frequência de 1 e 2 kHz relataram mais desconforto em comparação a frequências mais altas (8 e 10 kHz) utilizadas (VENANCIO et al., 2013). Em nosso estudo, o julgamento dos sujeitos quanto à intensidade de conforto produzido pelas frequências de 1 e 4 kHz foi similar. Apesar disso, a CA foi mais tolerada no grupo tratado com frequência de 4 kHz, considerando que foi possível maior ajuste de amplitude de pulso que no grupo estimulado com frequência de 1 kHz.

Em nosso estudo, foi avaliada a qualidade da investigação cega, tanto para o sujeito quanto para o investigador. Nossos resultados mostram sucesso no mascaramento deste estudo, visto que, no grupo placebo, foi possível verificar o grau de mascaramento de quase 60% dos sujeitos, apesar da eletroestimulação durar apenas 40 segundos (MENDONÇA-ARAÚJO et al., 2016). No grupo ativo, a maioria dos sujeitos identificaram corretamente o tipo de intervenção recebida. Isto pode ser justificado pela intensidade de estimulação padronizada neste estudo, pois a contração motora é claramente perceptível durante a eletroestimulação (RAKEL et al., 2010). O mascaramento do investigador também foi considerado efetivo e verdadeiro, uma vez que, no grupo placebo, a porcentagem de acertos foi equivalente a aproximadamente 20%.

Apesar das evidências encontradas em nosso estudo referentes ao potencial hipoalgésico da CA, mais estudos são necessários para entender de forma aprofundada os mecanismos de ação da mesma. Visto que o presente estudo não propôs a análise do mecanismo de ação desta corrente, não temos como afirmar qual a provável via a ser ativada por esta intervenção. Contudo, podemos enfatizar o seu potencial hipoalgésico, bem como, sua ação inibitória em nível de SNC em indivíduos saudáveis. Além disso, também se faz necessário o estudo desta corrente alternada em condições clínicas que envolvam a dor, sendo possível, desta forma, avaliar seus efeitos nas mais diferentes condições dolorosas sejam elas crônicas ou agudas.

## **7 CONCLUSÃO**

De acordo com os resultados encontrados neste estudo, é possível afirmar que a corrente Aussie, principalmente, quando utilizada com frequência equivalente a 4 kHz, apresenta resultados hipoalgésicos. Apesar desta corrente não se mostrar capaz de aumentar o limiar de dor por pressão em indivíduos saudáveis, a mesma teve influência sobre o fenômeno de somação temporal e modulação condicionada da dor. Desta forma, sugere-se que a corrente Aussie (1 e 4 kHz) apresenta propriedades analgésicas tendo possível ação inibitória a nível de SNC.

## REFERÊNCIAS

ABRAM, S.; REYNOLD, A.; CUSICK, J. Failure of naloxone to reverse analgesia from transcutaneous electrical stimulation in patients with chronic pain. **Anesth Analg**, v. 60, p. 81–84, 1981.

AINSWORTH, L. et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation (tens) reduces chronic hiperalgesia induced by muscle inflammation. **Pain**, v. 120, p. 182-187, 2006.

ARENDT-NIELSEN et al. Sensitization in patients with painful knee osteoarthritis. **Pain**, v. 149, p. 573–581, 2010.

BIAGGIO, A.; NATALICIO, L.F; SPIELBERGER, C.D. Desenvolvimento da forma experimental em português do Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE) de Spielberger. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, v. 19, n. 3, p. 31-44, 1977.

BISHOP, M. D.; BENECIUCK, J. M.; GEORGE, S. Z. Immediate reduction in temporal sensory summation after thoracic spinal manipulation. **Spine J**, v. 11, p. 440–446, 2011.

CHEING, G. L.; SO, E. M.; CHAO, C. Y. Effectiveness of electroacupuncture and interferential electrotherapy in the management of frozen shoulder. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 40, n. 3, p. 166-70, 2008.

CHESTERTON, L. S. et al. Sensory stimulation (TENS): Effects of parameter manipulation on mechanical pain thresholds in healthy human subjects. **Pain**, v. 99, p. 253-262, 2002.

CHESTERTON, L. S. et al. Effects of TENS frequency, intensity and stimulation site parameter manipulation on pressure pain thresholds in healthy human subjects. **Pain**, v. 106, p. 73–80, 2003.

