

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**

THALES ROGES VANDERLEI DE GÓES

**EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO ASSOCIADA À REABILITAÇÃO
VESTIBULAR NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM SINTOMAS
VESTIBULARES E ZUMBIDO.**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**

THALES ROGES VANDERLEI DE GÓES

**EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO ASSOCIADA À REABILITAÇÃO
VESTIBULAR NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM SINTOMAS
VESTIBULARES E ZUMBIDO.**

Dissertação apresentada ao Programa Associado de Pós-Graduação em Fonoaudiologia UFPB/UFRN/UNCISAL, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Fonoaudiologia.

Área de concentração: Aspectos funcionais e reabilitação em Fonoaudiologia.

Linha de pesquisa: Desenvolvimento e reabilitação da audição e linguagem

Orientador (a): Marine Raquel Diniz da Rosa

Coorientador (a): Giorvan Anderson dos Santos Alves

João Pessoa

2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**

ATA DE DEFESA DA DISSERTAÇÃO

Aos vinte e oito dias do mês de setembro de 2023 (28/09/2023.), às 09:00 horas, realizou-se na plataforma de videoconferência Google meet por meio do link <https://meet.google.com/btz-txpv-vdn> a sessão pública de defesa de dissertação intitulada “EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO ASSOCIADA À REABILITAÇÃO VESTIBULAR NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM SINTOMAS VESTIBULARES E ZUMBIDO”, apresentada pelo discente. **Thales Roges Vanderlei de Góes**, que concluiu os créditos para obtenção do título de **MESTRE EM FONOAUDIOLOGIA**, área de concentração Aspectos Funcionais e Reabilitação em Fonoaudiologia, segundo encaminhamento da Profa. Dra. HANNALICE GOTTSCHALCK CAVALCANTI, Coordenadora do Programa Associado de Pós-Graduação em Fonoaudiologia da UFPB/UFRN/UNCISAL e segundo registros constantes nos arquivos da Secretaria da Coordenação do Programa. A Profa. Dra. MARINE RAQUEL DINIZ DA ROSA, na qualidade de orientadora presidiu a Banca Examinadora da qual fizeram parte o Prof. Dr. LEONARDO WANDELEY LOPES (Examinador Interno / UFPB) e a Profa. Dra. ILKA DO AMARAL SOARES (Examinadora Externa / UNCISAL). Dando início aos trabalhos, a Profa. Dra. MARINE RAQUEL DINIZ DA ROSA convidou os membros da banca examinadora para compor a mesa. Em seguida, foi concedida a palavra ao mestrando para apresentar uma síntese de sua dissertação. Posteriormente, o mestrando foi arguido pelos membros da banca examinadora. Encerrando os trabalhos de arguição, os examinadores deram o parecer final sobre a dissertação, ao qual foi atribuído o conceito de **APROVADO**. Proclamado o resultado pela Profa. Dra. MARINE RAQUEL DINIZ DA ROSA, presidente da banca examinadora, os trabalhos foram encerrados e, para constar a presente ata foi lavrada e assinada por todos os membros da banca examinadora.

Para videoconferência, link para gravação da sessão: <https://meet.google.com/btz-txpv-vdn>.

João Pessoa/Natal/Maceió, 28 de setembro de 2023



Profa. Dra. MARINE RAQUEL DINIZ DA ROSA
(Presidente da Banca Examinadora)



Prof. Dr. LEONARDO WANDELEY LOPES
(Membro Interno - UFPB.)



Profa. Dra. ILKA DO AMARAL SOARES.
(Membro Externo – UNCISAL)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**

**Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação**

G598e Goes, Thales Roges Vanderlei de.
Efeitos da fotobiomodulação associada à reabilitação
vestibular no tratamento de pacientes com sintomas
vestibulares e zumbido / Thales Roges Vanderlei de
Goes. - João Pessoa, 2023.
64 f. : il.

Orientação: Marine Raquel Diniz da Rosa.
Coorientação: Giorvan Anderson dos Santos Alves.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCS.

1. Zumbido - Audição. 2. Doenças vestibulares. 3.
Equilíbrio postural. 4. Terapia com luz de baixa
intensidade. 5. Audiometria de resposta evocada. I.
Rosa, Marine Raquel Diniz da. II. Alves, Giorvan
Anderson dos Santos. III. Título.

UFPB/BC

CDU 616.28-008.12(043)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação de mestrado é o resultado de muitas horas de trabalho e é importante exprimir os meus sinceros agradecimentos a algumas pessoas que me ajudaram em mais uma etapa da minha vida. A minha orientadora e co-orientador, pela paciência, por todo o conhecimento transmitido, pelo enorme entusiasmo pela natureza que me contagiou, pela amizade e apoio em todos os momentos. Aos meus colegas de turma pela parceria nesses anos de estudo, aos voluntários das pesquisas e principalmente meus familiares e amigos que contribuíram para a concretização desta dissertação, estimulando-me de forma intelectual, emocional e espiritual.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**

“Rezo a Deus não pedindo cargas mais leves, e sim ombros mais fortes. E tenho repetido que no que depender de mim, me recuso a ser infeliz. As coisas vão dar certo. Vai ter amor, vai ter fé, vai ter paz – se não tiver, a gente inventa.”
(Caio Fernando Abreu)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**

RESUMO

Introdução: Os sintomas vestibulares e o zumbido são extremamente comuns na prática clínica e podem ocorrer de forma simultânea ou independentemente. A Reabilitação Vestibular (RV) é um tratamento consolidado na literatura para as disfunções vestibulares, já o zumbido apresenta várias possibilidades terapêuticas, com diferentes graus de sucesso. Atualmente, a fotobiomodulação (FBM) tem sido apontada como uma opção terapêutica, porém não há consenso na literatura a respeito, principalmente quando se trata de pacientes com zumbido associação à tontura.

Objetivo: (1) investigar se há efeito eletrofisiológico imediato da FBM nos potenciais (ECochG e PEATE), a fim de validar a dosagem utilizada no ensaio clínico; (2) investigar se há efeito da FBM associada à RV no tratamento de pacientes com sintomas vestibulares e zumbido.

Método: Dissertação estruturada em dois artigos. (1) estudo experimental, randomizado *cross-over*, com amostra de 60 orelhas, divididas em Grupo Pesquisa (GP) e Grupo Controle (GC), foi utilizado um protocolo de FBM transmeatal com avaliação pré e pós-teste imediata à aplicação, por meio de medidas eletrofisiológicas no GP e GC. (2) Ensaio clínico, randomizado triplo cego, com amostra de 20 sujeitos com sintomas vestibulares e zumbido, divididos de forma randomizada, em GP(RV +FBM ativa) e GC(RV+ FBM placebo), foram realizadas dez sessões de intervenção terapêutica, duas vezes por semana, durante cinco semanas. Foram utilizados os testes T e de Mann-Whitney para comparar os registros.

Resultados: (1) Observou-se efeito da FBM de forma significativa entre o GP e GC, na análise da amplitude de do potencial de somação e nas relações de área e amplitude entre as os potenciais de somação e de ação. (2) Os dois grupos apresentaram diferenças significativas na reavaliação, em relação aos instrumentos de sintomas vestibulares, porém apenas o grupo GP apresentou melhora dos escores de zumbido. Quanto à análise intergrupos dos sintomas vestibulares, o GP apresentou melhora dos parâmetros do reflexo vestibulo ocular, análise sensorial da função vestibular e limite de estabilidade em relação ao GC.

Conclusão: Observou-se influência do efeito imediato FBM no potencial ECochG. A FBM associada à RV contribuiu para redução do incomodo do zumbido e melhora dos parâmetros vestibulares em comparação com GC.

Palavras-chave: Doenças Vestibulares, Terapia com Luz de Baixa Intensidade,

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**
Equilíbrio Postural, Zumbido, Eletrococleografia, Audiometria de Resposta Evocada.

ABSTRACT

Introduction: Vestibular symptoms and tinnitus are extremely common in clinical practice and can occur simultaneously or independently. Vestibular Rehabilitation (VR) is a consolidated treatment in the literature for vestibular dysfunctions, tinnitus presents several therapeutic possibilities, with different degrees of success. Currently, photobiomodulation (FBM) has been identified as a therapeutic option, however there is no consensus in the literature on this matter, especially when it comes to patients with tinnitus associated with dizziness. **Objective:** (1) investigate whether there is an immediate electrophysiological effect of FBM on potentials (ECochG and BAEP), in order to validate the dosage used in the clinical trial; (2) investigate whether there is an effect of FBM associated with VR in the treatment of patients with vestibular symptoms and tinnitus. **Method:** Dissertation structured in two articles. (1) experimental study, randomized cross-over, with a sample of 60 ears, divided into Research Group (GP) and Control Group (CG), a transmeatal FBM protocol was used with pre- and post-test evaluation immediately upon application, for through electrophysiological measurements in GP and GC. (2) Triple-blind randomized clinical trial, with a sample of 20 subjects with vestibular symptoms and tinnitus, randomly divided into GP (RV + active FBM) and CG (RV + FBM placebo), ten sessions of therapeutic intervention were carried out, twice a week for five weeks. The T and Mann-Whitney tests were used to compare the records. **Results:** (1) A significant effect of FBM was observed between the GP and CG, in the analysis of the amplitude of the summation potential and in the area and amplitude relationships between the summation and action potentials. (2) The two groups showed significant differences in the reassessment, in relation to the vestibular symptoms instruments, but only the GP group showed an improvement in tinnitus scores. Regarding the intergroup analysis of vestibular symptoms, the GP showed improvement in the parameters of the ocular vestibular reflex, sensory analysis of vestibular function and stability limit in relation to the CG. **Conclusion:** An influence of the immediate FBM effect on the ECochG potential was observed. FBM associated with VR contributed to reducing tinnitus discomfort and improving vestibular parameters compared to CG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA
Keywords: Vestibular Diseases, Low-Level Light Therapy, Postural Balance, Tinnitus, Electrocochleography, Audiometry, Evoked Response.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO 1 – EFEITO IMEDIATO DA FOTOBIMODULAÇÃO TRANSMEATAL NOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE CURTA LATÊNCIA. : ensaio clínico randomizado *cross-over*.

Figura 1 – Bico de laserpuntura Laser Duo - Modelo 2.0 da marca MMO 31

ARTIGO 2- EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO ASSOCIADA À REABILITAÇÃO VESTIBULAR NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM SINTOMAS VESTIBULARES E ZUMBIDO: ensaio clínico randomizado triplo cego.

Figura 1 – Fluxograma de intervenções. 52

Figura 2– Fluxograma dos participantes, conforme o *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT 2010) 53

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**

LISTA DE TABELAS

**ARTIGO 1 – EFEITO IMEDIATO DA FOTOBIMODULAÇÃO TRANSMEATAL
NOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE CURTA LATÊNCIA. : ensaio
clínico randomizado *cross-over*.**

Tabela 1 – Dados descritivos das medidas eletrofisiológicas de comparação da amostra, por momento de aquisição	32
Tabela 2 – Dados descritivos das medidas eletrofisiológicas de comparação da amostra, por momento de aquisição	33

**ARTIGO 2- EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO ASSOCIADA À
REABILITAÇÃO VESTIBULAR NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM
SINTOMAS VESTIBULARES E ZUMBIDO: ensaio clínico randomizado triplo
cego.**

Tabela 1 – Descrição e comparação entre os grupos por meio do parâmetro idade.	54
Tabela 2 – Dados descritivos e de comparação dos grupos nos momentos pré e pós- terapia.	55
Tabela 3 – Dados descritivos e de comparação entre grupos pré e pós-terapia.	57

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABORLCCF- Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial
AP- Potencial de Ação
ATP- Trifosfato de Adenosina
AVD - Acuidade Visual Dinâmica
CEP- Comitê de Ética em Pesquisa
CONSORT- Consolidated Standards of Reporting Trials
DHI- Dizziness Handicap Inventory
EcochG- Eletrococleografia
EPM- Erro-Padrão Medida
EVA- Escala Visual Analógica
FBM - Fotobiomodulação
GC- Grupo Controle
GP- Grupo Pesquisa
LEDs- Diodos Emissores de Luz
PEA - Potenciais Evocados Auditivos
PEATE- Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
RV- Reabilitação Vestibular
SP- Potencial de Somação
SV- Sintomas Vestibulares
TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
THI- Tinnitus Handicap Inventory
TRT- Terapia de Retreinamento
UFPB- Universidade Federal da Paraíba
VHIT- Video Head Impulse Test



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLÓGIA**

LISTA DE SÍMBOLOS

® Marca Registrada

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3	ARTIGO 1 – EFEITO IMEDIATO DA FOTOBIMODULAÇÃO TRANSMEATAL NOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE CURTA LATÊNCIA. : ensaio clínico randomizado <i>cross- over</i>.	19
4	ARTIGO 2- EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO ASSOCIADA À REABILITAÇÃO VESTIBULAR NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM SINTOMAS VESTIBULARES E ZUMBIDO: ensaio clínico randomizado triplo cego.	34
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
6	IMPACTO SOCIAL	60
	REFERÊNCIAS	61
	APÊNDICE A – PROTOCOLO DE REABILITAÇÃO VESTIBULAR ELABORADO PELOS AUTORES. EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO ASSOCIADA À REABILITAÇÃO VESTIBULAR NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM SINTOMAS VESTIBULARES E ZUMBIDO: ensaio clínico randomizado triplo cego.	64

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento, destinado à comissão avaliativa, refere-se à dissertação, intitulada: “EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO ASSOCIADA À REABILITAÇÃO VESTIBULAR NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM SINTOMAS VESTIBULARES E ZUMBIDO”. A forma de apresentação encontra-se no formato de dois artigos a serem enviados para revistas científicas. Estes foram desenvolvidos pelo Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia (PpgFon) associado à Universidade Federal da Paraíba. A fim de atender aos requisitos do Programa, o presente documento dispõe da seguinte estrutura: introdução geral do tema da dissertação, artigo 1, artigo 2 e considerações finais.

