



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

JOÃO ARTHUR BILBAO BRASIL FIGUEIREDO

**EFEITOS ANALGÉSICOS DOS BATIMENTOS BINAURAIS:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA**

Tubarão

2020

JOÃO ARTHUR BILBAO BRASIL FIGUEIREDO

**EFEITOS ANALGÉSICOS DOS BATIMENTOS BINAURAIS: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Fisioterapia da
Universidade do Sul de Santa Catarina
como requisito parcial à obtenção do título
de bacharel em fisioterapia.

Orientador: Professor Kelser de Souza Kock, Dr.

Tubarão
2020

JOÃO ARTHUR BILBAO BRASIL FIGUEIREDO

**EFEITOS ANALGÉSICOS DOS BATIMENTOS BINAURAIS: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA DA LITERATURA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de bacharel em fisioterapia e aprovado em sua forma final pelo Curso de Fisioterapia da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 10 de novembro de 2020.

Professor e orientador Kelser de Souza Kock, Dr.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. George Jung da Rosa, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Rafael Mariano de Bitencourt, Dr.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho à Vida, criação inerente de Deus; à Joana Lís, minha amada e querida filha; à minha família e amigos, que tanto me ajudam neste caminhar; e a todos aqueles que possam, através do uso da ferramenta estudada, restabelecer sua saúde ou a de quem está em suas mãos.

AGRADECIMENTOS

Excepcionalmente agradeço-te, Vida, pela oportunidade Divina de Ser Vivo e ter condições de poder servir, contribuindo e facilitando para com a terapêutica de alguém. Agradeço-te, minha filha Joana Lís, pela benção e motivação que trazes a nossa vida. Agradeço, meus pais, por estarem por nós e mesmo diante de toda dificuldade passada, sempre se mostraram dispostos a nos mantermos unidos; e assim estamos; ensinamento que carregarei para todo sempre. Agradeço, meus avós, por tanto ajudarem a família e me proporcionarem uma base firme. Agradeço, meus irmãos e amigos, por toda confiança e apoio, nas mais diversas formas de auxílio. Agradeço, professores, por todo conhecimento e experiência compartilhados ao longo do curso. E ao Dr. Kelser, por todo conhecimento, experiência, orientação e paciência para comigo diante deste trabalho, te agradeço. Estamos juntos. Wahe Guru!

“Do Um tudo se fez. Verdade é seu nome. Criador de todas as coisas. Sem medo. Não vingativo. Imortal. Não nascido. Autoiluminado. A Graça do Guru. Medite. Verdade no início. Verdadeiro em todas as eras. Verdade mesmo agora. Nanak diz que sempre será Verdade.” (GURU NANAK DEV JI, século XV/XVI).

RESUMO

Introdução: Batimento binaural é a frequência interferencial percebida a partir de dois tons puros ligeiramente diferentes aplicados um em cada ouvido. Num estudo buscando avaliar o nível de dor antes e depois da aplicação de batimentos binaurais, verificou-se que os participantes relataram redução no quadro algico.

Objetivo: Analisar pesquisas que utilizaram estímulos sonoros por batimentos binaurais, avaliando as frequências utilizadas e os respectivos efeitos na percepção da dor.

Métodos: Revisão integrativa da literatura científica, acerca dos estudos que utilizaram como base de suas pesquisas o fenômeno dos batimentos binaurais e seus efeitos na percepção da dor num período de publicação entre 2010 e 2020. A revisão ocorreu nos bancos de dados científicos: *Periódicos do CAPES, BIREME, Scielo e PubMed*.

Crítérios de inclusão: apresentar evidências sobre os efeitos dos batimentos binaurais na percepção da dor, com período de publicação entre 2010 a 2020. **Crítérios de exclusão:** estudos duplicados e aqueles que não se compunham de relatos sobre os batimentos binaurais e seus respectivos efeitos na percepção da dor.

Resultados: Foi obtido um total de 86 estudos, sendo 73 na base de Periódicos do CAPES, 6 na Biblioteca Virtual de Saúde, 7 na base da PubMed e 0 na base da Scielo. Destes, apenas 9 artigos foram selecionados para o presente estudo.

Conclusão: O uso de batimentos binaurais no quadro algico apresenta-se efetivo. Contudo, faz-se necessário mais investigações a respeito do uso dos batimentos binaurais, para que se fortaleça e entenda-se ainda mais os mecanismos aos quais se dão os efeitos fisiológicos.

Palavras-chave: Percepção da dor. Percepção auditiva. Analgesia.

ABSTRACT

Introduction: Binaural beat is the perceived interferential frequency from two slightly different pure tones applied one in each ear. In a study to evaluate the level of pain before and after the application of binaural beats, it was found that the participants reported a reduction in pain.

Methods: Integrative review of the scientific literature, about the studies that used as the basis of their research the phenomenon of binaural beats and their effects on pain perception in a period of publication between 2010 and 2020. The review took place in the scientific databases: CAPES, BIREME, Scielo and PubMed. Inclusion criteria: to present evidence on the effects of binaural beats on pain perception, with publication period between 2010 and 2020. Exclusion criteria: duplicate studies and those that did not comment on reports on binaural beats and their respective effects on pain perception.

