



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM SAÚDE

MARÍLIA AMORIM DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE PLANO TERAPÊUTICO PARA MODULAÇÃO DA  
DOR LOMBAR UTILIZANDO A ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR  
CORRENTE CONTÍNUA**

CAMPINA GRANDE – PB

2019

MARÍLIA AMORIM DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE PLANO TERAPÊUTICO PARA MODULAÇÃO DA  
DOR LOMBAR UTILIZANDO A ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR  
CORRENTE CONTÍNUA**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em ciência e tecnologia em saúde da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia em Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Danilo de Almeida Vasconcelos

CAMPINA GRANDE – PB

2019

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S729d Souza, Marília Amorim de.  
Desenvolvimento de plano terapêutico para modulação da dor lombar utilizando a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua [manuscrito] / Marília Amorim de Souza. - 2019.  
51 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2019.  
"Orientação : Prof. Dr. Danilo de Almeida Vasconcelos, Coordenação do Curso de Fisioterapia - CCBS."  
1. Dor. 2. Dor lombar. 3. Neuromodulação não-invasiva. 4. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua. I. Título  
21. ed. CDD 615.82

MARÍLIA AMORIM DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE PLANO TERAPÊUTICO PARA MODULAÇÃO DA  
DOR LOMBAR UTILIZANDO A ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR  
CORRENTE CONTÍNUA**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em ciência e tecnologia em saúde da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia em Saúde.

Aprovada em: 27/ Março / 2019

**BANCA EXAMINADORA**

Danielo de Almeida Vasconcelos

Prof. Dr. Danilo de Almeida Vasconcelos (Orientador)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Nadja Maria da Silva Oliveira Brito

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Nadja Maria da Silva Oliveira Brito

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Gabriela Brasileiro Campos Mota

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Gabriela Brasileiro Campos Mota

Unifacisa Centro Universitário

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me conduzir, me sustentar e sempre estar ao meu lado em todos os momentos da minha jornada, sem Ele nenhuma conquista seria possível.

Agradeço aos meus pais, Emerson e Rosália, e minhas irmãs Milena, Mayara e Marina, por serem base sólida em minha vida e por confiarem em mim, depositando sempre muito amor, carinho, dedicação, paciência e orgulho. A vocês meu muito obrigado por tudo.

Ao meu marido, Eduardo Schafer, por todo apoio, amor e companherismo presente em toda construção desse trabalho. A você toda minha eterna gratidão.

Ao professor e orientador Dr. Danilo Vasconcelos pelo profissional e ser humano que é, pelo incentivo e orientações nesse projeto e principalmente agradeço por acreditar em mim, na realização deste trabalho e por todos os conhecimentos compartilhados ao longo da caminhada. Minha eterna gratidão e afeto.

As amigas do mestrado, Ayonara e Isaura, que foram boas parceiras nessa jornada.

Ao Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde e a Universidade Estadual da Paraíba por permitir meu desenvolvimento acadêmico.

## RESUMO

A dor lombar é caracterizada como dor ou desconforto localizada abaixo da décima segunda costela e acima da prega glútea inferior, sendo considerada uma das causas mais frequentes de incapacidades e morbidades na população em geral. Devido a sua alta incidência, torna-se a fisioterapia uma importante indicação para o tratamento dessa enfermidade. Desse modo, destaca-se a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) como modalidade terapêutica alternativa e não invasiva para alívio de dores na lombar. Nesse contexto, o presente estudo propõe o desenvolvimento de plano terapêutico para modulação da dor lombar utilizando a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua. Foram recrutados 32 indivíduos, com diagnóstico de dor lombar, com idades entre 18 e 31 anos, os mesmos foram alocados em dois grupos, experimental e controle, ambos receberam uma cartilha com exercícios específicos para a região lombar, com objetivo de realiza-los uma vez ao dia durante cinco dias consecutivos, porém o grupo experimental realizou também o tratamento com a ETCC (2 mA durante 20 minutos por 5 dias). Para a coleta de dados foram utilizados: o Questionário de McGill, o Limiar de Dor por Pressão (LDP) e o Limiar Motor (LM) através da Estimulação Magnética Transcraniana (EMT). Como resultado houve melhora na sensação dolorosa referida pelos voluntários, avaliados através do questionário de McGill, ao comparar as avaliações finais dos dois grupos, o valor foi estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ). Em relação ao LDP do músculo quadrado lombar, apenas o grupo experimental obteve aumento da média pós tratamento. No que se refere ao LM do músculo quadrado lombar, houve diminuição após o tratamento em ambos os grupos, estatisticamente houve diferença significativa entre as avaliações dos grupos ( $p > 0,05$ ). No LM do adutor do polegar, apenas o grupo experimental atingiu resultado favorável, admitindo o valor estatístico significativo ( $p = 0,003376$ ). Portanto, a partir dos dados apresentados, o uso da estimulação cerebral não invasiva através da ETCC apresenta-se como uma ferramenta sugestiva capaz de promover neuromodulação da dor em indivíduos portadores de dor lombar.

**Palavras-chaves:** Dor. Dor lombar. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua.

## ABSTRACT

Lumbar pain is characterized as pain or discomfort placed under the twelfth rib and above the inferior gluteal fold, being considered one of the most frequent causes of incapacities and morbidities in the general population. Due to its high rates of incidence, physiotherapy becomes an important indication to the treatment of this pathology. Thus, the Transcranial Direct-Current Stimulation (tDCS) stands out as an alternative and non-invasive therapy modality to the relive of lumbar pains. In this context, the current study proposes the development of a therapy plan to the modulation of lumbar pain using the Transcranial Direct-Current Stimulation. 32 individuals, with the diagnostic of lumbar pain, with ages between 18 and 31, have been recruited, they have been allocated into two groups, experimental and control, both groups have received a booklet with specific exercises for the lumbar region, with the objective of performing them once a day through five consecutive days, however the experimental group has also done the treatment with tDCS (2 mA during 20 minutes for 5 days). For the data collecting have been used: McGill's questionnaire, the Pressure Pain Threshold (PPT), the Motor Threshold (MT) through the Transcranial Magnetic Stimulation (TMS). As a result, there was an improvement in the pain sensation referred by the volunteers, evaluated through McGill's questionnaire, when comparing the final evaluations of both groups, the value was statistically significant ( $p < 0,05$ ). In relation to the PPT of the lumbar square muscle, only the experimental group has obtained an increase in the average post-treatment. In the pollicis adductor MT, only the experimental group has reached a favorable result, nonetheless, the statistic value has been significant ( $p=0,003376$ ). Therefore, parting from the presented data, the usage of non-invasive brain stimulation through tDCS stands as a potential tool capable of promoting neuromodulation of pain in individuals with lumbar pain.

**Keywords:** Pain. Lumbar pain. Transcranial Direct-Current Stimulation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Fases do desenvolvimento do plano terapêutico .....	29
<b>Figura 2</b> - EMT para marcação do hot-spot do M1 .....	31
<b>Figura 3</b> - EMT para verificação do limiar motor do músculo lombar .....	31
<b>Figura 4</b> - Aparelho ETCC BIO-SYSTEM .....	32
<b>Figura 5</b> - Colocação dos eletrodos em participante do grupo controle (ETCC) .....	32

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Caracterização dos grupos amostrais por sexo e idade .....	34
<b>Tabela 2</b> - Dados do índice final da dor do Questionário de McGill .....	34
<b>Tabela 3</b> - Limiar de Dor por Pressão do músculo quadrado lombar direito/esquerdo ..	35
<b>Tabela 4</b> - Limiar Motor do músculo quadrado lombar direito/esquerdo .....	36
<b>Tabela 5</b> - Dados da marcação do hot-spot do M1, pré e pós intervenção .....	36

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
3.1 Dor .....	16
3.2 Dor Lombar .....	17
3.3 Neuromodulação Não-invasiva .....	21
3.3.1 Contextualização Histórica .....	21
3.3.2 Técnicas de Neuromodulação .....	22
3.3.3 Corrente Contínua Terapêutica .....	23
3.3.4 Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) .....	23
3.3.5 Estudos com ETCC e Modulação da Dor .....	27
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	29
<b>5 RESULTADOS</b> .....	34
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	38
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	41
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	42

## 1 INTRODUÇÃO

A dor é considerada um mecanismo de proteção para o organismo, sendo entendida como uma experiência genuinamente subjetiva e pessoal. A Associação Internacional para o Estudo da Dor (IASP) define a dor como uma “experiência sensitiva e emocional desagradável associada a dano tecidual real ou potencial, ou descrita em termos desse potencial dano.” (SILVA; RIBEIRO-FILHO, 2011).

Sabe-se que a repetição da dor é capaz de criar no sistema nervoso central (SNC) uma espécie de memória para a dor. Os novos impulsos dolorosos aferentes levam a recordação de estímulos progressos semelhantes, de modo a potencializar os mesmos. No conceito de dor crônica mecanismos periféricos e centrais teriam um importante papel no início da dor e na sua manutenção (OLIVEIRA, 2013).

A dor lombar ou lombalgia é caracterizada como dor ou desconforto localizada abaixo da décima segunda costela e acima da prega glútea inferior. A sua estabilidade consiste na interação de três subsistemas: passivo (articulações, ligamentos e vértebras), ativo (músculos e tendões) e controle neural (nervos e SNC). As funções desses três subsistemas estão interligadas, e a função reduzida de um subsistema pode sobrecarregar os outros (PEREIRA et al, 2010).

A característica principal da lombalgia relatada pelos portadores da síndrome é a sensação dolorosa, o que por sua vez representa uma das causas mais frequentes de incapacidades e morbidades na população em geral (MEUCCI et al, 2008).

A etiologia da dor lombar nem sempre é específica, podendo apresentar como causas fatores musculoesqueléticos, como as síndromes dolorosas miofasciais, desequilíbrios na coluna lombar e destabilização dos músculos pélvicos (REINEHR et al, 2008).

O fato da etiologia da dor lombar ser multifatorial, faz dessa síndrome dolorosa um processo eminentemente clínico, onde os exames complementares devem ser solicitados apenas para confirmação da hipótese diagnóstica (XIMENES et al, 2004).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 65 a 80% da população possui ou possuirá, um dia, quadro clínico de dor lombar, e 40% desses casos irão se tornar um problema crônico. A dor lombar, portanto, deve ser tratada como um problema de saúde pública por atingir níveis epidêmicos da população em geral, sendo importante fator de morbidade, incapacidade funcional, absenteísmo e diminuição da produtividade (KORELO et al, 2013).

A procura por tratamento para dor lombar vem aumentando a cada dia, a demanda em hospitais e clínicas ocasiona um aumento no custo de despesas com cuidados com a saúde. O custo de tal demanda é um ônus a mais para os cofres públicos e privados, pois o governo, as indústrias e a sociedade devem arcar com essas despesas. Dessa forma, é grande a quantidade de tempo e recursos gastos com os pacientes portadores de dor lombar (SILVA; FASSA, VALLE, 2004)

Devido a alta ocorrência na população e sua origem multifatorial, a dor lombar torna-se um problema de saúde que necessita de uma efetiva intervenção. Nesse contexto, a fisioterapia se insere como uma importante modalidade de tratamento, com objetivo de minimizar o desconforto e as incapacidades advindas dessa patologia (KORELO et al, 2013).

Desse modo, destaca-se a Estimulação Transcraniana Por Corrente Contínua (ETCC) como modalidade fisioterapêutica alternativa e não invasiva para alívio de dores na lombalgia.