O artigo 1 intitulado “EFEITO IMEDIATO DA FOTOBIMODULAÇÃO TRANSMEATAL NOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE CURTA LATÊNCIA: ensaio clínico randomizado cross-over” e o artigo 2, intitulado “EFEITOS DA FOTOBIMODULAÇÃO ASSOCIADA À REABILITAÇÃO VESTIBULAR NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM SINTOMAS VESTIBULARES E ZUMBIDO: ensaio clínico randomizado triplo cego.” encontram-se nos moldes solicitados pela revista CoDAS, revista científica de acesso aberto, revisada por pares que publica conteúdos relevantes para a Fonoaudiologia e publicada bimestralmente pela Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia (SBFa), classificada com Qualis A3 para a área de Educação Física (21), de acordo com o quadriênio 2017-2020. A escrita do manuscrito foi formatada de acordo com as normas disponíveis em: <https://www.codas.org.br/instructions#nav6>.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fotobiomodulação envolve diversos parâmetros (comprimento de onda, dose de energia total aplicada, modo de emissão pulsátil ou contínuo, frequência e pontos irradiados) que possibilitam inúmeras configurações de aplicações clínicas. A programação das técnicas empregadas irá impactar diretamente no desfecho clínico dos resultados (BUBLITZ et al., 2015).

De acordo com o comprimento dessas ondas, que tem como unidade de medida o nanômetro (nm), a luz do *laser* poderá se apresentar na forma de luz vermelha (espectro visível) (600 a 700nm) e luz infravermelha (800 a 1100) (BUBLITZ et al., 2015). Os comprimentos de onda mais baixos dispersam mais no tecido alvo e penetram menos, enquanto que comprimentos de onda maiores dispersam menos e penetram mais (FERREIRA, 2016).

É de fundamental importância selecionar o comprimento de onda adequado para cada tratamento, sendo necessário portanto pesquisas que apontem a melhor faixa espectral para cada disfunção. A literatura sugere que o *laser* de emissão vermelha (630 nm a 690 nm) é a melhor opção para cicatrização de feridas por ser superficial, enquanto o infravermelho é mais utilizado em tecidos e estruturas mais profundos e internas (FERREIRA, 2016).

Estudos *in vivo* com aplicação de fotobiomodulação para a proteção de cócleas danificadas, em casos de exposição à ruído intenso (LEE et al., 2019; TAMURA et al., 2016) e a drogas ototóxicas (LEE et al., 2016; PARK et al., 2013; RHEE et al., 2012), demonstrando melhora histológica das células ciliadas externas da cóclea e dos limiões eletrofisiológicos após a terapia com a luz do *laser*, em comparação aos grupos controle .

Ainda sobre pesquisas *in vivo*, Park et al. (2013) avaliou a gravidade do zumbido usando um método objetivo de medição, a inibição de pré-pulso de sobressaltos acústicos, o que resultou em uma medida significativamente reduzida (*p = 0,038) no grupo de estudo tratado com fotobiomodulação.

Estudo *in vitro* que utilizou células auditivas HEI-OC1 cultivadas sob estresse oxidativo demonstrou que o *laser* infravermelho foi capaz de reduzir as moléculas reativas de oxigênio e suprimir mediadores pró-inflamatórios quando aplicada antes da indução de droga ototóxica (BARTOS et al., 2016).

Dentro da clínica otoneurológica, apesar de existirem estudos demonstrando resultados positivos do uso da fotobiomodulação em pacientes com zumbido (MOLLASADEGHI et al., 2013; CHOI et al., 2019; PANHÓCA et al., 2023; RHEE et al., 2006; ELSAYAD; ALSHARIF, 2022). A eficácia terapêutica da fotobiomodulação ainda é controversa, pois outros estudos demonstraram resultados sem distinção do grupo placebo (SILVA et al., 2022; DEHKORDI et al., 2015; GOODMAN et al., 2013; TEGGI et al., 2009), portanto, faz-se necessário que haja um consenso no que se refere a: dosimetria em joules utilizados, pontos de aplicação do *laser*, quantidade de sessões, comprimento de onda e a parâmetros auditivos (CHEN et al., 2020).

As diferenças podem resultar de inconsistências em vários fatores. Primeiramente, um equipamento de *laser* de comprimento de onda maior forneceria maior penetração na orelha interna, portanto diferentes configurações de comprimento de onda podem afetar a eficácia. O *laser* infravermelho, principalmente em comprimentos de onda em torno de 800 nm, possui menor absorção de água, o que possibilita maior quantidade de energia para penetrar mais profundamente no tecido alvo (XIA et al., 2014).

Espera-se ainda que a luz irradiada, por meio de pontos na região da mastoide tenha boa parte da energia absorvida pelo osso temporal, levando a doses terapêuticamente insuficientes de irradiação até a cóclea e canais semicirculares. A entrega transmeatal, por outro lado, mostra maior penetração de irradiação, uma vez que uma estrutura menos sólida dificulta a irradiação (TAUBER et al., 2001). Estudo com cadáver humano demonstrou que a energia absorvida após a irradiação de *laser* infravermelho pela cóclea foi de 5% da energia total na técnica transmeatal e de 2% na estimulação na mastóide, com um aparelho de potência de 80mW (RHEE et al., 2006).

Quanto a potência do equipamento e danos ao conduto auditivo, estudo em modelo animal demonstrou que a potência de *laser* inferior a 200 mW poderia ser administrada com segurança na membrana timpânica sem efeitos adversos, como edema. A irradiação foi administrada por 30 minutos diariamente, em 14 dias consecutivos (MOON et al., 2016). Revisão sistemática sobre a eficácia da fotobiomodulação analisou estudos com uma grande alternância de equipamentos que variaram de uma potência de 5mW até 450mW, com diferentes desfechos (TALLURI et al., 2022).

Embora o mecanismo exato dos efeitos fotoquímicos e fotofísicos da

fotobiomodulação na orelha média não seja totalmente compreendidos. Acredita-se que a irradiação da luz aumente a proliferação celular e favoreça a síntese de trifosfato de adenosina e colágeno. Também é pensado que a melhora do fluxo sanguíneo local, no ouvido interno, ative mecanismos de reparo das mitocôndrias nas células ciliadas (OKHOVAT et al., 2011).

A relação entre o sistema vestibular e o sistema coclear é bem conhecida. Muitas entidades patológicas podem originar-se de forma simultânea com repercussões vestibulococleares, ou mais tarde, também podem interferir na função do outro sistema, pois os dois sofrem influência direta da hidrodinâmica dos fluidos da orelha interna (GAVALAS; PASSOU; VATHILAKIS, 2001). Sabido que a fotobiomodulação age no fluxo dos fluidos corporais (OKHOVAT et al., 2011), este estudo tem como finalidade investigar os efeitos da Fotobiomodulação em indivíduos que apresentam tanto alterações vestibulares, como incomodo com o zumbido, associado com terapia de Reabilitação Vestibular relatado na literatura, como procedimento com eficácia moderada a forte para os distúrbios vestibulares (HALL et al., 2022; Hidayati et al., 2022; MN, 2015; SALMITO et al., 2020).

3 ARTIGO 1 – TÍTULO DO ARTIGO 1

EFEITO IMEDIATO DA FOTBIOMODULAÇÃO TRANSMEATAL NOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE CURTA LATÊNCIA: ensaio clínico randomizado *cross-over*.

RESUMO

Objetivos: investigar se há efeito eletrofisiológico imediato da fotobiomodulação transmeatal nos potenciais evocados auditivos de curta latência (ECochG e PEATE), a partir das configurações do *laser* programadas no estudo, a fim de validar a dosagem utilizada em pesquisa futura, com objetivo terapêutico. **Método:** estudo experimental, randomizado *cross-over*, com amostra de 60 orelhas, divididas em Grupo Pesquisa (GP) e Grupo Controle (GC), foi utilizado um protocolo de FBM transmeatal, com comprimento de onda de 808 nm (infravermelho), potência de 100 mW, emissão contínua, com energia de 42 J com avaliação pré e pós-teste imediata à aplicação, por meio de medidas eletrofisiológicas de PEATE e EcochG. **Resultados:** Observou-se efeito da fotobiomodulação de forma significativa entre o GP e GC, na análise da amplitude do potencial de somação e nas relações de área e amplitude entre o potencial de somação e de ação. **Conclusão:** O presente estudo demonstrou que há efeito eletrofisiológico imediato da FBM transmeatal nos potenciais evocados auditivos de curta latência :ECochG, porém não foram observados efeitos sobre o PEATE. Portanto, conclui-se que os parâmetros desenvolvidos na presente pesquisa podem ser utilizados em pesquisas futuras, pois não apresentam efeitos adversos, possui energia suficiente para atingir a região da orelha interna, sendo ainda capaz de produzir efeitos fotoquímicos na região.

Palavras-chave: Terapia com Luz de Baixa Intensidade, Eletrococleografia, Audiometria de Resposta Evocada.

ABSTRACT

Objectives: to investigate whether there is an immediate electrophysiological effect of transmeatal photobiomodulation on short-latency auditory evoked potentials (ECochG and BAEP), based on the laser settings programmed in the study, in order to validate the dosage used in future research, with therapeutic objectives. **Method :** experimental, randomized cross-over study, with a sample of 60 ears, divided into Research Group (GP) and Control Group (CG), a transmeatal FBM protocol was used, with a wavelength of 808 nm (infrared), power of 100 mW, continuous emission, with energy of 42 J with pre- and post-test evaluation immediately after application, through electrophysiological measurements of BAEP and EcochG. **Results:** A significant effect of photobiomodulation was observed between the GP and GC, in the analysis of the amplitude of the summation potential and in the area and amplitude relationships between the summation and action potential. **Conclusion:** The present study demonstrated that there is an immediate electrophysiological effect of transmeatal FBM on short-latency auditory evoked potentials :ECochG, but no effects were observed on ABR. Therefore, it is concluded that the parameters developed in this research can be used in future research, as they do not present adverse effects, have sufficient energy to reach the inner ear region, and are also capable of producing photochemical effects in the region.

Keywords: Vestibular Diseases, Low-Level Light Therapy, Postural Balance, Tinnitus.

INTRODUÇÃO

A terapia por Fotobiomodulação representa uma modalidade terapêutica que utiliza formas não ionizantes de fontes de luz, incluindo o *laser* de baixa intensidade, LEDs e/ou luzes de banda larga, no espectro visível (vermelho) e infravermelho. É um método não invasivo, indolor, com baixo risco para o paciente e sem efeitos colaterais. A técnica está relacionada com os efeitos de aceleração do crescimento dos axônios, mielinização, regeneração após lesões e manutenção da atividade funcional nervosa, que se traduzem em efeitos anti-inflamatórios e regenerativos⁽¹⁾.

A Fotobiomodulação (FBM) é amplamente pesquisada por especialistas para o tratamento de úlceras, doenças autoimunes, dores musculoesqueléticas agudas e crônicas, inflamações e queimaduras⁽²⁾. Tem sido sugerido ainda, como eficaz no tratamento de lesões musculoesqueléticas e do sistema nervoso periférico⁽³⁾.

Na área da audiolgia vem sendo pesquisada para perda auditiva neurossensorial⁽⁴⁾ e na redução da *loudness* e grau geral de incômodo do zumbido⁽⁵⁻¹³⁾.

O mecanismo exato de ação no sistema auditivo é desconhecido. Acredita-se que o *laser* seja um estimulador térmico de processos bioquímicos no ouvido interno⁽¹⁴⁾. E sabe-se que existe uma melhora da microcirculação local, por meio do bloqueio do potencial de ação do nervo simpático, o que resulta no aumento do suprimento de oxigênio para células hipóxicas⁽¹⁵⁾.

Dos estudos que investigaram os efeitos da FBM em perda auditiva e zumbido, alguns encontraram diferentes níveis de melhora nos limiares auditivos tonais e parâmetros de avaliação do zumbido⁽⁵⁻⁹⁾ enquanto outros não encontraram efeitos significativos⁽¹⁰⁻¹³⁾. Os efeitos terapêuticos da técnica, no sistema auditivo são controversos e observam-se inconsistências de métodos avaliativos e diversificação de parâmetros de FBM⁽⁸⁻¹⁵⁾; como: comprimento de onda; dosimetria; fluência; potência do aparelho e local de irradiação. Entretanto, não constam métodos objetivos de avaliação da via auditiva periférica, a fim de investigar avaliar os mecanismos de ação da FBM.

Dentre os procedimentos clínicos objetivos para avaliação dos diversos níveis do sistema auditivo, os mais amplamente utilizados envolvem os potenciais evocados auditivos (PEA)⁽¹⁶⁾. Técnica utilizada para análise da atividade neural na via auditiva,

em diferentes sítios anatômicos, desde a cóclea até o córtex auditivo, sendo gerados em decorrência de um estímulo ou evento acústico⁽¹⁶⁾.

Os PEAs são geralmente categorizados de acordo com sua latência, ou seja, quanto ao tempo de resposta em milissegundos (ms) frente a um estímulo auditivo⁽¹⁶⁾. O que permite classificá-los em três grupos: curta latência (até 10 ms), média latência (10 a 50 ms) e longa latência (maior que 50 ms)⁽¹⁶⁾.

Os PEAs de curta latência representam respostas sensoriais a partir da ativação das fibras nervosas, da primeira parte da via auditiva⁽¹⁶⁻¹⁷⁾. Estas regiões da via auditiva podem ser pesquisadas por dois PEAs: a Eletrococleografia (ECoChG) que avalia especificamente as respostas elétricas da cóclea e o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) que analisa a integridade do trajeto da via auditiva, até a região de tronco encefálico⁽¹⁶⁻¹⁸⁾.