Results: A total of 86 studies were obtained, 73 on the basis of CAPES, 6 in the Virtual Health Library, 7 at PubMed's base and 0 at the Scielo base. Of these, only 9 articles were selected for the present study.

Conclusion: This research scientifically corroborated that the use of binaural beats in the pain picture is effective. However, further investigations are needed on the use of binaural beats, so that it strengthens and understands even more the mechanisms to which physiological effects are given.

Keywords: Pain perception. Auditory perception. Analgesia.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Autores e ano de publicação, objetivos e população de estudo.....	17
Quadro 2 - Os autores, suas intervenções, instrumentos de avaliação e desfechos dos estudos.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ano de publicação dos estudos avaliados	20
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	MÉTODOS.....	16
3	RESULTADOS	17
4	DISCUSSÃO.....	21
5	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS.....	25

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO), a Fisioterapia *“é uma Ciência da Saúde que estuda, previne e trata os distúrbios cinéticos funcionais intercorrentes em órgãos e sistemas do corpo humano, gerados por alterações genéticas, por traumas e por doenças adquiridas. Fundamenta suas ações em mecanismos terapêuticos próprios, sistematizados pelos estudos da Biologia, das ciências morfológicas, fisiológicas, patológicas, bioquímicas, biofísicas, biomecânicas, cinesioterápicas, além das disciplinas sociais e comportamentais”*¹. Ainda, na Resolução Nº. 8 do COFFITO, que estabelece: “Normas para habilitação ao exercício das profissões de fisioterapeuta e terapeuta ocupacional - Capítulo I, no seu artigo 3º”, prescreve que os atos privativos do fisioterapeuta para prescrever, ministrar e supervisionar terapia física, objetivando preservar, manter, desenvolver ou restaurar a integridade de órgão, sistema ou função do corpo humano, possam ser feito por meio de: *“ação, isolada ou concomitante, de agente termoterápico ou crioterápico, hidroterápico, aeroterápico, fototerápico, eletroterápico ou sonoterápico”*¹. Dentro da gama de opções terapêuticas com sons, há a terapia sonora por batimentos, mais especificamente por batimentos binaurais.

Batimentos binaurais (BB) são interpretações neurais motivadas a partir de estímulos auditivos bilaterais, com ondas senoidais aplicadas individualmente em cada ouvido, sendo necessário que haja uma diferença mínima das frequências utilizadas para que seja possível a percepção sonora de tais batimentos². Em outras palavras, são duas ondas sonoras senoidais com frequências levemente diferentes sendo aplicadas cada uma em um ouvido, motivando o encéfalo a interpretar a frequência interferencial das ondas emitidas³. Assim, uma estimulação auditiva de 100Hz no ouvido esquerdo e 110Hz no ouvido direito, será interpretada pelo encéfalo uma frequência de 10Hz⁴. Ou seja, BB é a frequência interferencial percebida a partir de dois tons puros ligeiramente diferentes aplicados um em cada ouvido²⁻⁴.

O fenômeno dos BB já vem sendo estudado há alguns séculos e desperta interesse para uma grande variedade de aplicações². Tais batimentos foram relatados pela primeira vez por Heinrich Wilhelm Dove, em 1839 e testados posteriormente com um eletroencefalograma em 1973 por Gerald Oster^{2, 5}. Como conferido por Oster, é necessário que a frequência portadora dos BB esteja abaixo da faixa de 1000Hz para que seja possível uma interpretação neural².

A percepção dos BB é o efeito de um processamento neurofisiológico central, acontecendo provavelmente nos núcleos olivares superiores^{2- 5}. Como as ondas senoidais são aplicadas individualmente em cada ouvido e possuem frequências ligeiramente diferentes, neurônios sensíveis a mudanças de fases do complexo olivar superior interpretam a diferença de tais fases, uma modulação que corresponde a frequência dos BB².

Há evidências de que sons ritmados e harmônicos, como os batimentos binaurais, atuam positivamente sob o sistema nervoso autônomo, reduzindo a atividade simpática e consequentemente regularizando o ritmo cardíaco e diminuindo a pressão arterial^{6, 7}.

Foi demonstrada a eficácia quanto a redução da dor no tratamento por BB⁸. Além de sua eficácia em relação ao quadro algico, há diversas pesquisas realizadas com auxílio de BB como ferramenta terapêutica, seja na melhora do fluxo sanguíneo cerebral, estimulação da neuroplasticidade, promoção do equilíbrio da atividade cortical entre os hemisférios cerebrais, na diminuição da ansiedade e no tratamento de depressão^{2, 3}. Foram encontrados também, estudos apontando efeitos positivos dos BB em distúrbios do sono e no desempenho de exercícios físicos^{3, 9, 10}.