Conforme Fregni et al (2006) a ETCC vem sendo utilizada para vários fins. Caracterizada por ser um método indolor e menos agressivo, que tem amplo potencial de aplicabilidade, tanto na neurociência, quanto em áreas onde se necessita de maior excitabilidade e respostas neuromusculares.

A ETCC é considerada uma intervenção neuromoduladora que induz alterações na excitabilidade do córtex motor humano. O tecido exposto é polarizado e a ETCC modifica a excitabilidade neuronal espontânea e a função elétrica do potencial de repouso da membrana (OKANO et al, 2013).

A ETCC é uma técnica de neuromodulação cerebral que modifica a atividade cortical de uma região cerebral específica, com o intuito de aumentar ou inibir a excitabilidade da membrana cortical. O uso desta promissora técnica possui um vasto campo de aplicação, podendo ser utilizado na melhora do aprendizado motor, no tratamento de diferentes doenças neurológicas, distúrbios psicológicos e na diminuição da dor crônica (BRUNONI et al, 2012; ANTAL; PAULUS, 2010).

O procedimento de ETCC consiste basicamente na colocação de um eletrodo sobre a região cerebral que se deseja estimular e outro em regiões cerebrais supraorbitais ou contralaterais. Posteriormente, é imposta uma corrente elétrica contínua (0,4 - 2 mA) por um período de 3-20 minutos a fim de modificar a excitabilidade cortical. O estímulo de corrente anódica aumenta a excitabilidade cortical enquanto que o estímulo de corrente catódica tem o efeito inibitório (NITSCHKE et al, 2003).

Nos últimos anos diversas pesquisas foram desenvolvidas analisando o efeito da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) sobre a área motora primária, região que modula a informação nociceptiva da dor, especificamente da dor crônica. A ETCC tem se mostrado um recurso clinicamente eficiente no controle de uma série de síndromes dolorosas distintas de origem nociceptiva ou neuropática (OLIVEIRA, 2013).

Para uma potencialização dos efeitos da ETCC é comum a sua utilização concomitante a outras técnicas, como aplicação de fármacos e exercícios. Segundo Oliveira et al. (2016), a ETCC é capaz de melhorar a receptividade do cérebro aos estímulos provenientes dos exercícios.

Desse modo, sabemos que a ETCC é uma terapia de estimulação cerebral, que possui capacidade de neuromodulação e plasticidade cerebral, por isso é bastante utilizada no tratamento de patologias que desenvolvem alterações funcionais e estruturais no cérebro, como Alzheimer, Mal de Parkinson e distúrbios psicológicos. Contudo, em relação a dor, a mesma não constitui uma patologia, mas sim um sintoma que não desenvolve alterações funcionais e estruturais no cérebro como as doenças supracitadas, então porque utilizar a ETCC no tratamento da dor?

A possível justificativa reside no fato da dor ativar redes neurais distribuídas pelo cérebro, em que essas áreas regulam o processamento da dor no organismo. Desse modo, esse foi o ponto chave para desenvolvermos um plano terapêutico que tem a ETCC como principal ferramenta sugestiva para tratamento da dor lombar. (VASEGHI; ZOGHI; JABERZADEH, 2015).

Nesse contexto, o presente estudo propõe o desenvolvimento de plano terapêutico para modulação da dor lombar possuindo como principal modalidade de tratamento a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC).

## **2 OBJETIVOS**

### **GERAL**

Desenvolver plano terapêutico para modulação da dor lombar utilizando a estimulação transcraniana por corrente contínua.

### **ESPECÍFICO**

- Analisar os efeitos neurofisiológicos da ETCC no tratamento da dor;
- Analisar estatisticamente os resultados obtidos ao final do tratamento dos dois grupos do estudo;
- Comparar estatisticamente as avaliações pré e pós intervenção de cada grupo do estudo.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 DOR

Sintoma comum, de várias condições clínicas, a dor ainda é considerada uma das grandes preocupações da humanidade e mesmo com toda a evolução tecnológica, ainda continua sendo uma das principais razões de procura por auxílio médico e demais profissionais da saúde. A dor é uma experiência subjetiva e individual que envolve diversos fatores, incluindo aspectos culturais e psíquicos, podendo ser alterada por elementos internos ou externos ao indivíduo (MARQUES FILHO, 2013).

A dor é um sintoma que quando existe não é determinada pela quantidade de dano físico, mas existem muitos fatores que a influenciam. A dor é um fenômeno multidimensional que resulta da complexa interação entre fisiologia, psicologia, cognitiva, social, personalidade, comportamento e outros fatores, a que se chama de sofrimento global (TULLI et al, 2000).

A dor não constitui uma doença, mas sim um sintoma especial que mesmo sendo comum a muitas patologias, tem a capacidade de provocar uma agressão intensa conduzindo assim a uma série de consequências desagradáveis, atuando como um veículo através do qual, a maior parte das afecções podem se manifestar (VARANDAS, 2013).

A sensação dolorosa está presente sempre que há lesão tecidual e atua como mecanismo protetor, presente na maior parte das enfermidades, pois possibilita que o indivíduo reaja removendo o estímulo doloroso (HALL, 2011).

A Agência Americana de Pesquisa e Qualidade em Saúde Pública (AMPQSP) e a Sociedade Americana de Dor (SAD) classificam a dor como o quinto sinal vital, ao qual deve ser dada tanta importância como à temperatura, pulsação, respiração e pressão arterial (SOUSA; SILVA, 2004).

É ampla a variedade de dores e de sensações dolorosas, esta diversidade é produto das numerosas etiologias de dor, bem como das respostas individuais aos estímulos dolorosos (SAKATA; ISSY, 2008).

Em relação a duração da dor, a mesma pode ser classificada em aguda e crônica. A dor aguda inicia-se com uma lesão e substâncias algogênicas são sintetizadas no local e liberadas estimulando terminações nervosas (nociceptores) de fibras mielinizadas finas ou amielínicas, sua evolução natural é a remissão, porém, em decorrência da ativação de várias vias neuronais de modo prolongado, o caráter da dor pode se modificar e a dor aguda cronificar-se (SANTOS et al, 2007).

Diferentemente das dores agudas, a dor crônica não está relacionada com a permanência ou aparecimento de alterações neurovegetativas. A dor crônica é mais que um sintoma é a doença que persiste, não desaparece após a cura da lesão ou está relacionada a processos patológicos crônicos. A literatura aponta um tempo igual ou superior a três meses da vigência de dor (REIS; TORRES, 2011).

A duração prolongada da dor crônica podem ser perturbadoras e acarreta alterações em atividades físicas, no sono, na vida sexual, modificações no humor, baixa auto-estima, pensamentos negativos e alterações nas relações familiares, de trabalho e de lazer (CUNHA; MAYRINK, 2011).

A dor pode ser classificada também em adaptativa e não adaptativa. A dor adaptativa é aquela que contribui com a preservação da integridade do organismo humano por proteção contra os estímulos agressivos, ou seja, a dor nociceptiva aguda. A dor não adaptativa é aquela em que há uma disfunção do sistema somatossensorial, diz respeito a cronicidade da dor, podendo ser expressa por dor neuropática (lesão do sistema nervoso periférico ou central) ou dor funcional (disfunção do sistema nervoso) (DUVAL NETO, 2009).

Segundo METZER et al (2002), as dores nociceptivas resultam da excitação e estimulação das vias nociceptivas, podendo estar relacionada com um estímulo sem lesão tecidual, não alterando o funcionamento das vias nociceptivas, como também ter origem de uma lesão tecidual real, aguda ou crônica e nestes casos surgirão fenômenos de sensibilidade periférica e central, que justificarão a hiperalgesia. As dores nociceptivas têm características em que a dor localiza-se na zona da lesão e aumenta com a mobilização da mesma.

A dor neuropática, por sua vez, é aquela que está relacionada com uma lesão/irritação dos nervos periféricos, de origem traumática, metabólica, isquêmica, imuno-alérgica e infecciosa. A dor neuropática é sentida no território do respectivo nervo, e por vezes pode-se estender a uma topografia em quadrante que segue a distribuição do sistema nervoso simpático, gerando uma dor projetada. As dores são contínuas e podem ser provocadas pelo movimento, o stress e a fadiga (OTTO, 2000).

A avaliação da dor é uma atividade que faz parte das competências dos profissionais de saúde por ser indispensável à excelência dos cuidados de saúde, representando um desafio para os profissionais na medida em que tentam compreender não apenas os mecanismos biológicos, mas que a dor está integrada também com o estado

bio psicológico de cada pessoa, surgindo assim dificuldades no seu tratamento (TWYXCROSS, 2003).

O controlo eficaz da dor é um dever dos especialistas em saúde, um direito dos doentes que dela padecem e um passo fundamental para a efectiva humanização dos cuidados de saúde. A avaliação e registo da intensidade da dor, pelos profissionais, tem que ser feita de forma contínua e regular, de modo a otimizar a terapêutica, dar segurança à equipa prestadora de cuidados e melhorar a qualidade de vida do doente (METZER et al, 2002).

A forma mais eficaz de abolir a dor consiste na remoção da causa patológica, mas nem sempre isso é possível e por vezes também é um trabalho árduo, conduzindo assim à necessidade de se implantarem medidas terapêuticas que se dirijam para os sintomas (VARANDAS, 2013).

Dentre os vários tratamentos, a fisioterapia oferece recursos tanto para processos agudos quanto crônicos, pela cinesioterapia passiva e/ou ativa, eletroterapia, termoterapia e fototerapia, minimizando o impacto da presença da dor na sociedade e melhorando a qualidade de vida das pessoas (BATISTA; VASCONCELOS, 2011).

### **3.2 DOR LOMBAR**

Distúrbios músculo esqueléticos (DME) constituem um importante agravo à saúde, e podem afetar de forma significativa a qualidade de vida da pessoa acometida por este desfecho. Dentre os DME destacamos a dor lombar com maior ocorrência na população em geral (ZANUTO et al, 2015).

Dor lombar é usualmente definida como a categoria de dor com ou sem rigidez, que se localiza na região inferior do dorso entre o último arco costal e a prega glútea, ocorrendo normalmente na linha média, na região correspondente à quarta e à quinta vértebra lombar (L4-5) (MACHADO; BIGOLIN, 2010).

Segundo Andrade (2005), a lombalgia é definida como uma dor regional anatomicamente distribuída entre o último arco costal e a prega glútea, frequentemente acompanhada por exacerbação da dor e limitação de movimento.

A dor lombar é uma condição médica complexa, heterogênea que inclui uma ampla variedade de sintomas. Também, constitui uma causa frequente de morbidade e incapacidade, sendo superada apenas pelas cefaleias na escala dos distúrbios dolorosos que afetam o homem (ALMEIDA; KRAYCHETE, 2017).

São locais para origem de dor lombar: disco intervertebral, articulação facetária, articulação sacroilíaca, músculos, fâscias, ossos, nervos e meninges (LIZIER et al, 2012).

O segmento lombar da coluna vertebral é composto por 5 vértebras lombares que se caracterizam por serem maiores, entre as vértebras situa-se o disco intervertebral, composto por um núcleo pulposo cheio de água, colágeno e glicosaminoglicanas, cercado por um anel fibrocartilaginoso. Esses discos ajudam para efetivação e flexibilidade da coluna, lutando contra as forças de compressão, sendo sua integridade indispensável para uma benigna biomecânica da coluna (DUTTON, 2006).

As estruturas músculo-articulares são responsáveis pelo antagonismo das ações mecânicas da coluna, eixo de sustentação do corpo e, ao mesmo tempo, eixo de movimentação. Sucintamente, define-se a lombalgia como sendo um sintoma referido na altura da cintura pélvica, podendo ocasionar proporções grandiosas (TOSCANO e EJWPTO, 2002).