Sendo assim, os PEAs captam o sinal elétrico da primeira porção da via auditiva⁽¹⁶⁻¹⁸⁾, esta técnica poderia fornecer indícios de que a FBM é capaz de atingir as regiões da orelha interna, com energia suficiente para desencadear efeitos eletrofisiológicos. Tendo em vista que a dosagem e o comprimento de onda interferem diretamente no resultado dos achados e que a irradiação para a orelha interna não acontece com a técnica de contato, o que reduz a energia até chegar as estruturas da cóclea e canais semi-circulares, portanto a anatomia da orelha deve ser considerada⁽¹⁹⁾.

O objetivo essencial deste estudo foi investigar se há efeito eletrofisiológico imediato da FBM transmeatal nos PEAs de curta latência (ECoChG e PEATE), a partir das configurações do *laser* programadas no estudo, a fim de validar a dosagem utilizada em pesquisa futura, com objetivo terapêutico.

MÉTODOS

Desenho do estudo

Trata-se de um estudo experimental, de corte transversal, randomizado cross-over, com presença de pré e pós-teste, tendo o próprio sujeito de pesquisa, como controle e o experimento ao mesmo tempo, por meio de intervenções diferentes entre as orelhas direita e esquerda de um mesmo indivíduo.

Participantes

O estudo foi realizado de acordo com protocolo da pesquisa, aprovado pelo comitê de ética institucional da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) (CAEE:

5.681.217). Respeitaram-se os princípios éticos para pesquisas envolvendo seres humanos de acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. A coleta de dados teve início mediante assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), expedido em duas vias, ficando uma com as participantes do estudo.

A amostra do estudo foi por conveniência, composta por adultos jovens que foram convidados a participar. Foi realizado cálculo amostral, por meio da calculadora online disponível em <http://riskcalc.org:3838/samplesize/>. Considerando-se o tamanho de efeito de 0.8, margem de erro de 5% e nível de confiabilidade de 95%, o que mostrou que o estudo deveria ter amostra mínima de 30 participantes, correspondente a 60 orelhas, os quais foram alocados de forma pareada em dois grupos 1:1 (GP, estudo=30 e GC, controle=30). A pesquisa foi conduzida em uma clínica particular da cidade de Maceió, Alagoas.

Para serem incluídos, os sujeitos deveriam: estar na faixa etária entre 20 e 40 anos de idade, com limiões auditivos tonais dentro do padrão de normalidade, até 25dB nas frequências entre 250 e 8 khz⁽²⁰⁾, bilateralmente Timpanograma tipo “ A” e presença dos reflexos ipsilateral e contra- lateral, em ambas as orelhas, com ausência de queixas otológicas, auditivas e vestibulares.

Randomização

Os participantes que se enquadraram nos critérios de elegibilidade foram alocados por randomização simples para definir a alocação de cada orelha ,em um grupo distinto, tendo em vista que todos os sujeitos foram controle e o experimento ao mesmo tempo, sendo o Grupo Pesquisa (GP) formado pelas orelhas submetidas à FBM e o Grupo Controle (GC), o qual não recebeu a intervenção. A randomização gerou números aleatórios, no programa Excel, de forma prévia, para os trinta participantes correspondente a sessenta orelhas, o qual indicou se a orelha irradiada seria à direita ou esquerda do sujeito.

Instrumentos de Coleta

Avaliação auditiva básica

Inicialmente foi realizada a meatoscopia, na ausência de alterações de orelha externa, seguiu-se o protocolo para as medidas de imitância acústica, com o equipamento Flute Plus- Inventis®. Na pesquisa dos reflexos acústicos ipsilaterais e contralaterais, foram investigados os limiões nas frequências de 500 Hz, 1 KHz, 2 KHz e 4 KHz bilateralmente. Foram considerados aptos a participarem do estudo, os

voluntários que apresentaram curvas timpanométricas do tipo A e reflexos presentes em todas as frequências.

Em seguida, os limiares auditivos tonais de 250 a 8 KHz foram mensurados, em cabine acusticamente tratada. O audiômetro utilizado para realização da audiometria tonal foi da marca Vibrasom®, modelo AVS 800.

Após a realização da avaliação audiológica, os voluntários que se adequaram aos critérios de inclusão do estudo, foram submetidos a pesquisa dos potenciais evocados de curta latência.

Potenciais evocados auditivos de curta latência

Um dispositivo Evokadus da marca contronic® foi utilizado para as medidas dos potenciais evocados de curta latência, PEATE e ECoChG. Os procedimentos foram realizados com os participantes deitados em uma maca, primeiramente, a pele foi limpa com pasta abrasiva no local onde seriam colocados os eletrodos.

Para a aquisição do PEATE, O eletrodo ativo (Fz) foi posicionado na parte superior da fronte e a terra (Fpz), em posição lateral da fronte, os eletrodos de referência nas mastoide direita (M2) e esquerda (M1), com os valores de impedância entre os eletrodos abaixo de 5 kOms.

A estimulação auditiva foi realizada por meio do fone de inserção, Contronic C3A, com o estímulo do tipo *click*, em polaridade alternada. O filtro passa banda foi ajustado em 100-2000 Hz, com taxa de repetição em 27,7 estímulos por segundo, sendo promediados 2000 clicks em cada aquisição, em uma janela de tempo de 10 milissegundos. Os estímulos foram apresentados na intensidade de 80 dBnNA⁽¹⁷⁾. As variáveis analisadas foram: latência da onda I e interlatência das ondas I-V.

Para a aquisição do ECoChG, o eletrodo ativo, modelo Evokadus Ecochg c4 foi colocado no conduto auditivo externo, encostado à membrana timpânica, ou ao promontório de forma peritimpânica, um Gel condutor da Mercur® foi utilizado para aumentar a condutividade do eletrodo da membrana timpânica. Os eletrodos de referência nas mastóides direita (M2), esquerda (M1) e o eletrodo terra na fronte.

Os parâmetros utilizados no registro do ECoChG incluíram o estímulo *click*, apresentado monoauralmente a 85 dBnNA, em velocidade de apresentação de 13,1 estímulos por segundo, sendo empregado um total e 1000 estímulos, em cada aquisição. O filtro passa-alto foi de 1 Hz, o passa-baixo de 2000 Hz, e a janela de análise de 5 ms⁽²¹⁾. As variáveis analisadas foram: Latências de SP e AP, Relação amplitude SP/ AP, Relação de área SP/AP e Amplitude SP.

Intervenções

Fotobiomodulação

O protocolo empregado na orelha irradiada (GP), consistiu na aplicação transmeatal de fotobiomodulação, por meio do *laser* de baixa intensidade DUO, da marca MMO®. Quanto aos parâmetros de irradiação utilizados no experimento, configurou-se o aparelho, para o comprimento de onda de 808 nm (infravermelho), potência de 100 mW, emissão contínua, com energia de 42 J, sendo selecionado a opção de ilib infravermelho, durante 7 minutos, em um único ponto dentro do meato acústico externo, com irradiação em dose única.

Foi utilizado uma adaptação de bico de acupuntura *Laser Duo - Modelo 2.0* para maior aproximação da cóclea (figura 1). O bico de acupuntura foi utilizado, a fim de aproximar o tecido alvo do feixe de luz, o que permitiu uma estimulação o mais próximo da membrana timpânica, tendo em vista que a área alvo não teve ponto de contado direto.

Procedimento de Coleta

A sequência de coleta foi pensada, com o intuito de que a irradiação da FBM não interferisse no resultado de GC, tendo em vista que a coleta foi realizado por meio de técnica transmeatal, o que talvez possa haver influência do lado contra-lateral, por se tratar de uma pesquisa *cross-over*, o que minimizou os efeitos conhecido como “*carry-across*”²³.

Iniciou-se a primeira aquisição da orelha não-irradiada (GC) pela coleta do PEATE do voluntário. Foi realizada a repetibilidade do registro, com intuito de assegurar a fidedignidade das ondas. O fone de inserção era retirado do conduto do indivíduo e uma segunda aquisição era realizada, a fim de evitar interferência de posição de fone de inserção na análise dos momentos de primeira e segunda aquisição.

Posteriormente, eram captados dois registros das ondas do PEATE do GP, anteriormente a irradiação. Em seguida o fone de inserção era retirado. E os eletrodos e o *software* configurado para realização do ECoChG no GC, procedimento similar a aquisição do PEATE, com dois registros e presença de repetibilidade, seguida pela aquisição do primeiro registro de ECoChG no GP.

Então, o eletrodo transtimpânico era retirado do conduto e a orelha era irradiada

(GP) de forma transmeatal. Após a retirada do *laser* do conduto do participante, uma nova coleta de ECoChG no GP era realizada, seguida pela segunda aquisição de PEATE na mesma orelha.

Métodos Estatísticos

O teste de *Kolmogorov-Smirnov* foi usado para avaliar se as diferentes variáveis quantitativas seguiram uma distribuição normal, que foram comparadas pela média, utilizando o teste *T-Student* e análise da mediana por meio do *Teste Mann-Whitney*. A Significância estatística adotada foi a de valor p menor do que 0,05 (5%), para todas as análises.

RESULTADOS

Ao comparar as médias das latências em ms das ondas I, SP e AP, além das inter-latências das ondas I-V, por momento de aquisição e por comparação de grupos (GP e GC) não foram encontradas diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Esses dados são encontrados nas tabelas 1 e 2.

Em relação à comparação entre os grupos, as orelhas do grupo pesquisa pós-irradiação apresentaram maiores amplitudes de SP, em microvolts (mV) em relação ao grupo controle na segunda aquisição, essa diferença estatisticamente também foi significativa ao se comparar as relações de amplitude e área de SP/AP. Esses dados são encontrados na tabela 2.

DISCURSÃO

O presente estudo investigou a influência da FBM sobre os parâmetros avaliativos dos PEAs de curta latência, e obteve diferenças significativas para amplitude de SP, relação de amplitude e área SP/AP.

Estudo²⁴ que avaliou normo-ouvintes por meio do ECoChG demonstrou que a única medida que não diferiu estatisticamente com diferentes estímulos de intensidade foi a relação de amplitude SP/AP, embora possa haver diferença de amplitude entre os componentes SP e AP, fisiologicamente, as duas ondas mantem-se em uma proporção, de modo que essas apresentam um intervalo semelhante independente da intensidade a ser explorada.

O SP é uma resposta de corrente direta que reflete a diferença de voltagem média do potencial da membrana das células ciliadas internas para despolarização e

hiperpolarização, sem aparente contribuição de fibras nervosas auditivas²⁵.

O aumento da amplitude de SP repercute diretamente na relação de amplitude e de área SP/AP que também apresentaram diferenças estatísticas nas duas tabelas da presente pesquisa. Estudos⁽²⁶⁻²⁸⁾ relatam que o aumento das relações SP/AP estão relacionadas com as mudanças de velocidade da onda sonora na membrana basilar, os quais são restringidos por uma carga de volume excessivo de endolinfa, o que dificulta o movimento ascendente e descendente do caminho natural das ondas sonoras.

Estudos⁽²⁹⁻³¹⁾ em modelo animal que induziram trauma acústico em camundongos indicaram que a terapêutica da FBM diminuiu significativamente os limiares auditivos pesquisados por PEATE em comparação ao grupo controle, com resultado histológico favorável, além de ter acelerado a recuperação parcial ou total da função auditiva.

Os achados do presente estudo não demonstram que a FBM atua diretamente apenas nas células ciliadas internas da cóclea, representada pela onda SP, mas sim que a dosagem da FBM utilizada atinge a orelha interna, que é o alvo terapêutico para fotobiomodulação da cóclea e canais semicirculares, além de gerar despolarização e hiperpolarização capaz de modificar o PEA de forma significativa.

A dosimetria do *laser* aplicada na presente pesquisa foi relativamente alta, mas dentro da faixa de segurança sugerida anteriormente³²; e não ocorreram efeitos adversos na orelha externa ou média relatados pelos voluntários e observados pelo pesquisador.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que há efeito eletrofisiológico imediato da FBM transmeatal nos PEAs de curta latência :ECochG, porém não foram observados efeitos sobre o PEATE ,a partir das configurações do *laser* programadas no estudo; comprimento de onda infravermelho (808nm), potência de 100 mW, emissão contínua, com energia de 42 J, com irradiação realizado por meio da ponteira de laserpuntura de forma transmeatal. Portanto, conclui-se que os parâmetros desenvolvidos na presente pesquisa podem ser utilizados em pesquisas futuras, pois não apresentam efeitos adversos, possui energia suficiente para atingir a região da orelha interna, sendo ainda capaz de produzir efeitos fotoquímicos na região.