Através dos estímulos sonoros de BB, podemos induzir o cérebro ao padrão de frequência sonora predeterminado e ainda, como já mencionado, estimular a harmonização e sincronização entre os hemisférios cerebrais, algo que indica um papel importante na modulação dos processos de memória^{4, 6, 11}.

Contudo, os estudos utilizam BB com diferentes frequências, variando de 0,5Hz à 40Hz, com diferentes efeitos fisiológicos. Foi observado que uma indução de frequência cerebral delta, teta e/ou alfa atua principalmente na alteração dos estados de humor, reduzindo os níveis de ansiedade e ainda, no caso da frequência teta, atuando positivamente nos processos de memória quando estimulado a longo prazo². Já numa excitação das frequências cerebrais, foi relatado que uma estimulação por BB numa faixa de frequências beta é eficaz em casos de depressão². Num estudo buscando avaliar o nível de dor antes e depois da aplicação de BB em faixas de ondas delta, teta e alfa, verificou-se que os participantes relataram redução no quadro algico⁸. Na aplicação de BB na faixa de estimulação teta após exercício físico, observou-se ativação parassimpática e retirada da dominância simpática, promovendo relaxamento, sendo comparado ao grupo placebo que obteve resultado contrário⁷. Percebeu-se melhora na qualidade do sono de indivíduos estimulados por

BB na faixa de frequência cerebral delta, modulando a atividade neural, não havendo perturbações, nem fragmentação do sono⁹.

Intervenções terapêuticas não invasivas de estimulação cerebral são de extrema importância, tendo em vista o enorme índice de distúrbios psicossomáticos atualmente, capazes de gerar desequilíbrios nas áreas física, mental e emocional, prejudicando tanto a saúde e o bem estar do indivíduo como o da sociedade em geral.

Evidenciando a eficácia do uso de BB na dor, esse poderá então, tornar-se mais uma ferramenta no arsenal fisioterapêutico, capaz de proporcionar, não somente a analgesia, e sim, todos os benefícios completamente saudáveis de se ter uma harmonização entre os hemisférios cerebrais.

Nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho foi analisar pesquisas que utilizaram estímulos sonoros por BB, avaliando as frequências utilizadas e os respectivos efeitos na percepção da dor.

2 MÉTODOS

Foi realizada uma revisão integrativa da literatura científica internacional e nacional, acerca dos estudos que utilizaram como base de suas pesquisas o fenômeno dos batimentos binaurais e seus efeitos na percepção da dor num período de publicação entre 2010 e 2020. A revisão ocorreu no segundo semestre do ano de 2020, nos bancos de dados científicos: *Periódicos do CAPES*, *BIREME*, *Scielo* e *PubMed*. Foi utilizado *binaural beats* como termo de busca, havendo cruzamento com o descritor *pain*, utilizando o operador booleano *AND*. Foi utilizado o termo e o descritor de busca nas suas respectivas traduções para o português. As bases de dados incluídas no CAPES foram: OneFile (GALE); Scopus (Elsevier); Science Citation Index Expanded (Web of Science); Technology Research Database; Advanced Technologies & Aerospace Database; Directory of Open Access Journals (DOAJ); PMC (PubMed Central); SpringerLink; Engineering Research Database; Social Sciences Citation Index (Web of Science); Computer and Information Systems Abstracts; Materials Science & Engineering Database; Sage Journals (Sage Publications); Hindawi Journals; Wiley Online Library; Thieme e-Journals (Thieme Publishing Group); Aerospace Database; Arts & Humanities Citation Index (Web of Science); Mary Ann Liebert Online; Britannica Online Academic Edition.

Como critérios de inclusão, os estudos deveriam apresentar em seu conteúdo, prioritariamente, evidências sobre os efeitos dos batimentos binaurais na percepção da dor, seguido do período de publicação entre 2010 a 2020. Como base para exclusão, utilizou-se como critérios estudos duplicados e aqueles que não se compunham de relatos sobre o foco da presente pesquisa: indução de padrões de frequência cerebral através de terapia sonora por batimentos binaurais e seus respectivos efeitos na percepção da dor. Cada resumo dos artigos foi lido para ponderar as informações necessárias relativas à caracterização dos critérios e selecioná-los conforme o objetivo desta revisão.

3 RESULTADOS

Foi obtido um total de 86 estudos, sendo 73 na base de Periódicos do CAPES, 6 na Biblioteca Virtual de Saúde (BVS/BIREME), 7 na base da PubMed e 0 na base da Scielo. Destes, 12 foram excluídos por serem repetidos, portanto, 74. Após a leitura dos títulos e resumos, 65 estudos foram excluídos por não seguirem o foco da presente pesquisa. Portanto, apenas 9 artigos foram selecionados, pois adentravam nos critérios de inclusão.

A seguir, no quadro 1, os autores dos artigos da nossa revisão, com seus respectivos objetivos e população de estudo:

Quadro 1, com seus respectivos autores e ano de publicação, objetivos e população de estudo.