A coluna lombar exerce um papel importante na acomodação de cargas resultantes do peso corporal, da ação muscular e das forças externas aplicadas. A mesma deve ser forte e rígida, diante de cargas e flexível, permitindo o movimento. A capacidade de envolver as duas funções é adquirida por mecanismos que garantem a manutenção do alinhamento corporal. Quando estes mecanismos estão desequilibrados é produzida a instabilidade lombar, que terá como principal consequência a dor (MUNIZ; RODRIGUES, 2013).

Estudos indicam que a dor lombar é responsável por 50% das disfunções músculo-esqueléticas e uma das principais, se não a mais frequente, causa de dor, incapacidade funcional e laborativa de sujeitos da faixa etária compreendida entre 30 e 45 anos e considerada a terceira causa de incapacidade para qualquer faixa etária (CANAVAN, 2001).

No Brasil, existem estimativas de que mais de 10 milhões de pessoas sofram com a incapacidade relacionada à dor lombar. A perspectiva é de que cerca 70% a 80% da população sofrerá um episódio de dor na vida, tornando-se uma das patologias mais encontradas na prática fisioterapêutica (SILVA; FASSA; VALLE, 2004).

Para Bottamedi et al (2015), a qualidade de vida do paciente diminui pelo fato de não conseguir realizar movimentos funcionais e atividades básicas do cotidiano, causando isolamento social e, assim, interferindo negativamente na sua qualidade de vida.

Com isso, a dor lombar é vista como um problema de saúde pública com importância clínica, social e econômica que afeta a população indiscriminadamente e que

deve ser manejada de maneira efetiva. Segundo Furtado et al (2014), a dor lombar afeta não só grande parte da população, como também constitui pesado ônus para os sistemas nacionais de saúde e de prevalência em termos de diagnóstico, tratamento, absenteísmo e aposentadoria prematura.

Segundo Reis et al (2008), mesmo com avanços na área da ergonomia aplicada e da medicina, o crescimento das lombalgias supera em 14 vezes o crescimento populacional, sendo uma das razões mais comuns para aposentadoria por incapacidade total ou parcial, além de gerar altos custos de assistência ao sistema de saúde que chegam a 50 bilhões de dólares anuais nos EUA, demonstrando o grande impacto biológico, financeiro, social da dor lombar na sociedade moderna.

Apesar dos altos índices de prevalência da dor lombar na população e todos os fatores negativos que essa patologia acarreta, apenas 15% das lombalgias registradas, apresentam uma causa específica e clara (BRAZIL et al, 2001).

Segundo Heymans et al (2004), a dificuldade quanto a interpretação desse fenômeno doloroso decorrem de vários fatores, dentre os quais, podem ser mencionados a inexistência de uma fidedigna correlação entre os achados clínicos e os de imagem, ser o segmento lombar inervado por uma extensa rede de nervos, tornando difícil determinar com precisão o local de origem da dor, pelo fato das contraturas musculares e dentre outros.

O número de doenças da coluna vertebral é muito amplo, porém o grupo principal de afecções está relacionado a posturas e movimentos corporais inadequados e às condições do trabalho capazes de produzir impacto à coluna (LIZIER et al, 2012).

Tais fatos fazem da caracterização etiológica da síndrome dolorosa lombar um processo eminentemente clínico, onde os exames complementares devem ser solicitados apenas para confirmação da hipótese diagnóstica (BRAZIL et al, 2001).

Para Mendes (2005), os principais fatores responsáveis pelas dores lombares são problemas psicológicos, baixo nível de escolaridade, atividade pesada ou em postura sentada, levantar grandes quantidades de peso, sedentarismo, acidentes de trabalho, horas excessivas de trabalho, gravidez, ferimentos, tabagismo, entre outros.

Kolyniak, Cavalcanti e Aoki (2004) afirmaram que a lombalgia pode ser causada por esforços repetitivos, excesso de peso, pequenos traumas, condicionamento físico inadequado, erro postural, posição não ergonômica no trabalho, osteoartrose da coluna, osteofitose e osteoporose. O desequilíbrio entre a função dos músculos extensores e flexores do tronco também representa um forte indício de distúrbios da coluna lombar.

Ponte (2005) afirma que a genética explica 74% da variância populacional das lombalgias e no caso das cervicalgias em 35 a 60%. O trabalho pesado é outro fator de risco independente. As queixas crônicas lombares e incapacitantes estão fortemente relacionadas com diversos fatores psicossociais e muito pouco com factores mecânicos ou patológicos orgânicos.

Ferreira (2011) declara que a instabilidade lombar surge quando a fraqueza e a fadiga se instalam nos músculos estabilizadores da coluna, podendo ocorrer estiramentos e lesões lombares, que ocorrem pelo excesso de movimento e por posturas viciosas inadequadas.

Há dois modelos que tentam explicar as causas da dor lombar. O primeiro é conhecido como ‘ciclo dor-espasmo-dor’ e relaciona-se, frequentemente, as mudanças na atividade dos músculos do tronco, sendo que a dor resultaria em atividade muscular aumentada. O segundo é o ‘modelo de adaptação da dor’ no qual, esta diminuiria a contração dos músculos quando ativos como agonistas e aumentaria essa contração, quando ativos como antagonistas. A dor que ocorre imediatamente após uma lesão aguda é, geralmente, acompanhada por intensas contrações dos músculos ao redor das estruturas lesionadas (LOPES et al., 2006 ).

De acordo com a duração, a dor lombar pode ser classificada em aguda, início súbito e duração menor do que seis semanas, subaguda, duração de seis a 12 semanas, e crônica que tem duração maior do que 12 semanas (SILVA; FASSA; VALLE, 2004).

A dor lombar pode ser categorizada também segundo a desordem musculoesquelética podendo ser de origem congênita, degenerativa, inflamatória, infecciosa, tumoral e mecânico-postural (LIZIER et al, 2012).

Segundo Stanton et al (2010), a dor lombar pode ser classificada em mecânica, não mecânica e psicogênica. A dor lombar mecânica pode ser específica ou inespecífica. Pode ainda ser dividida em cinco categorias: viscerogênica (ex. doenças abdominais), vascular (ex. aneurisma de aorta abdominal), psicogênica (fator psicológico induzindo à dor), neurogênica (lesão em sistema nervoso) e espondilogênica (ex. hérnia de disco e osteoartrose).

Dor lombar específica ocorre por exemplo, por fraturas, hérnia de disco e osteoporose e já inespecíficas decorrem quando não existe um fator etiológico conhecido. Nesses casos inespecíficos existe forte relação com a postura inadequada ou o excesso de peso, fatores que podem alterar a biomecânica da coluna lombar, ocasionando dor e incapacidade no indivíduo (LOBATO, 2010).

A maioria das lombalgias são agudas e de natureza mecânica, melhorando significativamente em cerca de 70% dos casos ao longo de 4 semanas. No entanto, a cronicidade (sintomas por mais de 3 meses) ocorre em 5% dos doentes com lombalgia condicionando, nas sociedades enorme incapacidade e absentismo (PONTE, 2005).

Por sua relevância, estudos sobre dor lombar vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de abolir e/ou controlar o sintoma, empregando uma gama variada de técnicas, algumas delas ainda em processo de validação (MACHADO; BIGOLIN, 2010).

Considerando a existência de dor lombar como um fator limitante da aptidão física, emocional e cognitiva de um indivíduo, capaz de limitar e/ou modificar aspectos da qualidade de vida e da capacidade funcional, entende-se que é de fundamental importância a realização de avaliação postural para investigar a presença de alterações na coluna vertebral assim como traçar um plano terapêutico eficaz (BACCHI et al., 2013).

Diversos são os tratamentos empregados, tais como: medicamentos (anti-inflamatórios, corticosteroides, relaxantes musculares, medidas físicas (ondas curtas, ultrassom, estimulação elétrica transcutânea, laser), infiltração, bloqueios e acupuntura. Entretanto, a efetividade das intervenções terapêuticas não está totalmente comprovada (LIZIER et al, 2012).

Várias técnicas dentro do campo da fisioterapia visam reduzir a dor e restaurar a funcionalidade, para assim empregar uma melhor qualidade de vida para os pacientes, diante disso, destaca-se a terapia da estimulação transcraniana por corrente contínua no tratamento da dor lombar.

### **3.3 NEUROMODULAÇÃO NÃO-INVASIVA**

#### **3.3.1 Contextualização Histórica**

Os primeiros relatos da estimulação elétrica cerebral não controlada datam do século I, onde o médico estudioso Scribonius Largus descreveu o uso do peixe-torpedo colocados enrolados na cabeça de pacientes para liberação de uma corrente elétrica com fins analgésicos no alívio da cefaleia. Além disso, descobriram que, o fato desse peixe ser oriundo do meio marítimo e, portanto, apresentar solução salina no seu meio exterior fazia com que o contato entre o animal e o paciente apresentasse baixa resistência à corrente elétrica (SCHESTATSKY, 2017; OKANO et al, 2013).

Por meio destas descobertas, vários outros achados foram registrados. Entre os principais estudiosos envolvidos estão Luigi Galvani, que descobriu e nomeou a corrente

galvânica, e Alessandro Volta que realizou a descoberta da pilha voltaica, além de reconhecer que o estímulo elétrico, em durações variadas, poderia evocar diferentes efeitos fisiológicos. Em 1802, Giovanni Aldini realizou a estimulação elétrica das meninges e superfícies corticais de cadáveres recentemente decapitados e obteve contrações dos músculos de uma hemiface, concluindo que a superfície cortical era eletricamente excitável (PRIORI, 2003).

Com isso, crescentes foram os interesses na formulação de técnicas que modulassem a polarização cerebral, caracterizando técnicas de grande importância para o tratamento de patologias neurológicas, principalmente por serem técnicas não-invasivas (OKANO et al, 2013).

A ETCC, teve sua primeira investigação desenvolvida por Priori e se constituiu numa técnica de neuromodulação mais simples e menos dispendiosa financeiramente. Anos depois, Nitsche e Paulus, inspirados pelo trabalho de Priori e colaboradores demonstraram que a aplicação de corrente contínua de baixa intensidade sobre o escalpo era capaz de alterar a excitabilidade cortical em até 40%, mesmo horas após a estimulação inicial. A partir do ano 2000, iniciou-se a fase de estudos de aplicabilidade clínica do ETCC para uma variedade de condições neuropsiquiátricas, sendo depressão, acidente vascular cerebral (AVC) e dor as principais linhas de pesquisa (SCHESTATSKY, 2017).

Mesmo com o advento da farmacoterapia e da estimulação transcraniana de alta intensidade (Eletroconvulsoterapia), o que por sua vez culminou com a diminuição de pesquisas envolvendo a neuromodulação de baixa intensidade, ocorreu no final do século XX, em decorrência de alto custo e efeitos colaterais, uma nova ascensão do uso e estudos de técnicas neuromodulatórias não-invasivas, por apresentar resultados positivos e baixo valor econômico (SCHESTATSKY, 2017; MONTENEGRO, et al. 2013).

### **3.3.2 Técnicas de Neuromodulação**

As técnicas de estimulação cerebral não-invasiva nas disfunções humanas estão baseadas no seu potencial para modular a excitabilidade cortical e a plasticidade. Inclui principalmente duas técnicas: Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) e a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) (CLEMENTINO, 2014).

Porém o enfoque do presente estudo será a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC), como modalidade terapêutica principal no tratamento de dor lombar.