REFERÊNCIAS

1. Bathini M, Raghushaker CR, Mahato KK. The Molecular Mechanisms of Action of Photobiomodulation Against Neurodegenerative Diseases: A Systematic Review. Vol. 42, Cellular and Molecular Neurobiology. Springer; 2022. p. 955–71.
2. Glass GE. Photobiomodulation: The clinical applications of low-level light therapy. *Aesthet Surg J*. 2021 Jun 1;41(6):723–38.
3. Yang M, Yang Z, Wang P, Sun Z. Current application and future directions of photobiomodulation in central nervous diseases. Vol. 16, Neural Regeneration Research. Wolters Kluwer Medknow Publications; 2021. p. 1177–85.
4. Bartos A, Grondin Y, Bortoni ME, Ghelfi E, Sepulveda R, Carroll J, et al. Pre-conditioning with near infrared photobiomodulation reduces inflammatory cytokines and markers of oxidative stress in cochlear hair cells. *J Biophotonics*. 2016 Dec 1;9(11–12):1125–35.
5. Mollasadeghi A, Mirmohammadi SJ, Mehrparvar AH, Davari MH, Shokouh P, Mostaghaci M, et al. Efficacy of low-level laser therapy in the management of tinnitus due to noise-induced hearing loss: A double-blind randomized clinical trial. *The Scientific World Journal*. 2013;2013.
6. Choi JE, Lee MY, Chung PS, Jung JY. A preliminary study on the efficacy and safety of low level light therapy in the management of cochlear tinnitus: A single blind randomized clinical trial. *International Tinnitus Journal*. 2019;23(1):52–7.
7. Panhóca VH, de Aquino Junior AE, de Souza VB, Ferreira SA, Ferreira LT, de Oliveira Souza KJ, et al. Effects of Red and Infrared Laser Therapy in Patients with Tinnitus: A Double-Blind, Clinical, Randomized Controlled Study Combining Light with Ultrasound, Drugs and Vacuum Therapy. *J Pers Med*. 2023 Apr 1;13(4).
8. Rhee CK, Lim ES, Kim YS, Chung YW, Jung JY, Chung PS. Effect of low level laser (LLL) on cochlear and vestibular inner ear including tinnitus. In: *Photonic Therapeutics and Diagnostics II*. SPIE; 2006. p. 60781K.
9. Elsayad OA, Alsharif B. Low-level laser therapy for treatment of tinnitus in Red Sea scuba divers: a randomized clinical study. *Egyptian Journal of Otolaryngology*. 2022 Dec 1;38(1).
10. Silva MR, Scheffer AR, de Assunção Bastos RS, Chavantes MC, Mondelli

- MFCG. The effects of photobiomodulation therapy in individuals with tinnitus and without hearing loss. *Lasers Med Sci.* 2022 Dec 1;37(9):3485–94.
11. Dehkordi MA, Einolghozati S, Ghasemi SM, Abolbashari S, Meshkat M, Behzad H. Effect of low-level laser therapy in the treatment of cochlear tinnitus: a double-blind, placebo-controlled study. *Ear Nose Throat J.* 2015 Jan;94(1):32-6.
 12. Goodman SS, Bentler RA, Dittberner A, Mertes IB. The Effect of Low-Level Laser Therapy on Hearing. *ISRN Otolaryngol.* 2013 Apr 23;2013:1–9.
 13. Teggi R, Bellini C, Piccioni LO, Palonta F, Bussi M. Transmeatal low-level laser therapy for chronic tinnitus with cochlear dysfunction. *Audiology and Neurotology.* 2009 Jan;14(2):115–20.
 14. Chang SY, Lee MY. Photobiomodulation with a wavelength > 800 nm induces morphological changes in stem cells within otic organoids and scala media of the cochlea. *Lasers Med Sci.* 2021 Dec 1;36(9):1917–25.
 15. Okhovat A, Berjis N, Okhovat H, Malekpour A, Abtahi H. Low-level laser for treatment of tinnitus: a self-controlled clinical trial. Vol. 16. 2011.
 16. Fiuza Regaçone S, Claudia A, Guçãõ B, Frizzo F. ELETROFISIOLOGIA: PERSPECTIVAS ATUAIS DE SUA APLICAÇÃO CLÍNICA EM FONOAUDIOLOGIA [Internet]. Vol. 4. Available from: <http://letras.ufpel.edu.br/verbavolant>.
 17. Lewis JD, Goodman SS. Basal Contributions to Short-Latency Transient-Evoked Otoacoustic Emission Components. *JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology.* 2015 Feb 1;16(1):29–45.
 18. Harris KC, Bao J. Optimizing non-invasive functional markers for cochlear deafferentation based on electrocochleography and auditory brainstem responses. *J Acoust Soc Am.* 2022 Apr 1;151(4):2802–8.
 19. Chen CH, Huang CY, Chang CY, Cheng YF. Efficacy of low-level laser therapy for tinnitus: A systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *Brain Sci.* 2020;10(12):1–16.
 20. Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia (SBFa) e Academia Brasileira de Audiologia (ABA). Guia de Orientação na Avaliação Audiológica: Volume I - Audiometria tonal liminar, logaudiometria e medidas de imitância acústica. Sistemas de Conselho de Fonoaudiologia, 2020.
 21. Harris KC, Bao J. Optimizing non-invasive functional markers for cochlear

- deafferentation based on electrocochleography and auditory brainstem responses. *J Acoust Soc Am*. 2022 Apr 1;151(4):2802–8.
22. Redondo-Martínez J, Morant-Ventura A, Robledo-Aguayo D, Ayas-Montero A, Mencheta-Benet E, Marco-Algarra J. Electrocochleografía extratimpánica en una población normal. Estudio descriptivo. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2016 Sep 1;67(5):254–60.
23. Vasilkov V, Liberman MC, Maison SF. Isolating auditory-nerve contributions to electrocochleography by high-pass filtering: A better biomarker for cochlear nerve degeneration? *JASA Express Lett*. 2023 Feb 1;3(2):024401.
24. Lutz BT, Hutson KA, Trecca EMC, Hamby M, Fitzpatrick DC. Neural Contributions to the Cochlear Summating Potential: Spiking and Dendritic Components. *JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2022 Jun 1;23(3):351–63.
25. Baba A, Takasaki K, Tanaka F, Tsukasaki N, Kumagami H, Takahashi H. Amplitude and area ratios of summating potential/action potential (SP/AP) in Meniere's disease. *Acta Otolaryngol*. 2009;129(1):25–9.
26. Pooja Nagarajan, Thangaraj MS. Comparison of Glycerol Test, ECochG and VEMP Findings in Patients with Meniere's Disease. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. 2022 Aug 1;74:668–74.
27. Rhee CK, Bahk CW, Kim SH, Ahn JC, Jung JY, Chung PS, et al. Effect of low-level laser treatment on cochlea hair-cell recovery after acute acoustic trauma. *J Biomed Opt*. 2012;17(6):068002.
28. Lee JH, Lee MY, Chung PS, Jung JY. Photobiomodulation using low-level 808 nm diode laser rescues cochlear synaptopathy after acoustic overexposure in rat. *J Biophotonics*. 2019 Nov 1;12(11).
29. Moon TH, Lee MY, Jung JY, Ahn JC, Chang SY, Chung PS, et al. Safety assessment of trans-tympanic photobiomodulation. *Lasers Med Sci*. 2016 Feb 1;31(2):323–



Figura 1. Bico de laserpuntura *Laser Duo* - Modelo 2.0 da marca MMO

Tabela 1 – Dados descritivos das medidas eletrofisiológicas de comparação da amostra, por momento de aquisição

Variável			Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Estatística do teste	p-valor
Latência da onda I	Orelha não irradiada (GC)	1ª Aquisição	1,19	1,58	1,421	0,091		
		2ª Aquisição	1,22	1,63	1,414	0,101	403,000 ¹	0,486
		Aquisição						
	Orelha irradiada (GP)	1ª Aquisição	1,19	1,57	1,407	0,088		
		2ª Aquisição	1,22	1,60	1,419	0,092	398,500 ¹	0,446
		Aquisição						
Inter-latência onda I-V	Orelha não irradiada (GC)	1ª Aquisição	3,67	4,31	4,032	0,161		
		2ª Aquisição	3,78	4,36	4,047	0,161	362,500 ¹	0,195
		Aquisição						
	Orelha irradiada (GP)	1ª Aquisição	3,85	4,29	4,084	0,118		
		2ª Aquisição	3,83	4,29	4,058	0,114	440,000 ¹	0,882
		Aquisição						
Latência SP	Orelha não irradiada (GC)	1ª Aquisição	0,47	0,82	0,629	0,084		
		2ª Aquisição	0,49	0,78	0,630	0,070	426,500 ¹	0,728
		Aquisição						
	Orelha irradiada (GP)	1ª Aquisição	0,51	0,78	0,634	0,078		
		2ª Aquisição	0,51	0,76	0,642	0,060	401,000 ¹	0,468
		Aquisição						
Latência AP	Orelha não irradiada (GC)	1ª Aquisição	1,21	1,55	1,386	0,100		
		2ª Aquisição	1,10	1,57	1,384	0,108	419,000 ¹	0,646
		Aquisição						
	Orelha irradiada (GP)	1ª Aquisição	1,19	1,69	1,401	0,107		
		2ª Aquisição	1,23	1,64	1,430	0,102	353,000 ¹	0,151
		Aquisição						
Relação de amplitude SP/AP	Orelha não irradiada (GC)	1ª Aquisição	4,29	33,9	20,463	9,601		
		2ª Aquisição	2,48	33,9	21,470	8,053	420,000 ²	0,657
		Aquisição						
	Orelha irradiada (GP)	1ª Aquisição	1,79	34,63	19,102	8,705		
		2ª Aquisição	4,45	58,28	35,53	10,564	310,000 ²	0,038*
		Aquisição						
Relação de área SP/AP	Orelha não irradiada (GC)	1ª Aquisição	0,66	1,32	1,007	0,178		
		2ª Aquisição	0,56	1,30	0,980	0,177	0,586 ¹	0,560
		Aquisição						
	Orelha irradiada (GP)	1ª Aquisição	0,71	1,61	1,199	0,211		
		2ª Aquisição	0,69	2,18	1,094	0,312	310,000 ²	0,038*
		Aquisição						
Amplitude SP	Orelha não irradiada (GC)	1ª Aquisição	0,04	0,32	0,186	0,075		
		2ª Aquisição	0,03	0,36	0,198	0,082	-0,591 ¹	0,557
		Aquisição						
	Orelha irradiada (GP)	1ª Aquisição	0,01	0,59	0,189	0,124		
		2ª Aquisição	0,08	0,87	0,324	0,149	-3,817 ¹	0,000*
		Aquisição						

Legenda: *Dados significantes – **Fonte:** Dados da pesquisa, 2023. 1- Teste -T de amostras independentes. 2 Teste Mann-Whitney SP- Potencial de Somação , AP- Potencial de Ação.

Tabela 2 – Dados descritivos das medidas eletrofisiológicas de comparação da amostra, por momento de aquisição

Variável		Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Estatística do teste	p-valor	
Latência da onda I	1ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	1,19	1,58	1,421	0,091	0,573 ¹	0,569
		Orelha radiada (GP)	1,19	1,57	1,407	0,088		
	2ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	1,22	1,63	1,414	0,101	-0,199 ¹	0,843
		Orelha radiada (GP)	1,22	1,60	1,419	0,092		
Interlatência onda I-V	1ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	3,67	4,31	4,032	0,161	-1,406 ¹	0,165
		Orelha radiada (GP)	3,85	4,29	4,084	0,118		
	2ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	3,78	4,36	4,047	0,161	-0,314 ¹	0,755
		Orelha radiada (GP)	3,83	4,29	4,058	0,114		
Latência SP	1ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	0,47	0,82	0,629	0,084	-0,254 ¹	0,801
		Orelha radiada (GP)	0,51	0,78	0,634	0,078		
	2ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	0,49	0,78	0,630	0,070	-0,725 ¹	0,471
		Orelha radiada (GP)	0,51	0,76	0,642	0,060		
Latência AP	1ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	1,21	1,55	1,386	0,100	-0,569 ¹	0,572
		Orelha radiada (GP)	1,19	1,69	1,401	0,107		
	2ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	1,10	1,57	1,384	0,108	-1,701 ¹	0,094
		Orelha radiada (GP)	1,23	1,64	1,430	0,102		
Relação de amplitude SP/AP	1ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	4,29	33,9	20,463	9,601	4017,00 ²	0,626
		Orelha radiada (GP)	1,79	34,63	19,102	8,705		
	2ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	2,48	33,9	21,470	8,053	18,861 ¹	0,000*
		Orelha radiada (GP)	4,45	58,28	35,53	10,564		
Relação de área SP/AP	1ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	0,66	1,32	1,007	0,178	376,00 ²	0,273
		Orelha radiada (GP)	0,71	1,61	1,199	0,211		
	2ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	0,56	1,30	0,980	0,177	37,876 ¹	0,000*
		Orelha radiada (GP)	0,69	2,18	1,094	0,312		
Amplitude SP	1ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	0,04	0,32	0,186	0,075	4010,50 ²	0,555
		Orelha radiada (GP)	0,01	0,59	0,189	0,124		
	2ª Aquisição	Orelha não radiada (GC)	0,03	0,36	0,198	0,082	187,50 ²	0,000*
		Orelha radiada (GP)	0,08	0,87	0,324	0,149		

Legenda: *Dados significantes – **Fonte:** Dados da pesquisa, 2023. 1- Teste -T de amostras independentes. 2 Teste Mann-Whitney SP- Potencial de Somação , AP- Potencial de Ação.

4 ARTIGO 2 – TÍTULO DO ARTIGO 2

EFETOS DA FOTOBIMODULAÇÃO ASSOCIADA À REABILITAÇÃO VESTIBULAR NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM SINTOMAS VESTIBULARES E ZUMBIDO: ensaio clínico randomizado triplo cego.

RESUMO

Objetivo: Investigar se há efeito da Fotobiomodulação (FBM) associada à Reabilitação Vestibular (RV) no tratamento de pacientes com sintomas vestibulares e zumbido.

Métodos: Ensaio clínico ,randomizado triplo cego, com amostra de 20 sujeitos com sintomas vestibulares e zumbido, divididos de forma randomizada, em GP(RV +FBM ativa) e GC(RV+ FBM placebo), foram realizadas dez sessões de intervenção terapêutica, duas vezes por semana, durante 5 semanas. Foram utilizados os testes T e de Mann-Whitney para comparar os registros. **Resultados:** Os dois grupos apresentaram diferenças significativas na reavaliação, em relação aos instrumentos de sintomas vestibulares, porém apenas o grupo GP apresentou melhora dos escores de zumbido. Quanto à análise intergrupos dos sintomas vestibulares, o GP apresentou melhor desempenho na acuidade visual dinâmica , na análise sensorial da função vestibular e limite de estabilidade, não foram observadas diferenças no índice de equilíbrio composto e o DHI. **Conclusão:** A fotobiomodulação associada à reabilitação vestibular apresentou efeitos positivos para redução do incomodo do zumbido e dos sintomas vestibulares e melhora dos parâmetros do reflexo vestibulo ocular, análise sensorial da função vestibular e limite de estabilidade em relação ao GC, não foram encontrados efeitos positivos da RV para reduzir o incomodo do zumbido .