Estudo	Objetivos	População
Gkolias et al. ¹² , 2020	Testar a hipótese de que a sincronização das ondas cerebrais com batimentos binaurais, pode diminuir a percepção da dor e o uso de medicamentos analgésicos, em pacientes com dor crônica.	17 participantes, maiores que 18 anos, com dor crônica e fazendo uso de medicação analgésica.
Tani et al. ¹³ , 2020	Avaliar a capacidade dos batimentos binaurais, como pré-medicação não farmacológica, para reduzir o consumo de morfina pós-operatória em idosos submetidos à cirurgia de reposição total do joelho e modificar os níveis de ansiedade e sentimentos de dor que os pacientes experimentam.	40 idosos de um hospital que estavam em substituição total da articulação do joelho com anestesia espinal.
Gkolias et al. ¹⁴ , 2020	Avaliar os efeitos dos batimentos binaurais nos níveis de dor crônica e sua consequente influência na qualidade do sono dos pacientes que experimentaram.	21 pacientes com dor crônica.
Argibay et al. ¹⁵ , 2018	Avaliar o grau e a direção para os quais a memória, a atenção, os níveis de ansiedade e os requisitos de analgesia são afetados por exposição a batimentos binaurais buscando encontrar qualquer padrão sobre os mecanismos implícitos, e as verdadeiras expectativas que podem ser alcançadas pelo uso desta técnica.	22 estudos foram selecionados pelos critérios de inclusão.
Zampi ¹⁶ , 2016	Avaliar os efeitos do estímulo dos batimentos binaurais à dor crônica ao retornar a homeostase cerebral.	36 adultos com vários tipos de dor crônica e com idade mediana de 47 anos.
Schmid et al. ¹⁷ , 2020	Avaliar a influência da indução de ondas cerebrais por batimentos binaurais nos requisitos de dose de propofol para sedação em crianças.	49 meninos agendados para cirurgia sub-umbilical sob bloqueio caudal.
Venturella et al. ¹⁸ , 2016	Estudar os efeitos de um tratamento não farmacológico, utilizando batimentos binaurais, e com isso, investigar a ativação cortical e o autorrelato da intensidade da dor nos participantes.	5 pessoas com fibromialgia.
Perales, et al. ¹⁹ , 2019	Avaliar a dor percebida pelo usuário sob um alto controle num ambiente de realidade virtual (RV); criar um interativo Sistema RV que combina o poder do RV com outras tecnologias multimídia, como sons (binaural), música ou cores, para estudar como eles podem afetar o estado de humor, as ondas cerebrais e como elas são sentidas pelos usuários.	28 jovens e adolescentes.
Kurdi, et al. ²⁰ , 2018	Comparar os efeitos de dois tipos de música de meditação intraoperatória com grupo controle, sobre dor, ansiedade, náusea, vômito e bem-estar materno psicológico.	189 parturientes submetidas a parto de cesariana de emergência.

O quadro 2 demonstra os respectivos autores dos estudos, quais foram as intervenções, os instrumentos de avaliação e seguintes desfechos:

Quadro 2, com os autores, suas intervenções, instrumentos de avaliação e desfechos dos estudos.

Estudo	Intervenção / Frequência dos batimentos binaurais	Instrumentos de avaliação	Desfecho
Gkolias et al. ¹² , 2020	Intervenção em 2 fases: a primeira com estimulação por 30 minutos e a segunda diariamente durante a semana com tempo de estimulação sob necessidade do paciente para alívio da dor. A intervenção foi executada duas vezes, alternando os estímulos do grupo experimental com os do grupo controle / Batimento binaural em 5hz – ritmo teta.	Escala numérica de classificação, NRS, para percepção da dor; Inventário STAI - state compound of the State-Trait Anxiety Inventory, para estresse; Escala CES-D - Center for Epidemiological Studies Depression scale, para depressão; Questionário WHOQOL-BREF – World Health Organization Quality of Life questionnaire, para qualidade de vida; Escala PGIC - Patient's Global Impression of Change scale, para avaliar o efeito percebido a cada intervenção. Diário semanal preenchido por cada participante. O uso de medicamentos analgésicos foi quantificado em doses diárias definidas.	A estimulação por batimentos binaurais reduziu a intensidade da dor, o estresse e o uso de medicações analgésicas, em comparação com a falsa estimulação, em pacientes com dor crônica.
Tani et al. ¹³ , 2020	Estimulação de batimentos binaurais e placebo aplicados antes da cirurgia / Batimentos binaurais em 4hz (256hz – 260hz / ritmo teta) e o grupo controle sendo estimulado com 256hz em ambos os ouvidos.	O estudo mediu o consumo de morfina pós-operatório, cumulativo e autoadministrado, em mg, por meio de um dispositivo de analgesia controlado pelo paciente. Os sentimentos de ansiedade também foram avaliados por meio do Inventário de Ansiedade de Traços de Estado, e os sentimentos de dor foram medidos a cada 8h durante o primeiro dia pós-operatório usando uma escala numérica de classificação.	A estimulação por batimentos binaurais antes da cirurgia pode ser usada com sucesso como um tratamento não farmacológico para reduzir o consumo de morfina em idosos que se submetem à reposição do joelho. O uso de uma intervenção utilizando batimentos binaurais, portanto não invasiva, segura e barata, pode resultar em um efeito positivo na recuperação pós-operatória dos pacientes.
Gkolias et al. ¹⁴ , 2020	Estudo duplo-cego, crossover, de duas fases aleatórias / Batimentos binaurais em 5 Hz (ritmo teta) associado à suave música ao fundo e para intervenção placebo apenas da mesma música suave.	Derivada do Brief, item relevante do Inventário da dor, em uma escala numérica de 0 a 10.	Os resultados indicam um efeito significativo mais proeminente dos batimentos binaurais em frequência teta em relação a dor crônica e na qualidade do sono dos participantes, comparáveis ao respectivo efeito da música.