### **3.3.3 Corrente Contínua Terapêutica**

Historicamente conhecida como corrente galvânica, a corrente contínua (CC) ou direta é a corrente elétrica unidirecional que flui em uma única direção por pelo menos um segundo (ALENCASTRO, 2016).

O fluxo de uma corrente contínua pode ser modulado para propósitos clínicos. As três modulações mais comuns são: reversa, interrompida e com rampa. Na corrente contínua reversa, a direção do fluxo da corrente é invertida, a amperagem é negativa, ou seja -1mA. A corrente flui na direção correta por pelo menos um segundo e na direção oposta pelo mesmo tempo (ALENCASTRO, 2016).

A característica da corrente contínua interrompida é o espaçamento de pelo menos um segundo entre os momentos que a corrente passa. A interrupção é normalmente conseguida por meio de um interruptor manual ou automático. A indicação mais comum é na estimulação de músculos denervados durante o eletrodiagnóstico ou em neuromodulação, como a ETCC. A última variação da modulação da corrente contínua é uma opção mais confortável para o paciente, no qual o pulso elétrico aumenta gradativamente a amplitude até alcançar a amplitude ideal. Desta forma, a ETCC é uma técnica de modulação cortical não invasiva e indolor, que é capaz de elevar a excitabilidade cortical com a estimulação anódica, ao passo que com a estimulação catódica é capaz de diminuir a excitabilidade do córtex cerebral da região subjacente e, assim, interferir em diversas funções cognitivas e motoras a depender da localização do estímulo (FREEGNI et al, 2006; BOGGIO et al, 2009).

Efeitos positivos na terapêutica com ETCC estão relacionados à densidade de corrente e à carga total aplicadas. A densidade de corrente corresponde à relação entre a intensidade da corrente utilizada e a área do eletrodo, enquanto a carga total equivale à razão entre a intensidade da corrente administrada e o produto entre a área do eletrodo e a duração da estimulação (NITSCHE, 2003).

### **3.3.4 Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC)**

Com os avanços tecnológicos, terapias não invasivas para modular a função cerebral vêm sendo desenvolvidas, dentre as quais se destaca a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) (PRIORI, 2003).

As técnicas de estimulação cerebral não-invasiva, como o ETCC, nas disfunções humanas estão baseadas no seu potencial para modular a excitabilidade cortical e a plasticidade cerebral (CLEMENTINO, 2014).

O aparelho de ETCC é constituído por tais componentes: eletrodos (ânodo e cátodo), amperímetro para avaliar a intensidade da corrente elétrica, potenciômetro para a manipulação da intensidade da corrente e um conjunto de baterias para a geração de energia (MARINHEIRO, 2013).

A técnica de ETCC consiste na aplicação de corrente elétrica fraca e contínua que varia entre 0,4 – 2mA durante 3 a 20 minutos sobre o córtex por meio de eletrodos dispostos no couro cabeludo do paciente. Esses eletrodos de superfície são posicionados em áreas específicas para se alcançar o objeto da terapia e são compostos por borracha condutora de eletricidade e cobertos por uma esponja embebida em solução salina (SILVA, et al. 2013; NITSCHKE et al., 2007).

A energia do aparelho é geralmente fornecida por meio da associação das três baterias de 9 volts que gera uma tensão total de 27 volts. Esta tensão é aplicada no potenciômetro com resistência igual a 100 KOhms. O potenciômetro possibilita a graduação da tensão entre 0 e 27 volts, tornando o equipamento possível de ajustar a uma tensão desejada (MARINHEIRO, 2013).

Dentre os benefícios observados na aplicação da ETCC, é possível destacar o potencial efeito analgésico para os casos de dor crônica de variadas etiologias. Quando aplicado sobre o córtex motor primário, com estimulação anódica, a ETCC apresenta como uma técnica alternativa mais eficaz do que a estimulação magnética (LEFAUCHEUR et al, 2008).

Os efeitos benéficos da ETCC dependem de fatores como área motora estimulada, estado geral de saúde do indivíduo, duração e intensidade da estimulação, bem como a polaridade do eletrodo (ANTAL et al, 2007).

Distingue-se, por apresentar efeitos polaridade-dependentes, ou seja, o ânodo atua favorecendo a despolarização neuronal, com efeito estimulador, e por sua vez, o cátodo atua favorecendo a hiperpolarização, ou seja, a inibição do potencial de ação neuronal. Essa estimulação perdura além do período da terapia, podendo estes efeitos persistirem por algumas horas até por várias semanas, de acordo com os parâmetros de estimulação utilizados (BRUNONI et al, 2012).

A dor ativa uma rede neuronal distribuída pelo cérebro a qual recebe o nome de neuromatrix da dor, e é sobre ela que a ETCC estabelece a ação de neuromodulação. As

regiões que fazem parte da neuromatrix da dor são superficiais e envolvem: o córtex sensorial primário (S1), o córtex motor primário (M1) e o córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL). Outras estruturas mais profundas também estão envolvidas, dentre elas o tálamo, a ínsula, o córtex cingulado anterior e a substância cinzenta periaquedutal (VASEGHI; ZOGHI; JABERZADEH, 2015).

O local de estimulação da ETCC é importante no efeito desejado para o alívio da dor, a região do córtex sensorial primário (S1) é associada aos componentes sensitivos da dor como localização, intensidade e discriminação da qualidade da dor. Já o córtex motor primário (M1) possui uma conectividade funcional com estruturas como o tálamo que faz com que o SNC regule o sistema musculoesquelético em relação a situações dolorosas. E o córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL) está intimamente relacionado com funções cognitivas, de atenção, antecipação e emoção da dor durante seu processamento (VASEGHI; ZOGHI; JABERZADEH, 2015).

A ETCC atua por induzir mudanças sustentadas no potencial de membrana das células neurais e por modificar o potencial neuronal, a corrente controla a sequência de disparos neuronais, o que por sua vez influencia o limiar de excitabilidade das estruturas neurais (MENDONÇA; FREGNI, 2012).

A estimulação elétrica sinaliza receptores neuronais por meio da manipulação de canais iônicos ou por modificação de gradiente elétrico, os quais influenciam o equilíbrio elétrico de íons dentro e fora da membrana neural. Ocorre modulação do limiar de repouso da membrana e o envolvimento de neurotransmissores químicos tanto pré como pós-sinápticos. A despolarização que ocorre pela estimulação anódica aumenta a concentração de Glutamato, o que induz o influxo de corrente que ocorre via receptor NMDA voltagem dependente e a despolarização da membrana pós-sináptica acompanhada por estímulo pré-sináptico aumentado. Essas ações levam a um aumento da força de expressão sináptica mediada por receptor NMDA provavelmente por meio do aumento dos níveis de cálcio intracelular intensificando mecanismos de modelos de potencialização a longo prazo (LTP) e de depressão a longo prazo (LTD) (CLEMENTINO, 2014).

Por modificar o potencial neuronal, a corrente modula a frequência de disparos neuronais e influencia o limiar de excitabilidade das estruturas neurais. Durante uma única aplicação, os eletrodos realizam funções diferentes, ânodo excitando e cátodo inibindo, sendo necessária a compreensão sobre a melhor área para aumentar ou inibir a excitação cortical, este é o desafio da aplicação da ETCC. O ânodo atua favorecendo a

despolarização neuronal, com efeito estimulador, e por sua vez, o cátodo atua favorecendo a hiperpolarização, ou seja, a inibição do potencial de ação neuronal (MENDONÇA; FREGNI, 2012).

O envolvimento dos receptores NMDA na neuroplasticidade, pela estimulação anódica ou catódica, é um indicativo do papel destes receptores na manutenção dos efeitos ao longo do tempo, com papel conhecido no modelo de LTP e LTD (ANDRADE; OLIVEIRA, 2015).

A relação entre ETCC e receptores NMDA pode ser observada pela administração de um bloqueador de canais de  $\text{Na}^{++}$ , a carbamazepina (CBZ), e um antagonista do receptor NMDA, a dextrometorfana (DMO) na análise de suas interferências sobre os efeitos da estimulação. Há supressão dos efeitos tanto catódicos quanto anódicos após administração de DMO, o que elucida o envolvimento dos receptores NMDA nos mecanismos de neuroplasticidade nos dois tipos de ETCC. Há supressão dos efeitos anódicos (excitabilidade) perante a CBZ, indicando participação dos canais de  $\text{Na}^{++}$  nesta polaridade (MONTENEGRO, et al. 2014).

Os neurônios inibitórios GABAérgicos predominam no córtex cerebral e sua atividade está também relacionada aos efeitos neuroplásticos da eletroestimulação, pelo mecanismo LTP. A estimulação anódica em M1 leva a redução dos receptores do ácido-gama-aminobutírico (GABA) e uma consequente alteração de maior rapidez no grau de aprendizagem motora (ANDRADE; OLIVEIRA, 2015).

Andrade e Oliveira (2015) afirmam que a ETCC é capaz de alterar o fluxo sanguíneo cerebral, induzindo um aumento do fluxo em estimulação anódica e o inverso com corrente catódica. Os efeitos modulam a atividade neural não apenas na área estimulada e nem apenas regiões subjacentes à área, mas também em uma rede de regiões corticais que são funcionalmente relacionadas com o local onde o eletrodo se encontra posicionado.

Há evidências de que quando aplicada por tempo prolongado, a ETCC ocasiona alterações sinápticas que resultam em mudança transitória da rede neural apresentando efeitos terapêuticos (ANTAL; PAULUS, 2010).

A técnica de ETCC pode permitir também a estimulação fictícia, denominada ‘*sham*’, sendo frequentemente utilizada em ensaios clínicos duplo cego (CLEMENTINO, 2014).

### 3.3.5 Estudos com ETCC e Modulação da Dor

Os efeitos analgésicos da ETCC tem um papel coadjuvante e potencializado no tratamento de paciente com dor crônica, quando associado à administração de fármacos. Este efeito pode ser explicado pela capacidade de orientação da plasticidade cerebral, sendo assim, indicada a estados de dor que necessitam de certa reorganização da atividade do sistema nervoso central (ANTAL; PAULUS, 2010).

Confome Marlow; Bonilha e Short (2013) ensaios clínicos usando ETCC para o tratamento da dor têm demonstrado efeitos moderados, embora existam variabilidades nos resultados. A modulação através do ânodo no córtex motor primário aumenta o potencial de membrana e leva a efeitos analgésicos.

Boggio (2008) em seu estudo confirmou o efeito benéfico da ETCC sobre os parâmetros de dor em humanos, através da estimulação anódica aplicada sobre o córtex motor primário, obtendo respostas satisfatórias em relação à dor crônica.

No estudo de Riberto (2008), 23 mulheres com fibromialgia foram divididas aleatoriamente em dois grupo, um com ETCC anódica sobre M1 e o cátodo na supra-orbital, com corrente de 2mA por 20 minutos durante 10 sessões, uma vez na semana, já o segundo grupo recebeu estimulação *sham* pelo mesmo período de tempo. Como resultado houve melhora significativa no grupo ativo em relação a pontuação do domínio da dor do Questionário de Impacto da Fibromialgia (de  $2,66 \pm 12,9$  para  $45,6 \pm 15,1$  ao final do tratamento,  $p= 0,006$ ), porém outros dados comparados como E.V.A inicial e final, Escala de Hamilton e Índice de Depressão de Beck não obtiveram melhora marginalmente significativa entre ambos os grupos.