Palavras-chave: Doenças Vestibulares, Terapia com Luz de Baixa Intensidade, Equilíbrio Postural, Zumbido.

ABSTRACT

Objective: To investigate whether there is an effect of Photobiomodulation (FBM) associated with Vestibular Rehabilitation (VR) in the treatment of patients with vestibular symptoms and tinnitus. **Methods:** Triple-blind randomized clinical trial, with a sample of 20 subjects with vestibular symptoms and tinnitus, randomly divided into GP (RV + active FBM) and CG (RV + FBM placebo), ten therapeutic intervention sessions were carried out, two times a week for 5 weeks. The T and Mann-Whitney tests were used to compare the records. **Results:** The two groups showed significant differences in the reassessment, in relation to the vestibular symptoms instruments, but only the GP group showed an improvement in tinnitus scores. Regarding the intergroup analysis of vestibular symptoms, the GP showed better performance in dynamic visual acuity, in the sensory analysis of vestibular function and stability limit, no differences were observed in the composite balance index and the DHI. **Conclusion:** Photobiomodulation associated with vestibular rehabilitation showed positive effects in reducing the discomfort caused by tinnitus and vestibular symptoms and improving parameters of the ocular vestibular reflex, sensory analysis of vestibular function and stability limit in relation to the CG, no positive effects were found. VR to reduce the discomfort of tinnitus..

Keywords: Vestibular Diseases, Low Intensity Light Therapy, Postural Balance, Tinnitus.

INTRODUÇÃO

A Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial (ABORLCCF) definiu no I Fórum Brasileiro de Otoneurologia um consenso em torno das definições de Sintomas Vestibulares (SV)⁽¹⁾. Embora a literatura americana, tradicionalmente refira-se à “tontura” como um termo guarda-chuva que inclui o próprio conceito de vertigem como um subconjunto^(2,3), a ABORLCCF optou pela decisão de tornar os termos não hierárquicos, sendo desse modo definidos de forma separadas⁽¹⁾. Portanto, deve-se considerar o termo vertigem referente à sensação deturpada de auto movimento durante um movimento de cabeça ou na ausência deste⁽¹⁾. Tontura, como uma sensação desorientação espacial⁽¹⁾. Dentro da definição de sintomas vestibulares, ainda pode-se incluir os vestibulo-visuais e os posturais⁽¹⁾.

Os SV são decorrentes de um desequilíbrio no processamento das informações do aparelho vestibular, visual e somatosensorial, a disfunção pode ocorrer devido a alterações em um, ou mais sistemas⁽⁴⁾. Sendo portanto causados por uma variedade de etiologias^(1,3-5). O sucesso das medidas farmacológicas nos SV depende de um diagnóstico preciso, tratado com o medicamento adequado, em dosagem e duração apropriadas, escolhas inadequadas podem tornar o tratamento ineficaz^(1,5).

Outra opção terapêutica para os SV é a Reabilitação Vestibular (RV), forma fisiológica de tratamento, em que são considerados os sintomas e alterações funcionais. A RV pode ser definida como um conjunto de procedimentos terapêuticos, destinados a promover plasticidade do sistema nervoso central, por meio de exercícios de adaptação, compensação e substituição vestibular^(1,3,6-7). Não existe um modelo único de reabilitação, o plano terapêutico deve ser elaborado de forma personalizada para os sintomas vestibulares específicos do indivíduo^(3,7-9). Revisões sistemáticas com metanálise⁽⁸⁻⁹⁾ e *guidelines*^(1,3) demonstram evidência moderada a forte da eficácia e segurança da RV nas hipofunções vestibulares unilateral ou bilateral.

O zumbido, por sua vez, pode ser definido como a percepção consciente de um som na ausência de um estímulo auditivo externo⁽¹⁰⁾. Na grande maioria dos casos é classificado como subjetivo, ou seja, apenas o indivíduo afetado consegue ouvir o som⁽¹⁰⁾. A prevalência de zumbido aumenta com a idade, cerca de 9,7% da população mundial de adultos jovens entre 18 e 44 anos percebem o zumbido, esse índice aumenta para 23,6% em pessoas acima de 65 anos. A prevalência combinada de zumbido grave, ou seja, que relata incomodo, entre adultos é estimada em 2,3%⁽¹¹⁾. Apesar de sua fisiopatologia ser multifatorial e controversa, o zumbido poderia ser resultado de uma atividade neural anormal em qualquer nível do sistema auditivo⁽¹²⁾.

O zumbido e os SV podem ocorrer de forma simultânea ou independentemente⁽¹³⁾. A associação dos sintomas é muito comum, no processo de envelhecimento⁽¹⁴⁾, na migânea vestibular⁽¹⁵⁾, Ménière⁽¹⁶⁾ e transtornos emocionais⁽¹⁷⁾. Ambos trazem prejuízos à qualidade de vida do indivíduo, o que pode limitar as atividades diárias⁽¹⁴⁻¹⁷⁾.

Assim como a origem do zumbido, as terapêuticas são diversificadas⁽¹⁸⁾. Quando existe uma causa identificável, ela deve ser tratada. O controle da causa pode não ser suficiente para reduzir ou eliminar o zumbido⁽¹³⁾. Com graus variáveis de sucesso, existem várias possibilidades terapêuticas, tais como, Aconselhamento Auditivo, Terapia de Retreinamento (TRT), Mascaramento Sonoro, utilização de Prótese Auditiva, Terapia Comportamental, Mindfulness, Terapia Manual e a Fotobiomodulação (FBM)⁽¹⁸⁾.

A terapia por FBM é uma forma de terapia de luz que utiliza formas não ionizantes, como os *LASERS* e Diodos Emissores de Luz (LEDs) que atuam como facilitadores da microcirculação sanguínea, por meio da inibição neural simpática, o que permite um aumento na proliferação celular, tendo como consequência, uma maior facilidade na síntese de trifosfato de adenosina (ATP) nas mitocôndrias^(18,19). Esse processo possibilita acelerar o reparo e diminuir o dano das células e tecidos irradiados⁽²⁰⁾.

Os desfechos clínicos dos efeitos da FBM no zumbido ainda continuam controversos. Revisões sistemáticas^(18,19) analisaram estudos com efeitos positivos na percepção e incomodo do sintoma ,entretanto outros não apresentaram distinção do grupo placebo. Essa discrepância pode ser causada por divergências nos métodos de irradiação utilizados, ou ainda por diferenças nas amostras dos pacientes.

Quanto ao uso da FBM nos SV, em pesquisa com modelo animal⁽²¹⁾, uma dose de gentamicina foi injetada em camundongos (macho, doze semanas) para induzir vestibulopatia. A FBM foi realizada em sete dias consecutivos. O tratamento normalizou o vestíbulo (mensuradas a partir de um teste de função vestibular que avaliou o reflexo vestíbulo-ocular) e retorno ao quase normal da histologia da cúpula, enquanto no controle, o vestíbulo permaneceu comprometido. O que demonstra que o tratamento, além de ser não invasivo e sem efeitos colaterais relatados, pode ser um recurso promissor para alterações vestibulares em humanos.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi Investigar se há efeito da FBM associada à RV no tratamento de pacientes com SV e zumbido.

MÉTODOS

Desenho do estudo

Trata-se de um ensaio clínico aleatório triplo-cego, controlado por placebo, de corte longitudinal. O ensaio clínico foi conduzido em conformidade com as diretrizes do *Consolidated Standards of Reporting Trials-CONSORT*. Este estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em Seres Humanos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), devidamente registrada na Plataforma Brasil (processo-CAAE: 5.681.217). Este ensaio clínico foi realizado entre outubro de 2022 e Junho de 2023, em um ambulatório de audiologia do SUS e em uma clínica particular, na cidade de Maceió, Alagoas.

Participantes

A amostra foi constituída por pacientes com sintomas vestibulares e zumbido neurosensorial crônico encaminhados por preceptores de uma residência médica, em otorrinolaringologia, da cidade de Maceió- Alagoas, além de demanda espontânea que ocorreu por meio da divulgação de *folders* em redes sociais. Estes últimos realizaram avaliação prévia com a otorrinolaringologista de um ambulatório de audiologia do SUS.

Para serem incluídos, os voluntários deveriam ter idade superior à 18 anos, com presença de SV e zumbido neurosensorial de forma constante e crônica^(3,10), ou seja por mais de 6 meses. Os limiares auditivos tonais deveriam ser simétricos em ambas as orelhas, com audição normal ou presença de perda auditiva, até o grau leve, segundo à classificação de Lloyd e Kaplan⁽²²⁾, ou ainda, com configuração audiométrica descendente leve, nas frequências agudas⁽²²⁾. Presença de sinais de hipofunção vestibular em um ou mais canais semicirculares diagnosticados, por um ou mais dos seguintes testes: prova calórica, head shake test e test de vibração instrumentalizados ou VHIT (Video Head Impulse Test); ausência de sinais posicionais nas manobras de Dix- hallpike, Roll Test e Side Lying Test. E por último, não estar em uso de medicação receitada com a finalidade de melhorar os sintomas investigados.

Para garantir a homogeneidade da amostra, estabeleceram-se os seguintes critérios de exclusão: Doenças do sistema nervoso central; pacientes que já realizaram reabilitação vestibular prévia; em uso de fármacos para tratamento de transtornos psiquiátricos e distúrbios do sono; em processo de adaptação auditiva por meio de aparelho de amplificação sonora individual; zumbidos modulados mediante movimentos musculares; população acima de 60 anos, pois além da lesão periférica, o desequilíbrio em idosos é multifatorial, incluindo déficits multisensoriais, o que pode interferir na propedêutica. Perdas auditivas condutivas e mistas⁽²²⁾.

Tamanho da Amostra

Para o cálculo do tamanho da amostra, considerou-se tamanho de efeito de 0.8, margem de erro de 5% e nível de confiabilidade de 95%, foi estimado 26 voluntários, os

quais serão alocados de forma pareada em dois grupos 1:1 (estudo=13 e controle=13). O cálculo foi realizado por meio da calculadora online disponível em <http://riskcalc.org:3838/samplesize/> 14.

Foram selecionados trinta e dois participantes para o estudo, após os critérios de inclusão e exclusão, estes foram convidados a comparecer a sessão de avaliação inicial que ocorreu de forma individual, em horário pré-estabelecido. Foram explicados os objetivos e etapas do estudo, apesar de ter ocorrido uma triagem inicial, via contato telefônico, sete indivíduos foram excluídos por não se enquadrarem nos critérios de elegibilidade. Durante o processo de coleta de dados, cinco sujeitos não conseguiram comparecer duas vezes na semana, durante as cinco semanas de intervenção, então foram excluídos da análise final do estudo.

Após assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), os sujeitos realizarão as avaliações iniciais (questionários, escalas visuais analógicas, os exames de posturografia e acuidade visual dinâmica). Na ausência de audiometria e exame vestibular, o paciente era encaminhado para realizar nos locais de coleta, sem custo para o sujeito.

Randomização

Os voluntários foram alocados de forma randomizada na proporção, 1: 1. A alocação dos sujeitos nos grupos foi realizada por intermédio do programa EXCEL utilizando a randomização estratificada. Para o Grupo Controle (GC), voluntários que receberam intervenção terapêutica de RV e FBM placebo e Grupo Pesquisa (GP), com a mesma intervenção terapêutica combinada com o uso da FBM ativa.

A Randomização ocorreu em bloco, a cada quatro participantes incluídos na pesquisa, uma nova alocação era realizada, por uma pesquisadora que não participou dos processos de avaliações e intervenções dos participantes.

Cegamento

Todas as avaliações clínicas e a intervenção de reabilitação vestibular foram conduzidas pelo fonoaudiólogo "A" cego para a alocação do tratamento. Nem o fonoaudiólogo "A" e nem os pacientes sabiam se estava sendo administrado um placebo ou um tratamento ativo. Os mesmos dispositivos de FBM foram utilizados nos dois grupos e a irradiação da FBM foi administrada pelo fonoaudiólogo "B" treinado apenas para etapa de irradiação transmeatal. No GC, o equipamento era introduzido no meato acústico externo, em ambas as orelhas, porém, o equipamento não era acionado, no GP a irradiação era realizada pelo acionamento dos dispositivos. Além disso, os voluntários usaram óculos opacos que auxiliaram no cegamento e na proteção visual. O estatístico

envolvido nas principais análises também desconhecia a alocação dos grupos até o final das análises estatísticas. Apenas a pesquisadora que realizou a randomização e o fonoaudiólogo “B” que realizou o tratamento de FBM sabiam da alocação dos participantes.

Desfechos (avaliações realizadas)

Os voluntários passaram por avaliação pré-intervenção que constaram de: *Tinnitus Handicap Inventory* (THI), *Dizziness Handicap Inventory* (DHI), Escala Visual Analógica (EVA) para os SV e Zumbido, Teste de Acuidade Visual Dinâmica e Posturografia.

Os instrumentos selecionados para a pesquisa foram aplicados em dois momentos, antes do início da intervenção e após dez sessões de atendimento.