CHESTERTON, L. S. et al. Effects of interferential therapy parameter combinations upon experimentally induced pain in pain-free participants: a randomized controlled trial. **Physical Therapy**, p. 911, 2012.

DAILEY, D. L. et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation reduces pain, fatigue and hyperalgesia while restoring central inhibition in primary fibromyalgia. **Pain**, v. 154, n. 11, p. 2554-2562, 2013.

DESANTANA, J. M. et al. Effectiveness of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Treatment of Hyperalgesia and Pain. **Curr Rheumatol Rep**, n. 10, v. 6, p.492–499, 2008.

FACCI, L. M. et al. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential currents (IFC) in patients with nonspecific chronic low back pain: randomized clinical trial. **Medical Journal**, v. 129, n. 4, p. 206-216, 2011.

GOATS, G. C. Interferential current therapy. **British Journal of Sports Medicine**, v. 24, p.87-92, 1990.

GILDEMEISTER M. Investigation of the working of middle frequency current on man. **Pflugers Arch**, v. 247, p. 366-404, 1944.

GILDEMEISTER M. [On the theory of electrical stimulation. V. Polarization by alternating current] [German]. **Ber Sachs Ges Wiss**, v. 81, p. 303-13, 1930.

GUNDOG, M. et al. Interferential current therapy in patients with knee osteoarthritis comparison of the effectiveness of different amplitude-modulated frequencies. **American Journal of Physical and Medicine and Rehabilitation**, v. 91, n. 2, p.107-113, 2012.

HARMAN, K. et al. Physiotherapy and low back pain in the injured worker: an examination of current practice during the subacute phase of healing. **Physiotherapy Canada**, v. 61, n. 2, p. 88-106, 2009.

HARTRICK, CT.; KOVAN, JP.; SHAPIRO, S. The numeric rating scale for clinical pain measurement: a ratio measure?. **Pain Practice**, v. 3, n. 4, p. 310-316, 2003.

HERRERO, J. F.; LAIRD, J. M.; LOPEZ-GARCÍA, J. A. Wind-up of spinal cord neurons and pain sensation: much ado about something? **Progress in Neurobiology**, v. 61, n.2, p. 169-203, 2000.

JARIT, G. J. et al. The effects of home interferential therapy on post-operative pain, edema and range of motion of the knee. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 13, n. 1, p. 16-20, 2003.

JORGE, S. et al. Interferential therapy produces antinociception during application in various models of inflammatory pain. **Physical Therapy**, v. 86, n. 6, p. 800-808, 2006.

JOHNSON, M. The clinical effectiveness of TENS in Pain Management. **Crit Rev Phys Rehabil Med**, v. 12, p.131-49, 2000.

JOHNSON, M. I.; TABASAM G. A single-blind investigation into the hypoalgesic effects of different swing patterns of interferential currents on cold-induced pain in healthy volunteers. **Arch Phys Med Rehabil**. v. 84, p. 350-7, 2003.

KHADILKAR, A.; ODEBIYI, D. O.; BROSSEAU, L.; WELLS, G. A. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) versus placebo for chronic low-back pain. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 4, 2008.

KOLTYN, K. F.; KNAUF, M. T.; BRELLENTHIN, A. G. Temporal summation of heat pain modulated by isometric exercise. **Eur J Pain**, v. 17, n. 7, p. 1005-1011.

KOSEK, E.; EKHOLM, J.; HANSSON, P. Pressure pain thresholds in different tissues in one body region: the influence of skin sensitivity in pressure algometry. **Scand J Rehabil Med**, v. 31, p. 89-93, 1999.

KOTS, Y. M. Electrostimulation (Canadian-Soviet exchange symposium on electrostimulation of skeletal muscles, p. 6–15, 1977). Quoted in: KRAMER, J.; MENDRYK, S.W. Electrical stimulation as a strength improvement technique. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 4, p. 91–98, 1982.

LIMA, L. V. et al. Associating high intensity and modulated frequency of TENS delays analgesic tolerance in rats. **Eur J Pain**, v.19, n. 3, p. 369-76, 2015.