Utilizando apenas a técnica de eletroestimulação em pacientes com DTM com os mesmos parâmetros supracitados (ETCC anódica por 5 sessões de 20 minutos com 2mA sobre M1), Donnel et al. (2015) verificam melhoras significativas para a dor clínica e medidas motoras no grupo de ETCC ativa, sendo observado alívio da dor acima de 50% na EVA após quatro semanas e abertura indolor da boca durante uma semana. Concluindo que a estimulação de M1 por ETCC melhorou seletivamente a dor sensorial-discriminativa e medidas motoras durante a estimulação e até quatro semanas após o tratamento em pacientes com dor miofascial crônica por DTM.

Oliveira (2013), em seu estudo analisou clinicamente o efeito da ETCC associada ao tratamento cinesioterapêutico em sujeitos com dor e disfunção temporomandibular crônica. 32 indivíduos foram randomicamente assignados a: ETCC+exercícios ou ETCC

simulada+exercícios. O protocolo de tratamento seguido foi: cinco sessões consecutivas de ETCC com duração de 20 minutos, intensidade de 2 mA., mais dez sessões de exercícios orofaciais e cervicais. Os resultados foram: diferença estatisticamente significativa na intensidade da dor EVA ( $p<0,01$ ) no grupo ETCC+ exercícios com uma redução de 78% na intensidade da dor no mesmo grupo e de 55% no grupo ETCC simulada+ exercícios. Os pacientes mostraram redução significativa ( $p<0,001$ ) na dor à pressão dos músculos cervicais e na região anterior e posterior do côndilo mandibular porem sem diferenças entre grupos. Podendo concluir que houve resultados positivos em ambas as técnicas no controle da dor.

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

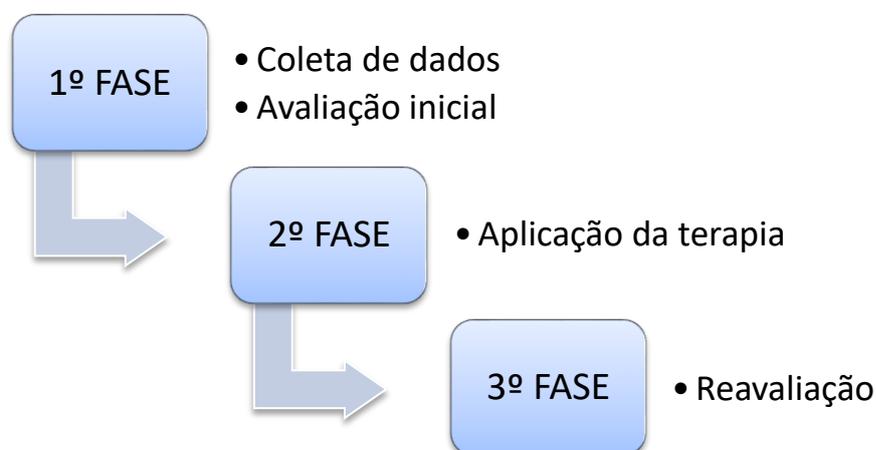
O presente estudo trata-se de uma pesquisa, quantitativa, explicativa, experimental, ensaio clínico não randomizado, que foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba (número do parecer 86720317.4.0000.5187), estando, no ponto de vista normativo, em conformidade com a resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. A coleta de dados foi realizada no período de maio a junho do ano de 2018, no Laboratório de Motricidade Humana e Neurociências (LAMHNEC), situado no Departamento de Fisioterapia, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – CCBS, no Campus I da UEPB.

Os participantes da pesquisa foram informados sobre os objetivos do estudo e em seguida assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A), ao final foram selecionados indivíduos com idade entre 18 e 31 anos, de ambos os gêneros, com diagnóstico clínico de dor lombar. Os pacientes foram alocados nos grupos da pesquisa de acordo com a disponibilidade de horário dos mesmos.

Foram excluídos os participantes que possuíam histórico de uso abusivo de álcool e/ou drogas ilícitas nos últimos 6 meses, uso de remédios com ação muscular nos últimos 6 meses, ter histórico de doenças neurológicas, doenças psiquiátricas, possuir implante metálico na cabeça, presença de trauma direto ou cirúrgico na região craniana e gravidez.

A metodologia do desenvolvimento do plano terapêutico do presente estudo, foi composta por três fases distintas, como é visualizados na figura a seguir:

**Figura 1** - Fases do desenvolvimento do plano terapêutico.



**Fonte:** Acervo da pesquisa.

A primeira fase foi marcada pela coleta de dados, na qual foram utilizados: a avaliação cinética-funcional (APÊNDICE B), o Questionário de McGill (ANEXO A), o Limiar de Dor por Pressão (LDP), a Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) e a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC).

Para avaliar a qualidade da dor foi utilizado o Questionário de McGill, instrumento que avalia vários aspectos da dor por meio de palavras (descritores) que o paciente escolhe para expressar a sua dor, ao final essas palavras fornecem medidas quantitativas da dor. Os descritores são divididos em quatro grupos: sensorial discriminativo, afetivo motivacional, avaliativo cognitivo e miscelânea. A escolha dos descritores para nomear a dor vai depender da experiência prévia, do estresse emocional, da condição física e cognitiva do indivíduo, gerando dessa forma a qualidade da dor sentida.

Nesse contexto, solicitou-se que os indivíduos selecionassem uma expressão de cada grupo, de acordo com a caracterização da sintomatologia dolorosa sentida por cada um. A partir das palavras escolhidas em cada dimensão, foi possível obter um quantitativo da sensação dolorosa dos voluntários avaliados. Os valores são somados e dessa forma é gerado o índice final da dor.

A avaliação do LDP foi realizada através da algometria, na qual utilizou-se o algômetro analógico FDN 100 da Wagner Force Dial™. Para o procedimento os indivíduos se posicionaram de pé, mantendo o tronco ereto. O algômetro foi posicionado perpendicularmente no músculo quadrado lombar direito/esquerdo (ao nível das cristas ilíacas), exercendo uma compressão constante e gradual. Esses pontos foram pressionados até a intensidade na qual o participante relatou dor/desconforto, dessa forma foi gerado o valor do LDP de cada paciente.

Para avaliação do LM foi utilizado o Estimulador Magnético Transcraniano (EMT), da marca Neurosoft - Neuro-MS 5, fabricado na Rússia, na modalidade single pulse, com bobina em formato de oito. Foi usado o sistema internacional 10-20 de Eletroencefalograma para marcação do hot-spot do M1, na qual os indivíduos receberam uma toca de cabelo e foram posicionados sentados em uma cadeira, com os pés tocando o chão, palmas das mãos sobre as coxas e viradas para cima, dessa forma foi verificado o LM do músculo adutor do polegar. A segunda forma de utilização do EMT para verificação do limiar motor, foi sobre o músculo quadrado lombar direito/esquerdo, os pacientes adotaram posição ortostática.

**Figura 2** – EMT para marcação do hot-spot do M1.



**Fonte:** Acervo da pesquisa.

**Figura 3** - EMT para verificação do limiar motor do músculo lombar.



**Fonte:** Acervo da pesquisa.

Realizada as avaliações, iniciou-se a segunda fase, que foi composta pela aplicação da terapia, nesse sentido os pacientes do grupo controle receberam uma cartilha (APÊNDICE C) que consta de cinco exercícios autoexplicativos para estabilização segmentar da região lombar. Foi informado aos pacientes deste grupo que os mesmos deveriam realizar a série de exercícios uma vez ao dia por cinco dias consecutivos. O grupo experimental recebeu a mesma cartilha, devendo executar os

exercícios de forma semelhante, contudo realizou-se também nesses pacientes a aplicação da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua. O aparelho de ETCC da marca “ETCC Bio-System”, foi utilizado seguindo os referentes parâmetros: intensidade de 2 mA, 20 minutos, durante cinco dias corridos. Os eletrodos de borracha foram envoltos em esponja embebida em solução salina e posicionados da seguinte forma: eletrodo anódico sobre o córtex motor primário (M1) e eletrodo catódico sobre a área supra-orbital contralateral.

Ao final do tratamento, iniciando a terceira e última fase, foi realizada a reavaliação, na qual se repetiu os mesmos procedimentos executados na avaliação inicial da primeira fase para verificar a evolução do quadro clínico em ambos os grupos.

**Figura 4** - Aparelho ETCC BIO-SYSTEM.



Fonte: Arcevo da Pesquisa.

**Figura 5** - Colocação dos eletrodos em voluntário da pesquisa.



Fonte: Arcervo da pesquisa.

Após a coleta, os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e inferencial, através do software Statistical Package for Social Science (SPSS) versão 16.0. Para a análise comparativa das condições foram considerados como significativos estatisticamente quando apresentarem valor de  $p < 0,05$ .

## 5 RESULTADOS

Após a reavaliação fisioterapêutica, trinta e dois indivíduos obedeceram aos critérios de inclusão, sendo vinte do sexo feminino e doze do sexo masculino. O grupo experimental apresentou média de idade de 21,9 anos e o grupo controle de 24,9 anos (Tabela 1).

**Tabela 1** - Caracterização dos grupos amostrais por sexo e idade.

<b>Variável</b>	<b>Grupo Experimental</b>	<b>Grupo Controle</b>	<b>Total (%)</b>
<b>Sexo</b>			
Femenino (n)	06	14	62,5%
Masculino (n)	10	02	37,5%
<b>Idade (anos)</b>			
Média	21,9	24,9	-
Desvio Padrão	2,9	4,2	-

**Fonte:** Acervo da Pesquisa.

Na tabela 2 encontram-se os valores obtidos através da aplicação do Questionário de McGill – Avaliação Padrão da Dor. Nesse sentido, é analisado o índice (score) final da dor, antes e após a intervenção em cada grupo do estudo.

**Tabela 2.** Dados do índice final da dor do Questionário de McGill.

<b>Variáveis</b>	<b>Grupo Experimental</b>		<b>Grupo Controle</b>	
	<b>Pré</b>	<b>Pós</b>	<b>Pré</b>	<b>Pós</b>
<b>Média</b>	24,9	11,2	24,8	13,4
<b>Desvio Padrão</b>	14,7	12,6	11,8	9,3

**Fonte:** Acervo da Pesquisa.

A partir dos valores obtidos através da média do índice final da dor (pré e pós) é possível afirmar que houve melhora na sensação dolorosa referida pelos voluntários, visto

que o valor da média diminuiu em ambos grupos do estudo, ou seja, houve redução de 55% no grupo experimental e 46% no grupo controle. Deste modo, ao comparar as avaliações pré e pós tratamento, o grupo experimental e o grupo controle apresentaram ganho estatisticamente significativo com  $p= (0,007674)$  e  $p= (0,023011)$

Os resultados obtidos a partir do LDP, mensurado pela algometria, estão distribuídos na Tabela 3.

**Tabela 3.** Limiar de Dor por Pressão do músculo quadrado lombar direito/esquerdo.

	Grupo Experimental				Grupo Controle			
	Quadrado Lombar				Quadrado Lombar			
	Direito		Esquerdo		Direito		Esquerdo	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
<b>Média (kgf)</b>	27,5	34,5	27,3	34,3	31,7	28,5	30	29,8
<b>Devio Padrão</b>	13,1	17,7	10,9	14,5	9,4	7,9	11,5	9,1
<b>Máximo (kgf)</b>	70	91	57	78	55	48	52	44
<b>Mínimo (kgf)</b>	14	9	13	9	20	21	6	12

**Fonte:** Acervo da pesquisa.

Nota-se que apenas no grupo experimental houve aumento da média após o tratamento, aumento esse de aproximadamente 20%, sendo possível observar resultado maior na média do LDP para o músculo quadrado lombar direito (34,5 kgf).