***Tinnitus Handicap Inventory*(THI):**

O THI é um instrumento para verificar o grau de incômodo do zumbido⁽²³⁾. Foi aplicado em forma de entrevista e o voluntário escolhia, umas das três possibilidades de resposta a cada uma das vinte e cinco questões: “sim” (quatro pontos), “não” (zero ponto) ou “às vezes” (dois pontos). Cada pergunta se relaciona com um dos domínios: funcional, emocional ou catastrófico. O domínio funcional (onze itens) está relacionado às limitações de função no funcionamento mental, social/ocupacional e físico; o domínio Emocional (nove itens), à raiva, frustração, irritabilidade, depressão; o domínio Catastrófico (cinco itens), ao desespero, perda de controle, incapacidade de lidar e escapar, medo de doença. A soma das pontuações obtidas poderia assim variar de zero a cem.

***Dizziness Handicap Inventory* (DHI)**

O *Dizziness Handicap Inventory* (DHI) é uma escala validada a fim de avaliar o impacto da tontura na qualidade de vida⁽²⁴⁾. O DHI também foi aplicado em forma de entrevista. Avalia os seguintes aspectos: emocional e funcional, com nove questões cada e o aspecto físico, com sete questões, no total de vinte e cinco quesitos. As respostas permitidas são "sim", equivalente a quatro pontos, "às vezes", equivalente a dois pontos e "não", equivalente a zero. A pontuação varia de zero a cem pontos, sendo que quanto mais próximo de cem, maior será a desvantagem causada pela tontura na vida do paciente.

Escala Visual Analógica (EVA):

A EVA é uma escala de resposta psicométrica que vai de zero a dez⁽²⁵⁾. O

pesquisador responsável solicitava que o sujeito de pesquisa pontuasse a intensidade do incomodo do seu zumbido e posteriormente dos SV. Quanto mais próximo do dez, maior é o incômodo referido⁽²⁵⁾.

Teste de Acuidade Visual Dinâmica (AVD):

O Teste de Acuidade Visual Dinâmica⁽²⁶⁾ utilizado no presente estudo foi o do American Institute of Balance®, a avaliação ocorreu em três condições, cabeça parada, movimentação cefálica horizontal e movimentação vertical. O paciente foi posicionado à dois metros de distância da tela. Os números foram programados para aparecer automaticamente, em diferentes tamanhos e fontes, o paciente foi instruído a ler em voz alta, cada linha de números durante três segundos. Um metrômetro indicava a velocidade em que a cabeça deverá ser movimentada. Posteriormente foi calculado o decréscimo da acuidade na posição estática e dos movimentos horizontais e verticais.

Posturografia:

A Posturografia é uma técnica para avaliação objetiva da estabilidade postural, com base no centro de pressão corporal em diferentes situações de conflito sensorial⁽²⁷⁾.

O modelo utilizado na pesquisa foi o Hórus da marca Contronic®. Foi mensurado a princípio o limite de estabilidade do paciente, que é calculado comparando-se a diferença entre o máximo de deslocamento anterior, laterais e posterior na plataforma. Posteriormente os participantes foram submetidos a sete condições sensoriais na plataforma de posturografia estática com provas dinâmicas, sendo elas: 1- Olhos abertos em superfície estável, 2- Olhos fechados na superfície estável, 3- Olhos abertos na superfície instável, 4- Olhos fechados na superfície instável, 5- Optocinético à direita na superfície instável, 6- Optocinético à esquerda na superfície instável, 7- Túnel na superfície instável.

Intervenções

Figura 1. Demonstra o fluxograma das intervenções.

Reabilitação Vestibular

O programa de RV foi ofertado em formato de terapia em dupla, ou quando não possível de forma individual. As sessões foram supervisionadas pelo fonoaudiólogo "A", administrada duas vezes por semana, durante cinco semanas. Cada sessão tinha em média, uma duração trinta minutos. As sessões seguiram um protocolo padronizado, estruturado pelos autores e adaptado de Cawthorne & Cooksey (1944); AOOI (1983); Herdman (1990,1996); Davis & O'Leary (1994), UNIFESP (2011) (o protocolo encontra-se nos anexos). O programa de RV compreendeu exercícios para habituação, adaptação, estabilização do olhar, equilíbrio e marcha. Foram utilizados durante as sessões materiais de papelaria, como bola de isopor, canudo colorido, post-it para

demarcação de ponto fixo, lista de pseudopalavras e figuras para nomeação rápida e uma almofada para treino em superfície instável.

Os voluntários foram orientados a repetirem um dos sete exercícios propostos na sessão, em casa, de duas a três vezes ao dia. O exercício selecionado deveria provocar tontura / instabilidade. Apesar do protocolo ser padronizado para todos, as adaptações individuais foram realizadas, a fim de promover a neuroplasticidade de forma efetiva⁽²⁸⁾.

Fotobiomodulação

A terapia de FBM foi realizada sempre após a sessão de RV, a aplicação foi executada em uma sala reservada, com o paciente deitado em uma maca, por meio da aplicação de dois aparelhos (de forma binaural) de *LASER* de baixa intensidade DUO de corrente contínua, com potência de 100mW, da marca MMO. Foi utilizado o comprimento de onda de 808 nm (infravermelho), em emissão contínua, no meato acústico externo de forma bilateral e simultânea, com energia de 42 J por aparelho, totalizando 84 J por sessão, sendo selecionado no aparelho, a opção de ilib infravermelho, a fim de realizar uma emissão contínua, durante sete minutos, conforme protocolo padronizado em pesquisa anterior pelos autores do presente estudo. Foi utilizado a ponteira de bico de laserpuntura *Laser Duo - Modelo 2.0* para maior aproximação das estruturas alvo, duas vezes por semana. O bico de laserpuntura foi utilizado a fim de aproximar o tecido alvo do feixe de luz, o que permite a estimulação o mais próximo da membrana timpânica. Optou-se ainda pelo uso do infravermelho, pois este apresenta maior profundidade de alcance ao tecido alvo, tendo em vista que a área alvo não terá ponto de contato direto.

Métodos Estatísticos

A análise estatística foi realizada utilizando o pacote de *software* SPSS versão 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). O teste de *Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-Wilk* foi usado para avaliar a normalidade da distribuição dos dados ($p > 0,05$), os quais demonstraram ter uma distribuição normal. A significância estatística foi testada com os modelos lineares globais na caixa de ferramentas do *software* SPSS para medidas repetidas e a comparação pareada para encontrar as diferenças pelo teste de Bonferroni. Além disso, um teste *T-student* foi utilizado para comparar as médias, utilizando o teste *T-student* e análise da mediana por meio do Teste *Mann-Whitney*. A significância clínica será investigada por meio de da mudança mínima detectável (MMD%). A MMD, com 95% de confiança será calculada a partir do erro-padrão medida (sEPM) para indicar uma mudança real dos grupos GC e GP.

RESULTADOS

Ao todo trinta e dois voluntários demonstraram interesse no estudo após a triagem inicial (Figura 2.). Sete deles não puderam ser incluídos porque os SV, zumbido e os fatores associados não se enquadravam nos critérios da pesquisa. Vinte e cinco pacientes foram randomizados e incluídos no estudo. Durante o tratamento ocorreram cinco desistências. No total, vinte sujeitos foram incluídos na análise final, dez do grupo controle e dez do grupo pesquisa. Os grupos foram semelhantes em relação às características de faixa etária, gênero e tipo de perda auditiva e aos escores dos testes iniciais, onde apresentou normalidade pelos testes de *Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-Wilk*.

Quanto aos limiares audiométricos, foram incluídos cinco voluntários com audição normal, cinco com perda auditiva sensorioneural de grau leve e dez sujeitos com configuração audiométrica descendente leve, nas frequências agudas. Tanto o GC, como o GP foram formados por nove mulheres e um homem. A Tabela 1 apresenta uma visão a respeito da faixa etária dos participantes, a idade média foi de 52,50 anos no GC e 51,70 anos no GP.

Em ambos os grupos os SV diminuíram após o processo de intervenção terapêutica proposto. A intensidade subjetiva dos SV medida pela EVA, os escores do DHI físico, emocional, funcional e total, o Índice de Equilíbrio Composto e a Acuidade Visual Dinâmica nos escores horizontal e vertical melhoraram nos dois grupos. O parâmetro Análise Sensorial da Função Vestibular mostrou-se diferença estatisticamente significativa nos momentos pré e pós-terapia ($p=0,003$) apenas no GP.

A área do Limite de Estabilidade média do GC aumentou 1688,19 mm² após as dez sessões de RV enquanto que no GP houve um aumento de 3516,61 mm². No entanto, não se verificou diferença estatisticamente significativa. A Tabela 2 demonstra a comparação entre os grupos dos parâmetros de resultado supracitados.

Em contra-partida, em relação aos parâmetros avaliativos do zumbido, apenas o GP demonstrou melhora estatisticamente significativa nos momentos pré e pós-terapia, assim como na comparação entre os grupos no momento pós-terapia (Tabela 3); EVA Zumbido ($p=0,007$), THI Funcional ($p=0,000$), THI Emocional ($p=0,002$), THI Total ($p=0,003$), Não houve diferença significativa no THI Catastrófico ($p=0,080$).

Observa-se na tabela 3 que Acuidade Visual Dinâmica nos escores vertical apresentou diferença estatisticamente significativa ($p=0,031$) no momento pré-intervenção, o que demonstra maior déficit do RVO nos movimentos verticais no GP antes do tratamento, porém a diferença não se mantém no pós-intervenção. Com

melhora de 11% na média do GC e de 21,6% na média do GP pós-terapia. O GP apresenta ainda médias estatisticamente maiores nos momentos pré e pós-terapia nos escores horizontal e vertical do teste em comparação com GC.

DISCUSSÃO

O zumbido neurossensorial é considerado de origem periférica quando precede-se de alterações na orelha interna, no órgão espiral ou no nervo coclear⁽¹⁰⁻¹²⁾. Alterações de orelha interna também podem desencadear SV⁽¹⁻⁵⁾. Na literatura existem hipóteses que podem explicar estas correlações, como as conexões neuronais do sistema auditivo e vestibular para formar o nervo vestibulococlear, assim como, mudanças na hidrodinâmica dos fluidos da orelha interna que percorrem tanto a cóclea, como os canais semicirculares⁽²⁹⁾.

Os dois sintomas pesquisados no estudo são relatados na literatura como prevalentes na população adulta sendo que, com o aumento da idade, sua presença fica ainda mais evidenciada^(1-3,10-11).

No presente estudo, a média de idade foi de 52,50 anos no GC e 51,70 anos no GP, o tipo de perda auditiva de maior ocorrência foi a neurossensorial, com configuração audiométrica descendente leve, nas frequências agudas.

A literatura refere que podem existir achados vestibulo-coclear característicos do processo de degeneração relacionada à idade^(10,30). Pode ser sintomático de perda auditiva relacionada à presbiacusia, o audiograma com configuração descendente para as frequências agudas de forma bilateral e simétrica⁽¹⁰⁾, o qual foi mais predominante em nosso estudo. Assim como menor ganho de reflexo vestibulo ocular, com ausência de sacadas corretivas, em pelo menos um canal semi-circular pode ser considerada um resultado de perda vestibular relacionada à idade⁽³⁰⁾.

Desordens das proteínas ligantes de cálcio na perilinfa são relatados na literatura, como relacionado a um aumento da susceptibilidade de alterações vestibulo-colceares com o avanço da faixa etária, e assim essas células se tornam vulneráveis a processos patológicos que podem levar à degeneração neuronal^(31,32). Estudo⁽³³⁾ em roedores demonstrou que a redução das proteínas ligantes de cálcio estão associadas ao aumento do limiar eletrofisiológico do PEATE e redução da amplitude das emissões otoacústicas por produto de distorção em roedores mais velhos.

Estudo⁽³⁴⁾ de revisão sistemática demonstrou os mecanismos moleculares desencadeados após a FBM, um deles é o aumento da produção de ATP, o que induz o influxo de cálcio intracelular, também atua como neuroprotetor contra a morte celular, o que permite regular os níveis tóxicos do conteúdo intracelular de cálcio. Estudos⁽²⁰⁾ in vitro e in vivo de células da cóclea vem demonstrando efeitos positivos da FBM, como

redução dos níveis de estresse oxidativo, recuperação histológica das células após o tratamento com aminoglicosídeos e melhor recuperação de limiares eletrofisiológico após trauma acústico induzido.

Nosso estudo demonstrou diferença estatisticamente significativa da FMB associada a RV no GP em relação ao GC, quanto aos parâmetros de Zumbido (EVA e THI). O que corrobora com pesquisa⁽³⁵⁾ com perda auditiva neurosensorial bilateral, em 20 sessões, porém com parâmetros diferentes (650nm ,5mW, com estimulação na mastóide). Outro estudo⁽³⁶⁾ utilizou comprimento de onda infravermelho (830nm), com potencia de 100mW, assim como nossa pesquisa, porém com energia irradiada de 120 J por sessão e encontrou melhoras no parâmetro intensidade e duração, porém sem diferenças entre a EVA e o THI, em relação ao GC ,estes tiveram limiares de tom puro significativamente piores em comparação com os participantes do grupo que não apresentaram melhora.

Revisão sistemática com metanálise⁽¹⁹⁾ sugere que pacientes com zumbido que sofreram lesão por ruído de trauma acústico ou degeneração do nervo auditivo podem beneficiar-se mais da FBM em relação a outras possíveis causas etiológicas de zumbido. O que pode justificar os resultados positivos do nosso estudo.

Pesquisa recente⁽³⁷⁾ demonstrou o efeito positivo da FBM em diferentes formas de aplicação do *laser*, o grupo que apresentou melhor desfecho do THI foi o que utilizou um protótipo de *laser* vermelho transmeatal (660nm), de 100mw , 180 J por sessão, com aplicação bilateral, o grupo demonstrou melhores resultados que os pacientes que utilizaram o mesmo aparelho com energia de 72 J por sessão. Na pesquisa não foi avaliado o uso do laser infravermelho transmeatal. Vale ressaltar que o comprimento de onda influencia fortemente a irradiação para a cóclea, 660 nm penetra mais superficialmente do que comprimentos de onda de 808 nm^(18-20,34), portanto, o que pode explicar os efeitos positivos da nossa pesquisa com 84 J por sessão, com ponteira mais próxima a membrana timpânica, em relação a pesquisa citada.