MCMANUS, F. J.; WARD, A. R.; ROBERTSON, V. J. The analgesic effects of interferential therapy on two experimental pain models: cold and mechanically induced pain. **Physiotherapy**, v. 92, p. 95-102, 2006.

MENDONÇA-ARAÚJO, F. et al. Validation of a New Placebo Interferential Current Method: A New Placebo Method of Electrostimulation. **Pain Medicine**, p. 1-9, 2016.

NEMEC, H. Interferential therapy: approach in physical medicine. **British Journal of Physiotherapy**, v. 12, p. 9-12, 1959.

NOBLE, J. et al. The effect of interferential therapy upon cutaneous blood flow in humans. **Clin Physiol**, v. 20, p. 2-7, 2000.

OZCAN, J.; WARD, A. R.; ROBERTSON, V. J. A comparison of true and premodulated interferential currents. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 85, p. 409-15, 2004.

PALMER, S. T. et al. Alteration of interferential current and transcutaneous electrical nerve stimulation frequency: effects on nerves excitation. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 80, n.9, p. 1065-1071, 1999.

PANTALEÃO, M. A. et al., Adjusting Pulse Amplitude During Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Application Produces Greater Hypoalgesia. **J Pain**, v. 12, p. 581-590, 2011.

PUETT, D. W.; GRIFFIN, M. R. Published trials of nonmedicinal and non- invasive therapies for hip and knee osteoarthritis. **Ann Intern Med**, v. 121, p.133-40, 1994.

RAKEL, B. et al. A new transient sham TENS device allows for investigator blinding while delivering a true placebo treatment. **The Journal of Pain**, v. 11, n. 3, p. 230-238, 2010.

ROBINSON, A. J. Transcutaneous electrical nerve stimulation for the control of pain in musculoskeletal disorders. **J Orthop Sports Phys Ther**, v.24, p.280-227, 1996.

ROLKE, R. et al. Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): standardized protocol and reference values. **Pain**, v. 123, n. 3, p. 231-243, 2006.

SLUKA, K. A.; DEACON, M.; STIBAL, A.; STRISSEL, S.; TERPSTRA, A. Spinal blockade of opioid receptors prevents the analgesia produced by TENS in arthritic rats. **The Journal of Pharmacology and Experimental Therapy**, v. 89, p. 840-6, 1999.

SLUKA, K. A.; LISI, T. L.; WESTLUND K. N. Increased Release of Serotonin in the Spinal Cord During Low, But Not High, Frequency Transcutaneous Electric Nerve Stimulation in Rats With Joint Inflammation. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 87, n. 8, p.1137–1140, 2006.

SLUKA, K. A.; WALSH, D. Transcutaneous electrical nerve stimulation: basic science mechanisms and clinical effectiveness. **J Pain**, v. 4, p. 109–21, 2003.

SPIELBERGER, C. D; GORSUCH, R. L.; LUSHENE, R. E. Manual for the State-Trait Anxiety Inventory. Consulting Psychologist Press, Palo Alto, 1970.

STARKWEATHER, A. R. et al. Methods to Measure Peripheral and Central Pain Sensitization Using Quantitative Sensory Testing: A Focus on Individuals with Low Back Pain, **Applied Nursing Research**, 2015.

STAUD, R. et al. Brain activity associated with slow temporal summation of C-fiber evoked pain in fibromyalgia patients and healthy controls. **European Journal of Pain**, v. 12, n. 8, p. 1078-1089, 2008.

TAYLOR, P.; HALLETT, M.; FLAHERTY, L. Treatment of osteoarthritis of the knee with transcutaneous electrical nerve stimulation. **Pain**, v. 11, p. 233-240, 1981.

TREEDE, R. D. et al. Pain elicited by blunt pressure: neurobiological basis and clinical relevance. **Pain**, v. 98 ,p. 235-240, 2002.

VAN WIJK, G.; VELDHUIJZEN, D. S. Perspective on diffuse noxious inhibitory controls as a model of endogenous pain modulation in clinical pain syndromes. **The Journal of Pain**, v. 11, n. 5, p. 408-419, 2010.

VASE, L. et al. Cognitive-emotional sensitization contributes to wind-up-like pain in phantom limb pain patients. **Pain**, v. 152, n. 1, p. 157-162, 2011.