No LDP do músculo quadrado lombar direito, comparando as avaliações pré e pós tratamento, o grupo experimental e o grupo controle apresentaram ganho estatisticamente significativo com  $p= (0,00000065)$  e  $p= (0,004001)$  respectivamente.

Para o LDP do músculo quadrado lombar esquerdo, o grupo experimental teve ganho significativo comparando a avaliação inicial e final ( $p=0,00000326$ ), já o grupo controle não obteve ganho estatisticamente significativo ( $p=0,087084$ ), ao comparar as avaliações pré e pós.

Na tabela 4 encontram-se os dados do Limiar Motor (LM) do músculo quadrado lombar direito/esquerdo, separados por grupos de intervenção.

**Tabela 4.** Limiar Motor do músculo quadrado lombar direito/esquerdo.

	<b>Grupo Experimental</b>				<b>Grupo Controle</b>			
	<b>Quadrado Lombar</b>				<b>Quadrado Lombar</b>			
	Direito		Esquerdo		Direito		Esquerdo	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
<b>Média (%)</b>	60	51,3	64,1	52,1	56,5	48,9	51,3	45,5
<b>Desvio Padrão</b>	0,10	0,11	0,13	0,12	0,07	0,06	0,11	0,10
<b>Máximo (%)</b>	75	70	88	72	75	61	76	65
<b>Mínimo (%)</b>	45	36	34	35	43	41	40	33

**Fonte:** Acervo da pesquisa.

Analisando os dados obtidos, é possível verificar, através da média, que houve diminuição do limiar motor do músculo quadrado lombar direito/esquerdo após o tratamento em ambos os grupos. A melhor resposta do limiar motor foi observada no grupo experimental, quadrado lombar esquerdo, visto que o valor médio do pré tratamento foi 64,1% e após a intervenção foi para 52,1%.

Para o Limiar Motor (LM) do músculo quadrado lombar direito, o grupo experimental teve ganho significativo comparando a avaliação inicial e final ( $p=0,029605$ ), diferentemente o grupo controle não obteve ganho estatisticamente significativo ( $p=0,428025$ ).

Para o Limiar Motor (LM) do músculo quadrado lombar esquerdo comparando as avaliações pré e pós, o grupo experimental e o grupo controle apresentaram ganho estatisticamente significativo com  $p=0,001969$  e  $p=0,000103$  respectivamente.

Os dados referentes a marcação do hot-spot do M1, mensurado pela EMT, para verificação do limiar motor do músculo adutor do polegar, estão distribuídos na tabela 5.

**Tabela 5.** Dados da marcação do hot-spot do M1, pré e pós intervenção.

<b>Variáveis</b>	<b>Grupo Experimental</b>		<b>Grupo Controle</b>	
	Pré	Pós	Pré	Pós
<b>Média (%)</b>	44,2	42,2	45,7	46,5
<b>Desvio Padrão</b>	0,06	0,08	0,08	0,08

**Fonte:** Acervo da Pesquisa.

Na tabela 5, apenas o grupo experimental obteve resultado favorável, visto que houve diminuição em 5% da média do Limiar Motor após o tratamento. Desso modo, ao comparar as avaliações pré e pós tratamento, o grupo experimental apresentou resultado estatisticamente significativo com  $p= 0,003376$ , já o grupo controle não obteve ganho estatisticamente significativo ( $p= 1,208556$ ).

## 6 DISCUSSÃO

A partir da coleta de dados é possível analisar que 62,5 % da amostra foi composta por mulheres, concordando com o estudo de Zanuto et al (2015), no qual foi relatada maior prevalência de dor lombar no sexo feminino. Tal fato pode ser justificado por estudos como o de Coelho et al (2016), no qual mostra que o gênero feminino possui maior probabilidade de desenvolver esta disfunção dolorosa por apresentar alterações hormonais que acontecem na segunda semana do ciclo menstrual.

Uma segunda associação entre dor lombar e sexo feminino é justificada no estudo de Silva et al (2004), na qual fatores como a dupla jornada de trabalho da mulher moderna e diferenças anatomo-funcionais, influenciam no surgimento de dores lombares.

Segundo Leite et al (2015), a coluna vertebral está constantemente submetida a diversas forças, podendo agravar-se devido às mudanças posturais que deslocam o centro de gravidade do corpo. O desalinhamento dessas peças ocorre com certa frequência e a incidência de lombalgia é cerca de 60% a 80% na população adulta em algum momento da vida, principalmente em adultos jovens na sua fase produtiva, entre 22 a 45 anos de idade, corroborando com os achados da amostra, na qual a idade média dos participantes foi de 23,4 anos.

De acordo com Stein (1988), o questionário de dor McGill (MPQ) avalia as qualidades sensoriais, afetivas, temporais e miscelânea da dor. Além disso, é um dos questionários mais referenciados mundialmente e usados na prática clínica, existe também grande evidência da validade, confiabilidade e habilidade discriminativa do MPQ quando usado com adultos jovens. Nos resultados de nosso estudo foi observado que houve diminuição na média do questionário pós tratamento em ambos os grupos, evidenciando que houve uma melhora na qualidade da dor referida pelos pacientes.

Na análise da resposta neurofisiológica da mensuração do Limiar de Dor por Pressão (LDP) no músculo quadrado lombar, foi possível identificar resultados obtidos através da algometria de pressão pré e pós intervenção com ambos grupos do estudo.

A escolha do músculo quadrado lombar é justificada pela prevalência de disfunção miofascial presentes nos mesmos como mostrado no estudo realizado por Chen & Nizar, (2011) que observou cerca de 44,8% de acometimento desse músculo.

Observou-se no presente estudo, que o grupo experimental, ao final da intervenção, demonstrou aumento da resistência à pressão dolorosa nas musculaturas

avaliadas (direito/esquerdo), quando comparado ao grupo controle, que não obteve aumento das médias após o tratamento.

Diante dos resultados, o tratamento com ETCC do grupo experimental sugere maior geração de efeitos moduladores sobre a intensidade da dor lombar, em relação ao grupo que não realizou tratamento com ETCC. O aumento do LDP após intervenção da ETCC para cada músculo demonstra um aumento da tolerância à pressão na região dolorosa e um possível efeito positivo na diminuição da intensidade da dor na região lombar.

No estudo realizado por Silva (2017), o mesmo avaliou 18 jovens divididos em dois grupos, o grupo A, utilizou a técnica de agulhamento seco, no grupo B foi utilizada a ETCC (intensidade de 2mA, por 20 minutos). Um dos instrumentos utilizados para avaliar o desempenho de ambas as técnicas no tratamento da dor lombar foi a algometria. Em ambos os grupos de intervenção (grupos A e B) houve aumento das medianas do LDP nos músculos estudados, porém o tratamento com ETCC obteve maior resultado em geração de efeitos moduladores sobre a intensidade da dor, aumentando assim o LDP nos mesmos.

Confrontando alguns estudos, o aumento do LDP observado nos indivíduos do grupo experimental pode ser explicada através do fato que a técnica de ETCC direciona áreas de processamento da dor dentro do cérebro, visando reduzir a intensidade da dor como efeito imediato (LUEDTKE et al, 2015).

Ziemann et al (1998) afirmam que o limiar motor (LM) representa a medida de excitabilidade de membrana dos neurônios do trato córtico-espinhal, e quanto maior o LM, menor a excitabilidade neuronal. O LM é a mínima energia requerida pela EMT para produzir uma reação motora observável, varia de acordo com o sujeito.

Em nosso estudo foi possível observar alteração da excitabilidade cortical através da verificação do Limiar Motor do músculo quadrado lombar. Nos dois grupos da pesquisa, após a finalização do tratamento, os pacientes obtiveram diminuição do LM, ou seja, houve aumento da excitabilidade neuronal, comprovando que houve neuromodulação.

Em relação os dados referentes a marcação do hot-spot do M1, mensurado pela Estimulação Magnética Transcraniana (EMT), para verificação do Limiar Motor do músculo adutor do polegar, foi verificado que apenas o grupo experimental obteve diminuição da média do LM após o tratamento, confirmando que houve aumento da excitabilidade neuronal nesses pacientes.

Os achados da maior excitabilidade neuronal presentes nos pacientes do grupo experimental, verificados através do LM, podem ser justificados através da terapia com ETCC e do posicionamento do eletrodo sobre a região alvo de M1. Visto que, no estudo de Foerster et al (2019), os mesmos investigaram em 15 voluntárias saudáveis, fatores críticos que favorecem a alteração da excitabilidade da membrana neuronal através da utilização da ETCC. Foi utilizada a EMT para avaliar tais efeitos, como resultado a modulação da excitabilidade cortical foi observada apenas quando o eletrodo alvo foi alinhado no ângulo de 45°, cobrindo a área do M1.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos achados clínicos desta pesquisa, foi possível observar que tanto a fisioterapia convencional, representada através dos exercícios da cartilha, quanto a terapia de ETCC trazem resultados satisfatórios no tratamento da dor lombar, esse fato pode ser justificado a partir das respostas obtidas através do Questionário de dor de McGill e do LM do músculo quadrado lombar.

Entretanto, apenas os pacientes que fizeram uso da técnica de ETCC apresentaram respostas de neuromodulação da dor, verificados através dos resultados da marcação do hot-spot do M1 por meio do LM do músculo adutor do polegar.

Dessa forma, a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua, apresenta-se como uma técnica promissora no tratamento de dor lombar, visto que essa terapia é capaz de promover aumento da modulação cortical e consequente neuromodulação da dor. Constatando assim, que a ETCC faz diferença no tratamento para dor lombar, produzindo resultados satisfatórios.

Contudo, sugere-se realizar mais estudos nessa área, englobando maior número amostral, com desenvolvimento de protocolos com número de sessões e tempo de estimulação diferentes, para que novos planos terapêuticos surjam, possibilitando assim tratamento cada vez mais eficaz aos portadores de dores crônicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCASTRO, Aline Simões de. **Estimulação transcraniana por corrente contínua: efeitos sobre a memória operacional de idosos.** Tese de Dissertação. Brasília, 2016.

ALMEIDA, Darlan Castro; KRAYCHETE, Durval Campos. Dor lombar – uma abordagem diagnóstica. **Revista Dor.** v. 18, n. 2, p. 173-7, 2017.

ANDRADE, Sandra Cristina de; et al. Escola de Coluna: revisão histórica e sua aplicação na lombalgia crônica. **Revista Brasileira de Reumatologia.** v. 45, n. 4, p. 224-228, 2005.

ANDRADE, S. M; OLIVEIRA, E. A. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua no Tratamento do Acidente Vascular Cerebral: Revisão de Literatura. **Revista Neurociências.** v. 23, n. 2, p. 281-290, 2015.

ANTAL, A. et al. Towards unravelling task-related modulations of neuroplastic changes induced in the human motor cortex. **European Journal of Neuroscience.** v. 26, n. 9, p. 2687-91, 2007.

ANTAL, A.; PAULUS, W. Transcranial magnetic and direct current stimulation in the therapy of pain. **Schmerz.** v. 24, p.161-6, 2010.

BACCHI, Caroline de Andrade; et al. Avaliação da qualidade de vida, da dor nas costas, da funcionalidade e de alterações da coluna vertebral de estudantes de fisioterapia. **Motriz: Revista de Educação Física.** v.19, n.2, p.243-251, 2013

BATISTA, Ana Gabriela de Lima; VASCONCELOS, Luciana Auxiliadora de Paula. Principais queixas dolorosas em pacientes que procuram clínica de Fisioterapia. **Revista Dor.** v. 12, n. 2, p. 125-30, 2011.