Estudo⁽³⁸⁾ que utilizou comprimento de onda infravermelho (830nm) transmeatal, de 67mW ,80,4J/cm² ,em doze sessões distribuídas em quatro semanas apresentou diferença estatisticamente da EVA e THI em relação ao grupo controle .Outro estudo utilizou equipamento de *Laser* na potencia de 100mW com comprimento de onda de 606nm transmeatal, 4 J por sessão e não houve diferença estatística entre o grupo de intervenção e o placebo⁽³⁹⁾.

Algumas pesquisas⁽⁴⁰⁻⁴²⁾ utilizaram FBM transmeatal com aparelhos de potência abaixo de 7mW e comprimento de onda vermelho e não demonstraram efeitos positivos em relação ao zumbido idiopático. Em contra- partida, estudo⁽⁴³⁾ que utilizou equipamento com potência de 5mW, comprimento de onda de 650mm, durante 20

minutos (6 J por sessão) em mergulhadores, com audição normal e presença de zumbido apresentaram resultados significativos após 40 e 60 sessões, porém os autores utilizaram como critério para avaliar o desfecho , uma escala não-validada.

Não foram encontrados na literatura pesquisas com FBM transmeatal bilateral, com comprimento de onda infravermelho em pacientes com zumbido e nem em FBM para pacientes com alterações vestibulares independente do parâmetro de irradiação. Dois estudos^(21,38) realizaram aplicação de FBM a fim de avaliar os efeitos no sistema vestibular in vivo, após a indução de vestibulopatia⁽²¹⁾, por meio da aplicação de getamicina, o que demonstrou melhor recuperação da função vestibular em comparação ao grupo controle e efeito protetor⁽³⁸⁾ dos canais semicirculares pré- aplicação do ototóxico .

Os resultados do presente estudo demonstraram efetividade do programa de reabilitação vestibular elaborado pelos autores da pesquisa. Observamos que os escores totais do DHI nas fases pós-tratamento foram significativamente reduzidos em comparação aos escores iniciais em ambos os grupos.

Em relação aos parâmetros da posturografia, observa-se melhora estatisticamente significativa da Análise Sensorial da Função Vestibular no GP. Embora tenha ocorrido um aumento na média pós-intervenção do Limite de Estabilidade (LE) em ambos os grupos, este também foi maior no GP. O LE equivale à capacidade que o indivíduo apresenta para deslocar voluntariamente o seu centro de massa, com precisão e velocidade, sem alterar sua base de suporte^(27,44). Este parâmetro está proporcionalmente relacionado ao risco de queda. Estudo⁽⁴⁴⁾ demonstra que o aumento do LE está correlacionado com a melhora da análise sensorial da função vestibular , o que corrobora com nossos achados . Não obtivemos diferenças entre o Índice de Equilíbrio Composto.

Quanto à Acuidade visual dinâmica tanto o GP, como o GC apresentaram melhora estatisticamente significativa entre os momentos pré e pós-terapia. Porém o grupo que realizou a FBM verdadeira apresentou aumento significativamente maior na média dos escores horizontal e vertical em relação ao GC. A medida da acuidade visual durante o movimento da cabeça tem sido utilizada para avaliar a funcionalidade do impacto da hipofunção vestibular, alterações na acuidade visual impacta nas atividades diárias dos pacientes, como dirigir, ler, assistir televisão⁽²⁶⁾. O teste vem sendo relatado na literatura como confiável em termos de sensibilidade e especificidade, sendo capaz de distinguir indivíduos normais e pacientes com perda vestibular⁽²⁶⁾.

Este estudo é o primeiro ensaio clínico prospectivo randomizado controlado , das bases de dados pesquisadas que demonstra o efeito benéfico da FBM associada à reabilitação vestibular em indivíduos com SV e zumbido. A limitação deste estudo é que

o pequeno número de voluntários pode não ser suficiente para tirar conclusões sólidas sobre os efeitos clínicos e apesar da doença de base não ter sido considerada na análise do estudo, os sinais clínicos foram delimitados nos critérios de inclusão e exclusão, o que possibilitou grupos com características e sintomas homogêneos.

Não encontramos melhora do zumbido, no grupo que realizou a FBM placebo, portanto a RV não foi capaz de intervir nesse sintoma, também não encontramos ensaios clínicos utilizando a RV para tratamento do Zumbido. Mais estudos longitudinais e prospectivos são necessários para avaliar os resultados em longo prazo dos efeitos da FBM associado a RV em SV, assim como a FBM associada à intervenções com comprovações científicas no zumbido, utilizando um tamanho de amostra maior, com acompanhamento em longo prazo.

CONCLUSÃO

A fotobiomodulação associada à reabilitação vestibular apresentou efeitos positivos para redução do desconforto do zumbido, avaliado por meio da EVA e THI e melhora dos parâmetros da acuidade visual dinâmica, análise sensorial da função vestibular e limite de estabilidade, em relação ao Grupo Controle. Não foram observadas diferenças entre os grupos em relação a EVA tontura, DHI e Índice de Equilíbrio Composto. Também não foram encontrados efeitos positivos da RV para reduzir o desconforto do zumbido .

REFERÊNCIAS

1. Lee MY, Hyun JH, Suh MW, Ahn JC, Chung PS, Jung JY. Treatment of peripheral vestibular dysfunction using photobiomodulation. *J Biomed Opt.* 2017 Aug 29;22(08):1.
2. Newman-Toker DE, Cannon LM, Stofferahn ME, Rothman RE, Hsieh YH, Zee DS. Imprecision in patient reports of dizziness symptom quality: A cross-sectional study conducted in an acute care setting. *Mayo Clin Proc.* 2007;82(11):1329–40.
3. Lin E, Aligene K. Pharmacology of balance and dizziness. *NeuroRehabilitation.* 2013;32(3):529–42.
4. Hall CD, Herdman SJ, Whitney SL, Anson ER, Carender WJ, Hoppes CW, et al. Vestibular Rehabilitation for Peripheral Vestibular Hypofunction: An Updated Clinical Practice Guideline From the Academy of Neurologic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. Vol. 46, *Journal of Neurologic Physical Therapy.* Lippincott Williams and Wilkins; 2022. p. 118–77.
5. Tepel M. N-Acetylcysteine in the prevention of ototoxicity. Vol. 72, *Kidney International.* Nature Publishing Group; 2007. p. 231–2.
6. Dunlap PM, Holmberg JM, Whitney SL. Vestibular rehabilitation: Advances in peripheral and central vestibular disorders. Vol. 32, *Current Opinion in Neurology.* Lippincott Williams and Wilkins; 2019. p. 137–44.
7. Yan T, Zong F, Han X, Wang X, Li Q, Qiao R, et al. Vestibular Neuritis in Patients among Different Age Groups: Clinical Features and Outcomes. *J Am Acad Audiol.* 2020 Oct 1;31(9):629–35.
8. Mn M. Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction (Review) [Internet]. 2015. Available from: <http://www.thecochranelibrary.com>
9. Hidayati HB, Imania HAN, Octaviana DS, Kurniawan RB, Wungu CDK, Rida Ariarini NN, et al. Vestibular Rehabilitation Therapy and Corticosteroids for Vestibular Neuritis: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Vol. 58, *Medicina (Lithuania).* MDPI; 2022.
10. Esmaili AA, Renton J. A review of tinnitus. *Aust J Gen Pract;* 2018; 47(4):205-208.
11. Jarach CM, Lugo A, Scala M, Van Den Brandt PA, Cederroth CR, Odone A, et al. Global Prevalence and Incidence of Tinnitus: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Neurol.* 2022 Sep 1;79(9):888–900.
12. Henry JA, Dennis KC, Schechter MA. General review of tinnitus: prevalence, mechanisms, effects, and management. *J Speech Lang Hear Res.* 2005

- Oct;48(5):1204-35.
13. Vieira PP, Marchori LL de M, Melo JJ. Estudo da possível associação entre zumbido e vertigem. Rev CEFAC [Internet]. 2010Jul;12(4):641–5.
 14. Incômodo causado pelo zumbido medido pelo Questionário de Gravidade do Zumbido Tinnitus annoyance assessed by the Tinnitus Handicap Inventory.
 15. Vestibular migrane
 16. Basura GJ, Adams ME, Monfared A, Schwartz SR, Antonelli PJ, Burkard R, et al. Clinical Practice Guideline: Ménière's Disease. Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States). 2020 Apr 1;162(2_suppl):S1–55.
 17. ART 17 TINNITUS AND PSICO.
 18. Chen CH, Huang CY, Chang CY, Cheng YF. Efficacy of low-level laser therapy for tinnitus: A systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. Brain Sci. 2020;10(12):1–16.
 19. Talluri S, Palaparathi SM, Michelogiannakis D, Khan J. Efficacy of photobiomodulation in the management of tinnitus: A systematic review of randomized control trials. Vol. 139, European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases. Elsevier Masson s.r.l.; 2022. p. 83–90.
 20. Lee JH, Kim S, Jung JY, Lee MY. Applications of photobiomodulation in hearing research: from bench to clinic. Vol. 9, Biomedical Engineering Letters. Springer Verlag; 2019. p. 351–8.
 21. Lee MY, Hyun JH, Suh MW, Ahn JC, Chung PS, Jung JY. Treatment of peripheral vestibular dysfunction using photobiomodulation. J Biomed Opt. 2017 Aug 29;22(08):1.
 22. Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia (SBFa) e Academia Brasileira de Audiologia (ABA). Guia de Orientação na Avaliação Audiológica: Volume I - Audiometria tonal liminar, logaudiometria e medidas de imitância acústica. Sistemas de Conselho de Fonoaudiologia, 2020.
 23. Ferreira PÉA, Cunha F, Onishi ET, Branco-Barreiro FCA, Ganança FF. Tinnitus handicap inventory: adaptação cultural para o Português brasileiro. Pró-Fono R Atual Cient [Internet]. 2005Sep;17(3):303–10.
 24. Castro ASO de, Gazzola JM, Natour J, Ganança FF. Versão brasileira do Dizziness Handicap Inventory. Pró-Fono R Atual Cient [Internet]. 2007Jan;19(1):97–104.
 25. Rodrigues Figueiredo R, Aparecida De Azevedo A, De P, Oliveira M. Correlation analysis of the visual-analogue scale and the Tinnitus Handicap Inventory in tinnitus patients Summary [Internet]. Vol. 75, Brazilian Journal of otorhinolaryngology. 2009. Available from:

- <http://www.rborl.org.br/http://www.rborl.org.br/>
26. Michel L, Laurent T, Alain T. Rehabilitation of dynamic visual acuity in patients with unilateral vestibular hypofunction: earlier is better. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2020 Jan 1;277(1):103–13.
 27. CORDERO-CIVANTOS C, CALLE-CABANILLAS MI, ÁLVAREZ-GÓMEZ L. Rehabilitación vestibular con posturografía dinámica. *Revista ORL*. 2019 Oct 15;11(1):89.
 28. Tokle G, Mørkved S, Bråthen G, Goplen FK, Salvesen Ø, Arnesen H, et al. Efficacy of Vestibular Rehabilitation Following Acute Vestibular Neuritis: A Randomized Controlled Trial. *Otology and Neurotology*. 2020 Jan 1;41(1):78–85.
 29. Gavalas GJ, Passou EM, Vathilakis JM. Tinnitus of vestibular origin. Vol. 30, *Scand Audiol*. 2001.
 30. Kadan İ, Kirazlı G, Öğüt MF, Kirazlı T. Evaluation of vestibulo-ocular reflex (Vor) in tinnitus patients with normal hearing. *Journal of International Advanced Otology*. 2021;17(1):13–8.
 31. Caspary DM, Hughes LF, Ling LL. Age-related GABAA receptor changes in rat auditory cortex. *Neurobiol Aging*. 2013 May;34(5):1486–96.
 32. Bu J, Sathyendra V, Nagykerly N, Geula C. Age-related changes in calbindin-D28k, calretinin, and parvalbumin-immunoreactive neurons in the human cerebral cortex. *Exp Neurol*. 2003 Jul 1;182(1):220–31.
 33. Yang T, Hu N, Pangršič T, Green S, Hansen M, Lee A. Functions of CaBP1 and CaBP2 in the peripheral auditory system. *Hear Res*. 2018 Jul 1;364:48–58.
 34. Bathini M, Raghushaker CR, Mahato KK. The Molecular Mechanisms of Action of Photobiomodulation Against Neurodegenerative Diseases: A Systematic Review. Vol. 42, *Cellular and Molecular Neurobiology*. Springer; 2022. p. 955–71.
 35. Mollasadeghi A, Mirmohammadi SJ, Mehrparvar AH, Davari MH, Shokouh P, Mostaghaci M, et al. Efficacy of low-level laser therapy in the management of tinnitus due to noise-induced hearing loss: A double-blind randomized clinical trial. *The Scientific World Journal*. 2013;2013.
 36. Choi JE, Lee MY, Chung PS, Jung JY. A preliminary study on the efficacy and safety of low level light therapy in the management of cochlear tinnitus: A single blind randomized clinical trial. *International Tinnitus Journal*. 2019;23(1):52–7.
 37. Panhóca VH, de Aquino Junior AE, de Souza VB, Ferreira SA, Ferreira LT, de Oliveira Souza KJ, et al. Effects of Red and Infrared Laser Therapy in Patients with Tinnitus: A Double-Blind, Clinical, Randomized Controlled Study Combining Light with Ultrasound, Drugs and Vacuum Therapy. *J Pers Med*. 2023 Apr 1;13(4).
 38. Rhee CK, Lim ES, Kim YS, Chung YW, Jung JY, Chung PS. Effect of low level

- laser (LLL) on cochlear and vestibular inner ear including tinnitus. In: *Photonic Therapeutics and Diagnostics II*. SPIE; 2006. p. 60781K.
39. Silva MR, Scheffer AR, de Assunção Bastos RS, Chavantes MC, Mondelli MFCG. The effects of photobiomodulation therapy in individuals with tinnitus and without hearing loss. *Lasers Med Sci*. 2022 Dec 1;37(9):3485–94.
 40. Dehkordi MA, Einolghozati S, Ghasemi SM, Abolbashari S, Meshkat M, Behzad H. Effect of low-level laser therapy in the treatment of cochlear tinnitus: a double-blind, placebo-controlled study. *Ear Nose Throat J*. 2015 Jan;94(1):32-6.
 41. Goodman SS, Bentler RA, Dittberner A, Mertes IB. The Effect of Low-Level Laser Therapy on Hearing. *ISRN Otolaryngol*. 2013 Apr 23;2013:1–9.
 42. Teggi R, Bellini C, Piccioni LO, Palonta F, Bussi M. Transmeatal low-level laser therapy for chronic tinnitus with cochlear dysfunction. *Audiology and Neurotology*. 2009 Jan;14(2):115–20.
 43. Elsayad OA, Alsharif B. Low-level laser therapy for treatment of tinnitus in Red Sea scuba divers: a randomized clinical study. *Egyptian Journal of Otolaryngology*. 2022 Dec 1;38(1).
 44. Fernández-Nava MJ, Ferreira Cendón S, Alonso de la Iglesia S, Cecilio Rivas M de las M, Alonso San Eloy AB, Batuecas Caletrió Á. Límites de estabilidad en los distintos patrones posturográficos. Estudio de cohortes. *Revista ORL*. 2022 Oct 20;e28981.