Argibay et al. ¹⁵ , 2018	Busca sistemática nas bases de dados do PubMed (Medline), Bancos de dados IEEE e ScienceDirect para identificar estudos relevantes sobre o tema. Termos de busca: "binaural beat", "binaural beats" or "binaural auditory beats", até outubro de 2017. A pesquisa bibliográfica rendeu 68 estudos dos quais 43 foram excluídos pois não atenderam aos critérios de inclusão para a meta-análise. Três estudos adicionais não poderiam ser incluídos já que os dados relatados foram insuficientes para o cálculo do tamanho dos efeitos.	Critérios de inclusão: (1) uso de batidas auditivas binaurais como tratamento ou fator de manipulação experimental; (2) estudos experimentais; (3) aplicação de batidas binaurais em áreas práticas e onde o número de estudos em cada área é de pelo menos três; e (4) os estudos fornecerem informações suficientes para extrair o tamanho dos efeitos a partir de estatísticas descritivas ou inferenciais.	A meta-análise adiciona-se às evidências crescentes de que a exposição à batimentos binaurais é uma maneira eficaz de afetar a cognição além da redução dos níveis de ansiedade e da percepção da dor sem treinamento prévio, e que a direção e a magnitude do efeito dependem da frequência utilizada, do tempo sob exposição e do momento em que a exposição ocorre.
Zampi ¹⁶ , 2016	Estudo crossover quantitativo, experimental e de medidas repetidas / Batimentos binaurais em 6 Hz e placebo de um tom de 300 Hz por 20 minutos diários durante 14 dias.	Utilização do Inventário Multidimensional de Dor de Haven-Yale (IPM), para avaliar a percepção da dor crônica.	Os resultados sustentaram a hipótese de que um protocolo de batimentos binaurais foi eficaz na redução da gravidade da dor percebida para os participantes.
Schmid et al. ¹⁷ , 2020	Os participantes foram divididos em um grupo experimental e um grupo controle / No grupo experimental iniciou-se com uma estimulação de batimentos binaurais em 10Hz que foram então reduzidos em 2Hz a cada 150s até atingir 2Hz, e sendo finalmente mantidos em um estado estável oscilando entre 1Hz e 2Hz para manter o cérebro continuamente estimulado.	Monitoramento contínuo do índice bispectral (BIS), por meio de um eletrodo colocado na testa do participante, para avaliar a sedação.	Mais estudos são necessários para investigar a possibilidade de diminuição do uso de sedativos. Quando a cirurgia pode ser realizada sob analgesia local ou regional, o último objetivo seria alcançar sedação sem a necessidade de intervenções farmacológicas. Novas investigações são necessárias para avaliar a eficácia da sincronização de ondas cerebrais com batimentos binaurais, não apenas durante procedimentos cirúrgicos mais longos, mas também durante outros ambientes onde a sedação é usada, como na UTI ou durante a braquiterapia. Finalmente, mais estudos são necessários para

			determinar a escolha ideal da frequência dos batimentos binaurais para a sincronização das ondas cerebrais.
Venturella et al. ¹⁸ , 2016	O EEG foi gravado enquanto os sujeitos ouviam quatro faixas de batimentos binaurais ajustadas em bandas de frequência delta, teta, alfa e beta.	A intensidade da percepção de dor através de uma Escala Visual Analógica (EVA) e uma Escala Numérica de Classificação (NRS).	O efeito do relaxamento na percepção da dor e na atividade de EEG, supõe eficácia de tais métodos para tratamento da dor na fibromialgia.
Perales, et al. ¹⁹ , 2019	Exposição dos participantes num ambiente de realidade virtual, com estímulos visuais e auditivos / Batimentos binaurais em 9hz e placebo.	Pulseira conectada a um servidor que armazena dados da atividade eletrodérmica e interface virtual para classificar os sentimentos experienciados através de cada estímulo.	O trabalho introduzido permite analisar de forma mais objetiva como os batimentos binaurais combinados com a tecnologia de realidade virtual pode influenciar o estado emocional ou humor e consequentemente a percepção da dor.
Kurdi, et al. ²⁰ , 2018	Estudo prospectivo, randomizado e controlado. Os pacientes foram alocados aleatoriamente em três grupos – grupo de música suave (M), grupo de batimentos binaural (B) e grupo controle (C) – onde nenhuma música foi tocada.	Escala Visual Analógica, para avaliar a intensidade da dor e da ansiedade; Escala de impacto do PONV (Náuseas e vômitos pós-operatório) e um questionário objetivo para avaliar o bem-estar psicológico de cada participante.	A música de meditação intraoperatória como boa adjunta à raquianestesia pode melhorar a experiência pós-operatória de um paciente de cesariana, reduzindo a dor pós-operatória, a ansiedade e o bem-estar psicológico.