BOGGIO, P. S. et al. Modulatory effects of anodal transcranial direct current stimulation on perception and pain thresholds in healthy volunteers. **European Journal of Neuroscience.** v. 15, n. 10, p.1124-30, 2008.

BOTTAMEDI, Xayani; et al. Programa de tratamento para dor lombar crônica baseado nos princípios da Estabilização Segmentar e na Escola de Coluna. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho.** v. 14, n. 3, p. 206-13, 2016.

BRAZIL, A. V.; et al. Diagnóstico e Tratamento das Lombalgias e Lombociatalgias. **Projeto Diretrizes.** 2001.

BRUNONI, A. R; et al. Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): challenges and future directions. **Brain Stimulation.** v. 5, p. 175-95, 2012.

CANAVAN, P. K. **Reabilitação em medicina esportiva:** um guia abrangente. São Paulo: Manole; 2001.

CHEN, Chee Kean; NIZAR, Abd Jalil. Myofascial pain syndrome in chronic back pain patients. **The Korean Journal of Pain.** v. 24, n. 2, p. 100-104, 2011.

CLEMENTINO, A. C. C. R. **Impacto da estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao treinamento de marcha com pistas na mobilidade funcional na Doença de Parkinson**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, 2014.

COELHO, Daniel Martins et al. Prevalência da disfunção miofascial em indivíduos com dor lombar. **Acta fisiátrica**, v. 21, n. 2, p. 71-74, 2016.

CUNHA, Lorena Lourenço; MAYRINK Wildete Carvalho. Influência da dor crônica na qualidade de vida em idosos. **Revista Dor**. v. 12, n. 2, pg. 120-4, 2011.

DONNELL, A. et al. High-Definition and Non-invasive Brain Modulation of Pain and Motor Dysfunction in Chronic TMD. **Brain Stimulation**, v. 8, n. 6, p. 1085-1092, 2015.

DUTTON, Mark. **Fisioterapia Ortopédica: Exame, avaliação e intervenção**. Ed. Artmed, Porto Alegre, 2006.

DUVAL NETO, G. F. **Dor: Princípios e prática**. Porto Alegre: Editora Artmed, p. 319-334, 2009.

FOERSTER, Aguida; et al. Effects of electrode angle-orientation on the impact of transcranial direct current stimulation on motor cortex excitability. **Brain Stimulation**. v. 12, p. 263-266, 2019.

FERREIRA, D. F. **Eficácia da estabilização segmentar nas lombalgias**. Trabalho de Conclusão de Curso. Campina Grande, 2011.

FREGNI, F. et al. A Randomized, sham-controlled, proof of principle study of transcranial direct current stimulation for the treatment of pain in fibromyalgia. **Arthritis & Rheumatism**. v. 54, n. 12, p. 3988-3998, 2006.

FURTADO, Rita Neli Vilar; et al. Dor lombar inespecífica em adultos jovens: fatores de riscos associados. **Revista Brasileira de Reumatologia**. v. 54, n. 4, p. 371-377, 2014.

HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HEYMANS, M. W.; et al. Back schools for non-specific low-back pain. **The Cochrane Database of Systematic Reviews**. v. 18, n. 4, 2004.

KOLYNIK, I. E. G. G.; CAVALCANTI, S. M. B.; AOKI, M. S. Avaliação Isocinética da Musculatura Envolvida na Flexão e Extensão do Tronco: Efeito do método Pilates. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.10, 2004.

KORELO, Raciele Ivandra Guarda; et al. Efeito de um programa cinesioterapêutico de grupo aliado à escola de postura, na lombalgia crônica. **Fisioterapia e Movimento**. v. 26, n. 2, p. 389-394, 2013.

LEFAUCHEUR, J. P. et al. The use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) and transcranial direct current stimulation (tDCS) to relieve pain. **Brain Stimulation**. v. 1, n. 4, p. 337-44, 2008.

LEITE, Andréia Aparecida Andrade de Santana; et al. Dor lombar e exercício físico: uma revisão sistemática. **Revista Baiana de Saúde Pública**. v.39, n.2, p.442-459, 2015.

LIZIER, Daniele Tatiane; et al. Exercícios para Tratamento de Lombalgia Inespecífica. **Revista Brasileira de Anestesiologia**. v. 62, n. 6, p. 838-846, 2012.

LOBATO, D. F. M. Contribuições de um programa de escola de coluna a indivíduos idosos. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**. v. 7, n. 3, p. 370-80, 2010.

LOPES, C. H. C.; et al. Efeitos de um Programa de 6 semanas na bola suíça sobre a percepção da dor lombar em estudantes de educação física. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. 2006; 14(4): 15-21.

LUEDTKE, Kerstin; et al. Effectiveness of transcranial direct current stimulation preceding cognitive behavioural management for chronic low back pain: sham controlled double blinded randomised controlled trial. **Journal BMJ**. 350:h1640, 2015.

MACHADO, Guilherme Fortes; BIGOLIN, Simone Eickhoff. Estudo comparativo de casos entre a mobilização neural e um programa de alongamento muscular em lombálgicos crônicos. **Fisioterapia e Movimento**. v. 23, n. 4, p. 545-554, 2010.

MARQUES FILHO, Paulo Ricardo. Estimulação transcraniana por corrente contínua altera níveis de BDNF no sistema nervoso em modelo animal. **33ª Semana científica do hospital de clínicas de Porto Alegre**. v. 33, 2013.

MARINHEIRO, Richardson Correia. **A influência da estimulação transcraniana por corrente contínua nos parâmetros de dano muscular induzido pelo exercício**. Tese de Mestrado. Natal, 2013.

MARLOW, N. M.; BONILHA, H. S.; SHORT, E. B. Efficacy of transcranial direct current stimulation and repetitive transcranial magnetic stimulation for treating fibromyalgia syndrome: a systematic review. **Pain Practice Journal**. v. 13, n. 2, p. 13145, 2013.

MENDES, R. **Patologia do trabalho**. São Paulo: Atheneu; 2005.

MENDONÇA, M; FREGNI, F. **Neuromodulação Terapêutica: Princípios e avanços da estimulação cerebral não invasiva em neurologia, reabilitação, psiquiatria e neuropsicologia**. São Paulo: Editora Sarvier, 2012.

METZER, christiane; et al. **Cuidados de enfermagem e dor**. Lusociência, Loures, 2002.

MEUCCI; Rodrigo Dalke; et al. Dor lombar em adolescentes do semiárido: resultados de um censo populacional no município de Caracol (PI), Brasil. **Ciência e saúde coletiva**. v. 23, n. 3, 2018.

MONTENEGRO, R. A. et al. Estimulação transcraniana por corrente contínua: da aplicação clínica ao desempenho físico. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**. v. 12, n. 4, p. 27-37, 2013.

MUNIZ, C. G.; RODRIGUES, D. A eficácia dos exercícios de estabilização segmentar vertebral no tratamento das lombalgias. **Nova Fisio, Revista Digital**. v. 16, n. 90, 2013.

NITSCHKE M. A; et al. Modulation of cortical excitability by weak direct current stimulation-technical, safety and functional aspects. **Supplements to Clinical Neurophysiology**. v. 56, p. 255-76, 2003.

OKANO, Alexandre Hideki, et al. Estimulação cerebral na promoção da saúde e melhoria do desempenho físico. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, 20ª edição, p. 1-17, 2013.

OLIVEIRA, Lilian Anabel Becerra de. **Estimulação transcraniana com corrente contínua associada à cinesioterapia para a disfunção temporomandibular crônica: ensaio clínico, cego e randomizado**. Tese de Mestrado. Salvador, 2013.

OLIVEIRA, Felipe Santos de; et al. Efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) no córtex pré-frontal dorsolateral sobre a reprodução de intervalo de tempo. **Universitas Psychologica**. v. 15, n. 5, 2016.

OLIVEIRA, L. B. et al. Transcranial direct current stimulation and exercises for treatment of chronic temporomandibular disorders: a blind randomised-controlled trial. **Journal of Oral Rehabilitation**. v. 42, n. 10, p. 723-32, 2015.

OTTO, Shirley E. **Enfermagem em oncologia**. 3ª edição, Lusociência, Loures, 2000.

PEREIRA, Natália Toledo; et al. Efetividade de exercícios de estabilização segmentar sobre a dor lombar crônica mecânico-postural. **Fisioterapia e Movimento**. v. 23, n. 4, p. 605-614, 2010.

PONTE, Carla. Lombalgia em cuidados de saúde primários. Sua relação com características sociodemográficas. **Revista Portuguesa de Clínica Geral**. v. 21, p. 259-67, 2005.

PRIORI, A. Brain polarization in humans: a reappraisal of an old tool for prolonged non-invasive modulation of brain excitability. **Clinical Neurophysiology**. v. 114, n. 4, p. 589-95, 2003.

REINEHR, Fernanda Beatriz; et al. Influência do treinamento de estabilização central sobre a dor e estabilidade lombar. **Fisioterapia e Movimento**. v. 21, n. 1, p. 123-129, 2008.

REIS, L. A.; TORRES, G. V. Influence of chronic pain in the functional capacity of institutionalized elderly. **Revista Brasileira de Enfermagem**. v. 64, n. 2, p. 274-80, 2011.

REIS, Luciana Araújo; et al. Lombalgia na terceira idade: distribuição e prevalência na clínica escola de Fisioterapia da universidade estadual do sudoeste. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. v. 11, n. 1, p. 93-103, 2008.

RIBERTO, Marcelo. **Estimulação transcraniana com corrente contínua associada ao tratamento multidisciplinar da fibromialgia: um estudo duplo-cego, aleatorizado e controlado**. Tese de Doutorado, São Paulo, 2008.

SAKATA, R. e ISSY, A. **Nomenclatura e Classificação da Dor**. Ed. Guias de medicina ambulatorial e hospitalar da UNIFEST-EPM: dor. São Paulo, Manole, 2008.

SANTOS, C. M.; et al . The PICO strategy for the research question construction and evidence search. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. v. 15, n. 3, p. 508-11, 2007.

SCHESTATSKY, P. Introdução e histórico da neuromodulação não-invasiva. In: BRUNONI, A. R. **Princípios e práticas do uso da neuromodulação não invasiva em psiquiatria**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2017.

SILVA, Arthur Cellys Tavares da. **Efeitos biomecânicos e neurofisiológicos da estimulação transcraniana por corrente contínua e do agulhamento a seco na síndrome dolorosa miofascial lombar**. Trabalho de Conclusão de Curso, Campina Grande – PB, 2017.

SILVA, José Aparecido da; RIBEIRO-FILHO, Nilton Pinto. A dor como um problema psicofísico. **Revista Dor**. v. 12, n. 2, p. 138-51, 2011.

SILVA, K. C. da. **Técnicas de neuromodulação no tratamento de pacientes com acúfenos crônicos e déficit auditivo**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília, 2013.

SILVA, Marcelo Cozzensa da; FASSA, Anaclaudia Gastal; VALLE, Neiva Cristina Jorge. Dor lombar crônica em uma população adulta do Sul do Brasil: prevalência e fatores associados. **Caderno de Saúde Pública**. v. 20, n. 2, pp. 377-385, 2004.

SOUZA, F.; SILVA, J. Avaliação e mensuração da dor em contextos clínicos e de pesquisa. **Revista da Sociedade Brasileira para Estudo da Dor**. v. 5, n. 4, p. 410-411, 2004.