VENANCIO, R. C. et al. Effect of carrier frequency of interferential current on pressure pain threshold and sensory comfort in humans. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 94, n. 1, p. 95-102, 2013.

YARNITSKY, D et al. Recommendations on terminology and practice of psychophysical DNIC testing. **European Journal of Pain**, v. 14, n. 4, p. 339, 2010.

WALL, P. D.; SWEET, W. H. Temporary Abolition of Pain in Man. **Science**, v. 155, p. 108-109, 1967.

WARD, A. R. et al. The effect of duty cycle and frequency on muscle torque production using kHz frequency range alternating current. **Med Eng Phys**, v. 26, p. 569-79, 2004.

WARD, A. R.; CHUEN, W. L. H. Lowering of sensory, motor, and pain-tolerance thresholds with burst duration using kilohertz-frequency alternating current electric stimulation: part II. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 90(9), p. 1619–27, 2009.

WARD, A. R.; OLIVER, W. G. Comparison of the hypoalgesic efficacy of low-frequency and burst-modulated kilohertz frequency currents. **Phys Ther**, v. 87(8), p. 1056–63, 2007.

WARD, A. R.; SHKURATOVA, N. Russian electrical stimulation: the early experiments. **Phys Ther**, v. 82, p. 1019 –1030, 2002.

WARD, A. R.; OLIVER, W. G.; BUCCELLA, D. Wrist Extensor Torque Production and Discomfort Associated With Low-Frequency and Burst-Modulated Kilohertz-Frequency Currents. **Phys Ther**, v. 86, p. 1360-1367, 2006.

WOOLF, C. J. et al. Naloxone-reversible peripheral electroanalgesia in intact and spinal rats. **Eur J Pharmacol**, v. 45, p. 311–314, 1977.

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, estado civil \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ anos, residente na \_\_\_\_\_, n° \_\_\_\_\_, bairro \_\_\_\_\_, cidade \_\_\_\_\_, telefone \_\_\_\_\_.

Declaro ter sido esclarecido (a) sobre a finalidade da pesquisa intitulada “Efeito hipoalгésico da corrente alternada de média frequência em indivíduos saudáveis”. Entendi que a participação é voluntária, que não haverá prejuízos quanto aos procedimentos realizados ou se não participar, e que poderei desistir quando quiser.

Fui informado (a) de que não serei identificado, assegurando, assim, a minha privacidade.

Durante todo o tempo em que estiver participando da pesquisa, sempre que quiser saber qualquer informação, tudo será explicado. Fui esclarecido (a) que a minha ansiedade será avaliada através de questionários respondidos por mim e que a minha sensibilidade à dor será observada utilizando instrumentos que podem causar leve vermelhidão e dormência na região do braço. Além disto, fui informado (a) que serei submetido (a) à aplicação de uma corrente elétrica transmitida por um equipamento (eletroestimulação), sem a possibilidade de causar graves consequências à minha saúde, podendo ocorrer leve vermelhidão na pele e dormência no braço após a aplicação. O pesquisador esclareceu que o objetivo desta pesquisa é analisar o efeito desta nova corrente elétrica que é capaz de trazer benefícios à população, pois ajuda a reduzir a dor.

Diante dos esclarecimentos prestados, aceito participar, espontaneamente, da pesquisa intitulada “Efeito hipoalгésico da corrente alternada de média frequência em indivíduos saudáveis”, na qualidade de voluntário.

Aracaju, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinado (o participante da pesquisa)

\_\_\_\_\_  
Mayara Ellen de Jesus Agripino

Contato Pesquisador: Telefone: (79) 98833-5320/ Email: mayara\_ellen@hotmail.com

**APÊNDICE B**  
**FICHA DE AVALIAÇÃO**

Sujeito nº:                      Data de nascimento: \_\_/\_\_/\_\_                      Ciclo Menstrual: \_\_/\_\_/\_\_  
Nome:                      Sexo:                      Idade:                      Peso:                      Altura:                      IMC:

**AVALIAÇÃO**

**1-IDATE-E ( TOTAL: \_\_\_\_\_ ):**

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.

**2-IDATE-T ( TOTAL: \_\_\_\_\_ ):**

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.