A tabela 1 demonstra a porcentagem da prevalência dos anos de publicação:

Tabela 1 – Ano de publicação dos estudos avaliados

Ano de publicação	n	%
2020	4	44,44%
2019	1	11,11%
2018	2	22,22%
2016	2	22,22%

4 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstraram a efetividade do uso terapêutico dos batimentos binaurais em relação ao quadro algico, podendo servir como possibilidade para intervenção não medicamentosa para pessoas com dores crônicas. Os principais efeitos analgésicos utilizando esta ferramenta terapêutica foram avaliados por escalas numéricas de percepção da dor^{12, 14, 18}, bem como o inventário multidimensional de dor de Haven-Yale¹⁶. Este inventário é usado no contexto de avaliação multidimensional da dor crônica, como uma medida abrangente de vários importantes aspectos dessa experiência subjetiva²¹. No estudo de Schmid *et al.*¹⁷, que teve como objetivo avaliar o efeito dos batimentos binaurais em relação ao uso de doses de propofol para sedação de crianças submetidas a cirurgia sub-umbilical, o nível de sedação foi avaliado através de um eletrodo fixado na testa do participante, monitorando assim o índice bispectral. Este índice representa um cálculo simplificado dos dados eletroencefalográficos brutos, incluindo frequência e amplitude, e é usado para avaliar o nível de consciência durante anestesia e sedação de cuidados críticos²². Outros instrumentos de avaliação foram utilizados nos demais estudos, como no caso da pesquisa de Tani *et al.*¹³, que utilizaram um dispositivo controlado pelos pacientes, a fim de mensurar o consumo de morfina pós-operatório. Já na pesquisa de Perales *et al.*¹⁹, foi utilizada uma pulseira conectada a um servidor para armazenar dados da atividade eletrodérmica e, com isso, comparar a percepção subjetiva do usuário contra variações de parâmetros físicos.

Além da resposta analgésica, também foram mensurados níveis de ansiedade, depressão, estresse, qualidade de vida, bem-estar psicológico, além de náuseas e vômitos pós-operatório utilizando a escala de impacto de PONV^{12, 13, 20}. Para avaliar a ansiedade no estudo de Tani *et al.*¹³, foi utilizado o inventário de ansiedade de traços de estados, e no estudo de Kurdi, *et al.*²⁰, uma escala visual analógica. A avaliação do nível de depressão num estudo de Gkolias *et al.*¹², foi feita através da CES-D – escala de depressão do centro de estudos epidemiológicos, e o estresse avaliado pelo STAI – inventário de ansiedade de traços de estados compostos.

Como equipamentos para geração das frequências e intervenções foram citados aparelhos de som mp3, programas MatLab 2016a e Gnural, além de dispositivos audiovisuais^{12, 13, 17, 19, 20}. O Gnural é um sintetizador auditivo de batimentos binaurais, executando o princípio descrito no artigo científico americano

"Auditory Beats in the Brain", de Gerald Oster²³. O MatLab é um programa de análise de dados, que desenvolve algoritmos e cria modelos matemáticos, que pode ser utilizado na função de som²⁴. Não ficou claro por parte da maioria dos estudos quais tons foram usados como base para geração dos batimentos binaurais, com exceção de Gkolias *et al.*¹², que utilizaram 400Hz e 405Hz e Tani *et al.*¹³, que utilizaram 256Hz e 260Hz.

Dentre os nove estudos analisados, oito deles foram experimentais, com tamanho amostral variando de 5 a 189 participantes, sendo que ambos apresentavam grupos experimentais e grupos controles^{12-14, 16-20}. Apenas um artigo de revisão (sistemática), que se compunha de 22 pesquisas selecionadas, faz parte desse presente estudo¹⁵. Esta revisão sistemática concluiu que os batimentos binaurais são uma maneira eficaz de afetar a cognição, além da redução dos níveis de ansiedade e da percepção da dor, sem a necessidade de treinamento prévio¹⁵. Os autores observam que a direção e a magnitude do efeito dependem da frequência utilizada, do tempo sob exposição e do momento em que a exposição ocorre¹⁵.