STANTON, T. R.; et al. How do we define the condition ‘recurrent low back pain’? A systematic review. **European Spine Journal**. v. 19, p. 533-539, 2010.

STEIN, C.; MENDL, G. The German counterpart to McGill Pain Questionnaire. **Pain**. v. 32, n. 2, p. 251-5, 1988.

TOSCANO, J. J. O.; EJWPTO, E. P. A Influência do sedentarismo na prevalência de Lombalgia. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.7 , 2002.

TULLI, Andrey C. P.; et al. Dor oncológica: Os cuidados de enfermagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Cancerologia**, 2000.

TWYXCROSS, Robert. **Cuidados paliativos**. 2ª Edição, Climepsi Editores, Lisboa, 2003.

VARANDAS, Cláudia Maria Brás. **Fisiopatologia da Dor**. Tese de Mestrado. Porto, 2013.

VASEGHI, Bitá; ZOGHI, Maryam; JABERZADEH, Shapour. A meta-analysis of site-specific effects of cathodal transcranial direct current stimulation on sensory perception and pain. **Plos One**, v. 10, n. 5, p. e0123873, 2015.

XIMENES, A. C.; et al. Diagnóstico e Tratamento das Lombalgias e Lombociatalgias. **Revista Brasileira de Reumatologia**. v. 44. n. 6. p. 41 9-25, 2004.

ZANUTO, Everton Alex Carvalho; et al. Prevalência de dor lombar e fatores associados entre adultos de cidade média brasileira. **Ciência & Saúde Coletiva**. v. 20, n.5, p. 1575-1582, 2015.

Ziemann U.; et al. Transcranial magneticstimulation: its current role in epilepsy research. **Journal of Epilepsy Research**. v. 30, p.11-30, 1998.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO, LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_ RG \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, profissão: \_\_\_\_\_, abaixo-assinado, cidadão (a) brasileiro (a), em pleno exercício dos meus direitos, me disponho a participar da pesquisa cujo título é: Desenvolvimento de plano terapêutico para modulação da dor lombar utilizando a estimulação transcraniana por corrente contínua.

De acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, que se refere à pesquisa com seres humanos, estou ciente de que:

01. O estudo tem como objetivo Realizar uma análise neurofisiológica da ETCC no tratamento da dor em portadores de lombalgia.
02. E que se faz necessário para que haja melhorias em relação às condições de saúde;
03. Meu anonimato será mantido;
04. Minha participação neste projeto terá objetivo de me submeter a um tratamento;
05. Terei a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;
06. Ao final da pesquisa, se for de meu interesse, terei livre acesso ao conteúdo da mesma, podendo discutir os dados com os pesquisadores;
07. Se sofrer qualquer tipo de dano, previsto ou não nesse Termo de Consentimento, ou se sentir prejudicado, poderá encaminhar denúncia ao comitê de ética situado na Avenida Baraúnas, 351 – Campus Universitário – Bodocongó – CEP 58109-753 – Campina Grande (PB).
08. Caso sinta necessidade de contatar as pesquisadoras durante e/ou após a coleta de dados, poderei fazê-lo pelos telefones: (83) ----- ou (83) -----

Campina Grande, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Participante

\_\_\_\_\_  
Pesquisador

## APÊNDICE B

### FICHA DE AVALIAÇÃO

**AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA – LOMBAR**      Ficha n°:

Data: \_\_/\_\_/\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Endereço:** \_\_\_\_\_

**Telefone:** \_\_\_\_\_      **Estado civil:** \_\_\_\_\_

**Data de nascimento:** \_\_/\_\_/\_\_      **Idade:** \_\_\_\_\_

**Escolaridade:** \_\_\_\_\_      **Ocupação:** \_\_\_\_\_

**Faz uso de medicação analgésica?** \_\_\_\_\_

#### 1 - AVALIAÇÃO GLOBAL

##### **Apresentação da Lombar**

( ) Normal      ( ) Hipolordose      ( ) Hiperlordose

#### 2 - AVALIAÇÃO DOS MÚSCULOS LOMBARES:

##### **Quadrado Lombar**

Direito      Limiar de dor por pressão: \_\_\_\_\_

Esquerdo Limiar de dor por pressão: \_\_\_\_\_

##### **Quadrado Lombar**

Direito      Limiar de dor por pressão: \_\_\_\_\_

Esquerdo Limiar de dor por pressão: \_\_\_\_\_

##### **EMT**

Quadrado lombar: \_\_\_\_\_

M1: \_\_\_\_\_

##### **EMT**

Quadrado lombar: \_\_\_\_\_

M1: \_\_\_\_\_

### 3 - QUESTIONÁRIO DA DOR

#### Questionário de McGill - Avaliação do Padrão da Dor

Assinale, no máximo, uma expressão de cada grupo. Não assinale palavras que não se aplicam.

Escolha dentre estas, as expressões que melhor descrevam sua dor atual

<p><b>1.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Vibração  <input type="checkbox"/> 2-Tremor  <input type="checkbox"/> 3-Pulsante  <input type="checkbox"/> 4-Latejante  <input type="checkbox"/> 5-Como Batida  <input type="checkbox"/> 6-Como Pancada</p> <p><b>2.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Pontada  <input type="checkbox"/> 2-Choque  <input type="checkbox"/> 3-Tiro</p> <p><b>3.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Agulhada  <input type="checkbox"/> 2-Perfurante  <input type="checkbox"/> 3-Facada  <input type="checkbox"/> 4-Punhalada  <input type="checkbox"/> 5-Em lança</p> <p><b>4.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Fina  <input type="checkbox"/> 2-Cortante  <input type="checkbox"/> 3-Estraçalha</p> <p><b>5.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Beliscão  <input type="checkbox"/> 2-Aperto  <input type="checkbox"/> 3-Mordida  <input type="checkbox"/> 4-Cólica  <input type="checkbox"/> 5-Esmagamento</p>	<p><b>6.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Fisgada  <input type="checkbox"/> 2-Puxão  <input type="checkbox"/> 3-Torção</p> <p><b>7.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Calor  <input type="checkbox"/> 2-Queimação  <input type="checkbox"/> 3-Fervente  <input type="checkbox"/> 4-Em Brasa</p> <p><b>8.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Formigamento  <input type="checkbox"/> 2-Coceira  <input type="checkbox"/> 3-Ardor  <input type="checkbox"/> 4-Ferroadada</p> <p><b>9.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Mal localizada  <input type="checkbox"/> 2-Dolorida  <input type="checkbox"/> 3-Machucada  <input type="checkbox"/> 4-Doida  <input type="checkbox"/> 5-Pesada</p> <p><b>10.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Sensível  <input type="checkbox"/> 2-Esticada  <input type="checkbox"/> 3-Esfolante  <input type="checkbox"/> 4-Rachando</p> <p><b>11.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Cansativa  <input type="checkbox"/> 2-Exaustiva</p>	<p><b>12.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Enjoada  <input type="checkbox"/> 2-Sufocante</p> <p><b>13.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Castigante  <input type="checkbox"/> 2-Atormenta  <input type="checkbox"/> 3-Cruel</p> <p><b>14.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Amedrontadora  <input type="checkbox"/> 2-Apavorante  <input type="checkbox"/> 3-Aterrorizante  <input type="checkbox"/> 4-Maldita  <input type="checkbox"/> 5-Mortal</p> <p><b>15.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Miserável  <input type="checkbox"/> 2-Enloquecedora</p> <p><b>16.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Chata  <input type="checkbox"/> 2-Que incomoda  <input type="checkbox"/> 3-Desgastante  <input type="checkbox"/> 4-Forte  <input type="checkbox"/> 5-Insuportável</p> <p><b>17.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Espalha  <input type="checkbox"/> 2-Irradia  <input type="checkbox"/> 3-Penetra  <input type="checkbox"/> 4-Atravessa</p>	<p><b>18.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Aperta  <input type="checkbox"/> 2-Adormece  <input type="checkbox"/> 3-Repuxa  <input type="checkbox"/> 4-Espreme  <input type="checkbox"/> 5-Rasga</p> <p><b>19.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Fria  <input type="checkbox"/> 2-Gelada  <input type="checkbox"/> 3-Congelante</p> <p><b>20.</b>  <input type="checkbox"/> 1-Aborrecida  <input type="checkbox"/> 2-Dá náuseas  <input type="checkbox"/> 3-Agonizante  <input type="checkbox"/> 4-Pavorosa  <input type="checkbox"/> 5-Torturante</p> <p><b>Nº de Descritores</b>  <input type="checkbox"/> 1-Sensoriais  <input type="checkbox"/> 2-Afetivos  <input type="checkbox"/> 3-Avaliativos  <input type="checkbox"/> 4-Miscelânea  <input type="checkbox"/> 5-Total</p> <p><b>Índice de Dor</b>  <input type="checkbox"/> 1-Sensoriais  <input type="checkbox"/> 2-Afetivos  <input type="checkbox"/> 3-Avaliativos  <input type="checkbox"/> 4-Miscelânea  <input type="checkbox"/> 5-Total</p>
--	--	--	--

## APÊNDICE C

### CARTILHA

#### 5. Prancha Frontal

De bruços, apoie os cotovelos e o antebraço no chão e deixe-os alinhados aos ombros. Com as pontas dos pés apoiadas no chão, alinhe-os com os cotovelos. O corpo tem que ficar ereto e então contraia o abdome. Permaneça nessa posição por 30 segundos. Faça 3 vezes.



Docente: Prof. Dr. Danilo Vasconcelos

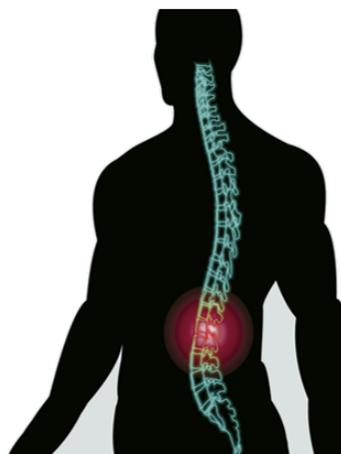


Universidade Estadual da Paraíba - UEPB  
Departamento de Fisioterapia  
Rua Domitila Cabral de Castro, S/N- Bairro Universitário  
Telefone: (83) 3315-3346



Universidade Estadual da Paraíba  
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – CCBS  
Departamento de Fisioterapia

### LOMBALGIA



#### 1. Alongamento com o joelho no peito

Deite-se com as costas no chão, olhando para cima. Flexione um dos joelhos e o aproxime do peito. Mantenha a posição durante 1 minuto. Em seguida, faça o mesmo com a outra perna. Deve ser feito 3 vezes com cada perna.



#### 2. Alongamento Borboleta

Sente-se no chão, dobre os dois joelhos para os lados e junte a planta dos seus pés. Abra as pernas, pressionando os joelhos em direção ao chão com os seus cotovelos. Mantenha a posição por 30 segundos. Faça 3 vezes.



#### 3. Alongamento Piriforme

Deite-se com as costas no chão, os dois joelhos flexionados e os pés apoiados no chão. Eleve o joelho direito em direção ao peito. Coloque a perna esquerda por cima do joelho direito. Mantenha a posição durante 10 segundos e repita com a outra perna. Faça 3 vezes com cada perna.



#### 4. Ponte

Deite de barriga para cima com os joelhos dobrados e pés apoiados no chão e com os braços posicionados ao lado do corpo. Tire a pelve do chão. Sustente a posição por 30 segundos e, em seguida, comece a retornar à posição inicial lentamente. Faça 3 vezes.