**3-Somação Temporal (EN por tempo/segundo)**

Local	1''	10''	20''	30''
Tabaqueira				

**4-Algometria**

Local	Tent 1	Tent 2	Tent 3	Média	Observações
Tabaqueira					
Antebraço					

**5-Modulação Condicionada da Dor – DNIC**

LDP (Antes)			LDP (Durante Isquemia)			LDP (Após 5 min)		
MÉDIA			MÉDIA			MÉDIA		

**AVALIAÇÃO DURANTE ELETROESTIMULAÇÃO (10 min)**

**6-Algometria**

Local	Tent 1	Tent 2	Tent 3	Média	Observações
Tabaqueira					
Antebraço					

**REAVALIACÃO**

**7-Somação Temporal (EN por tempo/segundo)**

Local	1"	10"	20"	30"
Tabaqueira				

**8-Algometria**

Local	Tent 1	Tent 2	Tent 3	Média	Observações
Tabaqueira					
Antebraço					

**9-Modulação Condicionada da Dor – DNIC**

LDP (Antes)			LDP (Durante Isquemia)			LDP (Após 5 min)		
MÉDIA			MÉDIA			MÉDIA		

**INTENSIDADE DE CONFORTO**

Você considerou a corrente confortável? ( ) S ( ) N. Em uma escala de 0 a 10 quão confortável é a corrente? R: \_\_\_\_\_

**INVESTIGAÇÃO CEGA**

Para o sujeito de pesquisa: Você acredita que você recebeu um tratamento ativo ou placebo?

( ) A ( ) P

Para o investigador aplicando a TENS: Você acredita que o sujeito recebeu um tratamento ativo ou placebo?

Avaliador I ( ) Ativo ( ) Placebo

## ANEXO A

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE  
ARACAJÚ/ UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SERGIPE/ HU-



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITO HIPOALGÉSICO DA CORRENTE ALTERNADA DE MÉDIA FREQUÊNCIA EM QUILOHERTZ EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS

**Pesquisador:** Isabela Azevedo Freire Santos

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 48492115.3.0000.5546

**Instituição Proponente:** FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.314.081

#### **Apresentação do Projeto:**

A corrente alternada de média frequência em quilohertz causa aumento do limiar de dor por pressão, dor percebida durante pressão profunda, modulação condicionada da dor, limiar sensitivo cutâneo, a somação temporal e nível de ansiedade em indivíduos saudáveis.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

Investigar o potencial efeito hipotalgésico da corrente alternada de média frequência em quilohertz em indivíduos saudáveis.

**Objetivo Secundário:**

Investigar possíveis diferenças no efeito hipotalgésico entre as correntes alternadas nas faixas de frequência de 1 kHz e 4 kHz; Observar o efeito da corrente alternada sobre o limiar sensitivo cutâneo, limiar de dor por pressão e a dor percebida por pressão de indivíduos saudáveis; Observar o efeito da corrente alternada na somação temporal e modulação condicionada da dor em indivíduos saudáveis; Avaliar o conforto durante a aplicação da corrente alternada de média frequência.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº

**Bairro:** Sanatório

**UF:** SE

**Município:** ARACAJU

**Telefone:** (79)2105-1805

**CEP:** 49.060-110

**E-mail:** cephu@ufs.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE  
ARACAJÚ/ UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SERGIPE/ HU-



Continuação do Parecer: 1.314.081

Durante a avaliação e aplicação da corrente poderá ocorrer: rubor leve e temporário em regiões do membro superior ocasionadas pela aplicação do algômetro para mensuração do limiar de dor por pressão e do esfigmomanômetro para mensuração da modulação condicionada da dor; parestesia em membro superior imediatamente após aplicação da corrente (curta duração).

**Benefícios:**

Com o uso da corrente alternada de média frequência em quilohertz poderá ocorrer aumento do limiar de dor por pressão, sugerindo o efeito hipalgésico.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Os pesquisadores possuem as credenciais para realizá-la.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Constam.