Os perfis de pacientes avaliados contavam principalmente com aqueles com dores crônicas, além dos que estavam sendo submetidos a cirurgias e consequentemente anestesia e sedação. Neste contexto, em que buscava-se reduzir o uso de anestésicos, Schmid *et al.*¹⁷, modularam a frequência dos batimentos binaurais ao longo do tempo, iniciando em 10Hz, sendo reduzido 2Hz a cada 2 minutos e 30 segundos, até atingir 2Hz, mantendo o cérebro continuamente estimulado numa oscilação estável entre 2Hz e 1Hz. Houveram resultados satisfatórios com o uso da técnica supracitada, supondo-se que não seja necessário o uso de uma frequência fixa do início ao fim da estimulação, porém, precisando ser mantida por um tempo uma estabilidade no padrão de frequência cerebral que desempenhe o efeito neurofisiológico desejado, para que se obtenha maiores benefícios.

Zampi¹⁶ traz, através de seu estudo, que o sistema nervoso cria neuroassinaturas decorrentes dos estímulos externos que recebe, interpreta e responde, inclusive de percepções de dor. Se esta dor se torna crônica, mesmo que já não se tenha mais a lesão física (musculoesquelética, por exemplo), haverá um desequilíbrio neuroquímico proporcionando e estimulando o estresse e a neuroassinatura da percepção dolorosa pode se manter, sendo necessário que haja um estímulo para retornar a homeostase do sistema nervoso. A indução do padrão cerebral teta, por meio de batimentos binaurais, se mostrou eficaz na redução dos

neurotransmissores estimulantes do estresse, proporcionando um estado de relaxamento, sendo capaz de alterar neuroassinaturas, e por consequência, diminuir a percepção da dor¹⁶.

As frequências utilizadas variaram de 1Hz à 9Hz, com predominância da estimulação do padrão de frequência cerebral teta (4Hz, 5Hz e 6Hz), que possuem efeitos relaxantes, ansiolíticos e pelo que indica, analgésicos. O uso de batimentos binaurais com fins terapêuticos é mais eficaz quando aplicado por um período de exposição mais prolongado, por pelo menos 9 ou 10 minutos, e ainda mais benéfico quando se faz o uso a longo prazo, de uma a quatro semanas^{12, 15}. O momento de exposição dos batimentos binaurais também foi evidenciado como sendo mais eficaz quando a estimulação acontece antes ou antes e durante alguma tarefa que envolva memorização e/ou concentração, em relação ao uso apenas ao longo de alguma tarefa¹⁵.

No quesito redução da dor, todos os estudos chegaram aos resultados esperados utilizando os batimentos binaurais como intervenção, porém, são sugeridos mais estudos na área para aumentar a confiabilidade das evidências, devido o número reduzido das populações de amostra.

Dentre as limitações do estudo destaca-se que, nas bases de dados utilizadas, na última década, apresentam-se poucos trabalhos investigando o uso de batimentos binaurais relacionando seus efeitos com os sinais de dor. É extremamente importante que se tenha mais investigações do uso dessa ferramenta terapêutica na prática clínica, por ser não medicamentosa e sem efeitos colaterais evidenciados, podendo trazer muito mais conforto e segurança tanto para o interagente, quanto para o terapeuta que aplica a técnica.

5 CONCLUSÃO

Através da definição e resolução do COFFITO, citadas na introdução, torna-se válido para fisioterapeutas, usar recursos sonoros com fins terapêuticos, para questões relacionadas à dor, coordenação motora, memória, disfuncionalidade do sistema nervoso autônomo e até mesmo em questões psicossomáticas, onde o indivíduo possui uma disfunção psicológica que evoluiu para um comprometimento físico.

Esta pesquisa corroborou cientificamente que o uso de batimentos binaurais no quadro algico apresenta-se efetivo. Esta ferramenta terapêutica pode servir como possibilidade para intervenção não medicamentosa para pessoas com dores crônicas, além de ter-se mostrado eficaz como técnica não invasiva para a diminuição do uso de anestésicos e sedativos pré e intraoperatórios. Para tal feito, é necessário que a use com o objetivo de induzir um padrão de frequência cerebral mais lento, de preferência em ritmo teta, que varia de 4Hz a 7Hz, aproximadamente, para o tratamento de dores crônicas, e em ritmo delta, que varia de 1Hz a 3Hz, aproximadamente, para diminuição do uso de anestésicos e sedativos.

Contudo, faz-se necessário mais investigações a respeito do uso dos batimentos binaurais, para que se fortaleça e entenda-se ainda mais os mecanismos aos quais se dão os efeitos fisiológicos.

Portanto, almeja-se contribuir para o avanço do conhecimento e dos possíveis recursos que podem ser agregados à fisioterapia e, assim, obter o desenvolvimento e a restauração de funções humanas.

REFERÊNCIAS

1. Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional – COFFITO. Acesso em 30/09/2020. Disponível em: <https://www.coffito.gov.br/nsite/>.
2. Chaieb L, Wilpert EC, Reber TP, Fell J. Auditory beat stimulation and its effects on cognition and mood states. *Front. Psychiatry*, 12 May 2015.
3. Glanzmann JH, Rios LM. Aplicativo que manipula ondas cerebrais por meio de frequências binaurais. Juiz de Fora, MG. 2016.
4. Calomeni MR, Silva APRS. Efeito modulatório da conjugação da estimulação por luz e batidas binaurais nas frequências de ondas cerebrais alfa e beta. Tese de doutorado apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 2017.
5. Filimon RC. Beneficial subliminal music: binaural beats, hemi-sync and metamusic. *Proceedings of the 11th WSEAS International Conference on Acoustics & Music: Theory & Applications (AMTA '10)*, p. 103. G. Enescu University, Iasi, Romania June 13-15, 2010.
6. Sung HC, et al. Familiar Music Listening with Binaural Beats for Older People with Depressive Symptoms in Retirement Homes. *Neuropsychiatry*, London, 2017.
7. McConnell PA, Froeliger B, Garland EL, Ives JC, Sforzo GA. Auditory driving of the autonomic nervous system: Listening to theta-frequency binaural beats post-exercise increases parasympathetic activation and sympathetic withdrawal. *Front. Psychol.*, 14 November 2014.
8. Bălan AS, Cocoană EV, Gabor SC, Gabriel MG, Vas RG. A Comparative Study Regarding the Efficiency of Applying Hypnotherapeutic Techniques and Binaural Beats in Modifying the Level of Perceived Pain. *Romanian Journal of Cognitive Behavioral Therapy and Hypnosis* Volume 1, Issue 2, April - June 2014.
9. Jirakittayakorn N, Wongsawat Y. A Novel Insight of Effects of a 3-Hz Binaural Beat on Sleep Stages During Sleep. *Front. Hum. Neurosci.*, 24 September 2018.
10. Yefremenko A, Shesterova L, Krajnik Y, Nasonkina H, Shuteev V, Shuteeva T, et al. Correlation between physiological parameters and indicators of special physical readiness of trained sprinters under the influence of recovery means.

Journal of Physical Education and Sport ® (JPES), 16 Supplement issue (1), Art 99, pp. 623 - 626, 2016.

11. Góes LG. Binaural beats: Brain wave induction and the use of binaural beats to induce brain wave patterns. *Curr. Res. Integr. Med.* Vol. 3 No 2 Summer 2018.
12. Gkolias V, Amaniti A, Triantafyllou A, Papakonstantinou P, Kartsidis P, Paraskevopoulos E, et al. Reduced pain and analgesic use after acoustic binaural beats therapy in chronic pain - a double blind randomized control cross-over trial. *EJP*, Volume 24, Issue 9. October 2020. Pages 1716-1729.
13. Tani A, Vagheggini G, Moretti F, Del Colombo V, Lehle J, Campana S, et al. Binaural Beats Reduce Postoperative Morphine Consumption in Older adults After Total Knee Replacement Surgery. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 14 May 2020.
14. Gkolias V, Amaniti A, Triantafyllou A, Hadjileontiadis L, Kouvels D. Minimal Effects of Binaural Auditory Beats for Subclinical Insomnia. Does Pain Play a Role? *Journal of Clinical Psychopharmacology*, volume 40, number 3, May/June 2020.
15. Argibay MG, Santed MA, Reales JM. Efficacy of binaural auditory beats in cognition, anxiety, and pain perception: a meta-analysis. *Psychological Research*, 2018.
16. Zampi DD. Efficacy of Theta-Binaural Beats for the Treatment of Chronic Pain [dissertation]. Northcentral University, ProQuest Dissertations Publishing, 2015.
17. Schmid W, Marhofer P, Opfermann P, Zadrazil M, Kimberger O, Triffterer L, et al. Brainwave entrainment to minimise sedative drug doses in paediatric surgery: a randomised controlled trial. *British Journal of Anaesthesia*, 2020.
18. Venturella I, Muzio F, Balconi M. ID 56 – Fibromyalgia and psychoacoustic stimulation: An EEG study on pain modulation. *Clinical Neurophysiology*, volume 127, Issue 3, March 2016, Pages e113-e114.
19. Perales FJ, Riera L, Ramis S, Guerrero A. Evaluation of a VR system for Pain Management using binaural acoustic stimulation. *Multimed Tools Appl* 78, 32869–32890, 2019.
20. Kurdi MS, Gasti V. Intraoperative Meditation Music as an Adjunct to Subarachnoid Block for the Improvement of Postoperative Outcomes Following Cesarean Section: A Randomized Placebo-controlled Comparative Study. *Anesth Essays Res*. 2018 Jul-Sep; 12(3): 618–624.

21. Kerns RD, Turk DC, Rudy TE. The West Haven-Yale Multidimensional Pain Inventory (WHYMPI). Pain, 23 (1985) 345-356.
22. Leary M, Frieda DA, Gaieski DF, Merchant RM, Fuchs BD, Kolanskyc DM, et al. Neurologic prognostication and bispectral index monitoring after resuscitation from cardiac arrest. Resuscitation 81 (2010) 1133–1137.
23. Gnaural. Acesso em: 08/11/2020. Disponível em: <http://gnaural.sourceforge.net/>.
24. Mathworks. Acesso em: 08/11/2020. Disponível em: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>.