**Recomendações:**

Não há.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

As pendências foram atendidas pelos pesquisadores

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_501085.pdf	07/10/2015 10:01:42		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Aussie.doc	07/10/2015 10:00:13	Isabela Azevedo Freire Santos	Aceito
Folha de Rosto	Folha de rosto 3.pdf	17/08/2015 13:40:28		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto corrente Aussie_ILT_JMS_ILT 2015.docx	17/08/2015 13:35:49		Aceito
Outros	SOLICITAÇÃO pesq resp.pdf	26/05/2015 11:15:29		Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº

**Bairro:** Sanatório

**CEP:** 49.060-110

**UF:** SE

**Município:** ARACAJU

**Telefone:** (79)2105-1805

**E-mail:** cephu@ufs.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE  
ARACAJÚ/ UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SERGIPE/ HU-



Continuação do Parecer: 1.314.081

Não

ARACAJU, 09 de Novembro de 2015

---

**Assinado por:**  
**Anita Hermínia Oliveira Souza**  
**(Coordenador)**

## ANEXO B

### Inventário de Ansiedade Estado

#### Parte 1 (IDATE-E)

Leia cada pergunta e faça um círculo ao redor do número à direita da afirmação que melhor indica como você se sente agora, **neste exato momento**.

Não gaste muito tempo numa única afirmação, mas tente dar uma resposta que mais se aproxime de como você se sente neste exato momento.

---

#### AVALIAÇÃO

Muitíssimo.....4

Um pouco.....2

Bastante.....3

Absolutamente não....1

---

1. Sinto-me calmo(a)	1	2	3	4
2. Sinto-me seguro(a)	1	2	3	4
3. Estou tenso(a)	1	2	3	4
4. Estou arrependido(a)	1	2	3	4
5. Sinto-me à vontade	1	2	3	4
6. Sinto-me perturbado(a)	1	2	3	4
7. Estou preocupado(a) com possíveis infortúnios	1	2	3	4
8. Sinto-me descansado(a)	1	2	3	4
9. Sinto-me ansioso(a)	1	2	3	4
10. Sinto-me “em casa”	1	2	3	4
11. Sinto-me confiante	1	2	3	4
12. Sinto-me nervoso(a)	1	2	3	4
13. Estou agitado(a)	1	2	3	4
14. Sinto-me uma pilha de nervos	1	2	3	4
15. Estou descontraído(a)	1	2	3	4
16. Sinto-me satisfeito(a)	1	2	3	4
17. Estou preocupado(a)	1	2	3	4
18. Sinto-me superexcitado(a) e confuso(a)	1	2	3	4
19. Sinto-me alegre	1	2	3	4
20. Sinto-me bem	1	2	3	4

## ANEXO C

### Inventário de Ansiedade Traço

#### Parte 2 (IDATE-T)

Leia cada pergunta e faça um círculo ao redor do número à direita da afirmação que melhor indica como você **geralmente se sente**.

Não gaste muito tempo numa única afirmação, mas tente dar uma resposta que mais se aproxime de como você se sente geralmente.

---

#### AVALIAÇÃO

Quase Sempre.....4	As vezes.....2
Frequentemente.....3	Quase nunca.....1

---

1. Sinto-me bem	1	2	3	4
2. Canso-me facilmente	1	2	3	4
3. Tenho vontade de chorar	1	2	3	4
4. Gostaria de ser tão feliz quanto os outros parecem ser	1	2	3	4
5. Perco oportunidades porque não consigo tomar decisões rapidamente	1	2	3	4
6. Sinto-me descansado(a)	1	2	3	4
7. Sou calmo(a), ponderado(a) e senhor(a) de mim mesmo	1	2	3	4
8. Sinto que as dificuldades estão se acumulando de tal forma que não consigo resolver	1	2	3	4
9. Preocupo-me demais com coisas sem importância	1	2	3	4
10. Sou feliz	1	2	3	4
11. Deixo-me afetar por muitas coisas	1	2	3	4
12. Não tenho nenhuma confiança em mim mesmo(a)	1	2	3	4
13. Sinto-me seguro(a)	1	2	3	4
14. Evito ter que enfrentar crises ou problemas	1	2	3	4
15. Sinto-me deprimido(a)	1	2	3	4
16. Estou satisfeito(a)	1	2	3	4

17. Às vezes ideias sem importância entram na minha cabeça e ficam preocupando-me 1 2 3 4
18. Levo os desapontamentos tão a sério que não consigo tirá-los da cabeça 1 2 3 4
19. Sou uma pessoa estável 1 2 3 4
20. Fico tenso(a) e perturbado(a) quando penso em meus problemas no momento 1 2 3 4