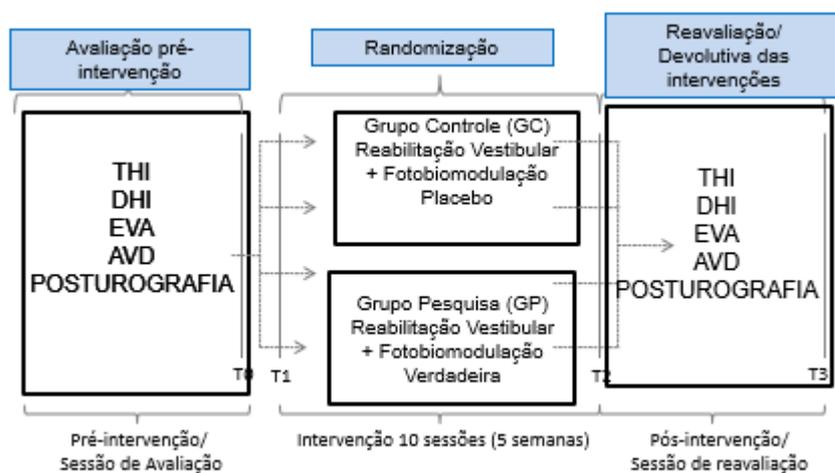


Figura 1.. Fluxograma de intervenções. Fonte :Elaborada pelo autor
 EVA (Escala Visual Analógica), THI (Tinnitus Handicap Inventory), DHI (Dizziness Handicap Inventory), AVD (Acuidade Visual Dinâmica).

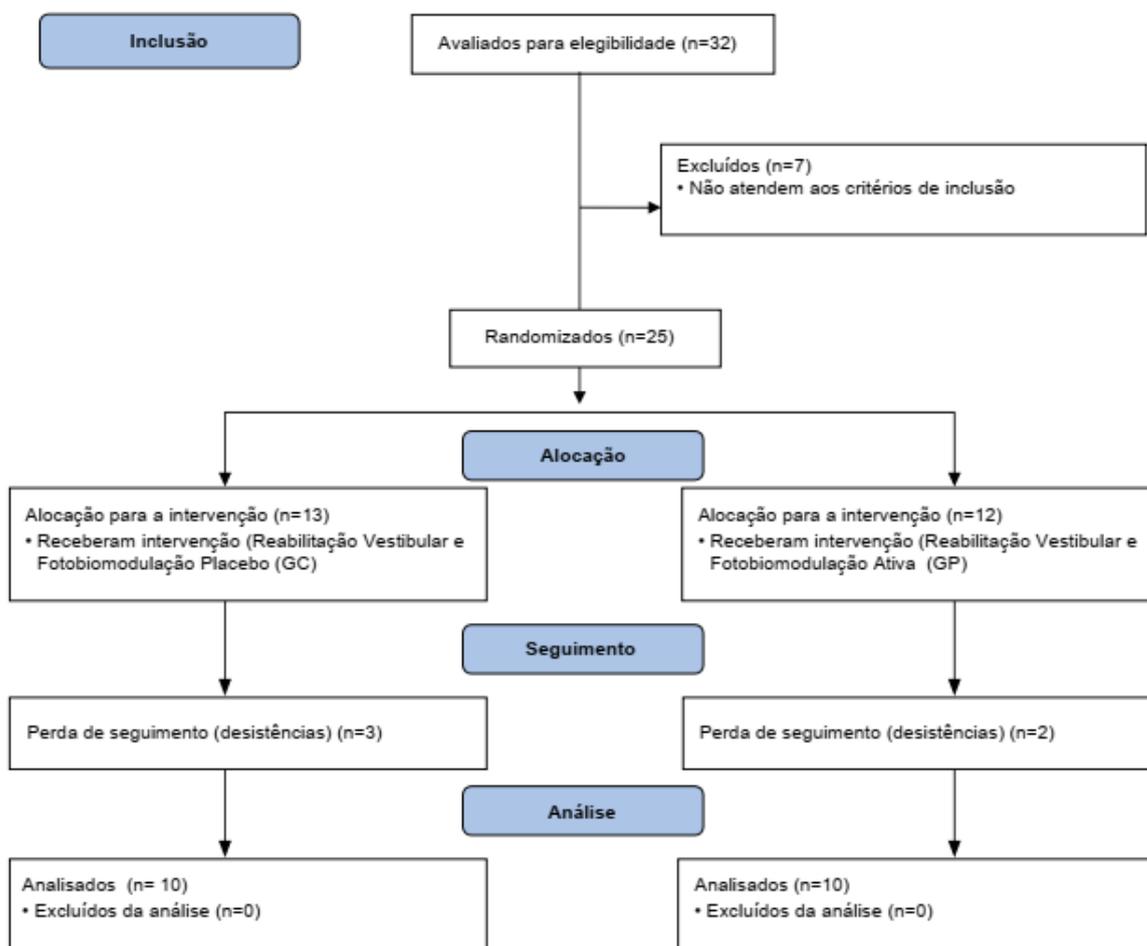


Figura 2. Fluxograma dos participantes, conforme o *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT 2010)

Fonte :Elaborada pelo autor.

Tabela 1- Descrição e comparação entre os grupos por meio do parâmetro idade.

Variável	Grupo	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Estatística do Teste	p- valor
Idade	GC	38	60	52,50	8,410	48,500	0,912 ¹
	GP	30	60	51,70	10,361		

Legenda: *Dados significantes – **Fonte:** Dados da pesquisa, 2023. 1- Teste Mann-Whitney. GC(Grupo Controle), GP (Grupo Pesquisa).

Tabela 2 – Dados descritivos e de comparação dos grupos nos momentos pré e pós- terapia.

Variável		Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Estatística do teste	p-valor	
EVA Zumbido	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	5	10	7,60	1,955	1,435 ¹	0,170
		Pós-Terapia	4	9	6,50	1,434		
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	4	10	8,30	2,359	15,000 ²	0,007*
		Pós-Terapia	1	10	4,10	3,247		
EVA Tontura	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	2	9	5,9	2,234	3,556 ¹	0,003*
		Pós-Terapia	2	5	3,10	1,101		
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	5	10	7,70	1,829	6,394 ¹	0,000*
		Pós-Terapia	0	6	2,30	1,947		
THI Funcional	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	8	44	28,40	11,423	0,491 ¹	0,629
		Pós-Terapia	8	38	26,00	10,414		
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	20	44	32,00	9,238	5,268 ¹	0,000*
		Pós-Terapia	0	28	11,40	8,222		
THI Emocional	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	6	34	22,40	10,362	0,564 ¹	0,580
		Pós-Terapia	4	34	19,80	10,261		
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	8	36	22,00	11,700	10,500 ²	0,002*
		Pós-Terapia	0	32	7,20	9,670		
THI Catastrófico	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	8	18	13,20	3,910	1,489 ¹	0,157
		Pós-Terapia	0	20	9,80	6,070		
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	4	20	13,60	5,948	3,526 ¹	0,003*
		Pós-Terapia	0	14	5,40	4,326		
THI Total	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	30	96	64,00	23,438	37,000 ²	0,353
		Pós-Terapia	24	88	55,80	24,284		
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	40	100	67,60	25,920	4,094 ²	0,001*
		Pós-Terapia	0	74	24,60	20,764		
DHI Físico	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	12	28	20,80	5,750	4,850 ¹	0,000*
		Pós-Terapia	4	18	9,60	4,502		
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	16	36	23,80	5,692	7,576 ¹	0,000*
		Pós-Terapia	2	14	6,80	4,237		
DHI Emocional	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	8	32	20,00	7,542	4,359 ¹	0,001*
		Pós-Terapia	4	16	8,20	4,050		
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	12	32	21,80	7,208	5,967 ¹	0,000*
		Pós-Terapia	0	16	5,80	4,467		
DHI Funcional	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	12	28	21,40	5,892	4,836 ¹	0,000*
		Pós-Terapia	6	18	10,60	3,893		
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	16	30	23,00	5,185	9,000 ²	0,001*
		Pós-Terapia	4	26	8,60	7,427		
DHI Total	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	40	82	61,60	15,284	5,878 ¹	0,000*
		Pós-Terapia	20	48	28,20	9,449		
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	44	92	68,60	14,909	1,500 ²	0,000*
		Pós-Terapia	8	46	21,20	13,037		
Limite de Estabilidade	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	8710,4	16321,1	12140,060	2633,621	-1,354 ¹	0,193
		Pós-Terapia	9879,6	17385,1	13828,250	2935,434		
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	7195,7	19269,3	12368,880	3619,764	-1,798 ¹	0,091
		Pós-Terapia	10289,5	27289,1	15885,490	5013,693		
Análise Sensorial da Função Vestibular	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	40,0	97,6	84,150	16,746	31,000 ²	0,165
		Pós-Terapia	89,2	98,4	93,370	3,315		
		Pré-Terapia	45,5	95,5	81,540	15,956	12,000 ²	0,003*

	Grupo Pesquisa (GP)	Pós-Terapia	90,1	97,0	94,710	2,2708		
Índice de Equilíbrio Composto	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	50,6	95,7	85,270	14,1144		
		Pós-Terapia	81,4	97,5	93,910	4,7864	16,000 ²	0,009*
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	40	100	67,60	25,920		
		Pós-Terapia	81,4	97,5	93,910	4,7864	19,000 ²	0,019*
AVD Escore Horizontal	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	72	90	80,00	5,812		
		Pós-Terapia	80	100	89,20	5,514	-3,632 ¹	0,003*
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	42	96	71,60	17,859		
		Pós-Terapia	80	100	92,20	6,356	12,000 ²	0,002*
AVD Escore Vertical	Grupo Controle (GC)	Pré-Terapia	72	92	81,00	6,055		
		Pós-Terapia	84	100	92,20	6,563	-3,632 ¹	0,002*
	Grupo Pesquisa (GP)	Pré-Terapia	48	88	69,00	14,275		
		Pós-Terapia	72	100	90,60	8,592	-4,100 ¹	0,001*

Legenda: *Dados significantes – Fonte: Dados da pesquisa, 2023. 1- Teste -T de amostras independentes.2 Teste Mann-Whitney. GC(Grupo Controle), GP (Grupo Pesquisa).
EVA (Escala Visual Analógica), THI (Tinnitus Handicap Inventory), DHI (Dizziness Handicap Inventory), AVD (Acuidade Visual Dinâmica).

Tabela 3– Dados descritivos e de comparação entre grupos pré e pós- terapia.

Variável			Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Estatística do teste	p-valor
EVA Zumbido	Pré- Terapia	GC	5	10	7,60	1,955	40,000 ¹	0,481
		GP	4	10	8,30	2,359		
	Pós- Terapia	GC	4	9	6,50	1,434	0,213 ²	0,046*
		GP	1	10	4,10	3,247		
EVA Tontura	Pré- Terapia	GC	2	9	5,9	2,234	-1,972 ²	0,065
		GP	5	10	7,70	1,829		
	Pós- Terapia	GC	2	5	3,10	1,101	1,131 ¹	0,277
		GP	0	6	2,30	1,947		
THI Funcional	Pré- Terapia	GC	8	44	28,40	11,423	-0,775 ²	0,448
		GP	20	44	32,00	9,238		
	Pós- Terapia	GC	8	38	26,00	10,414	3,480 ²	0,003*
		GP	0	28	11,40	8,222		
THI Emocional	Pré- Terapia	GC	6	34	22,40	10,362	48,000 ¹	0,912
		GP	8	36	22,00	11,700		
	Pós- Terapia	GC	4	34	19,80	10,261	12,000 ¹	0,002*
		GP	0	32	7,20	9,670		
THI Catastrófico	Pré- Terapia	GC	8	18	13,20	3,910	-0,178 ²	0,861
		GP	4	20	13,60	5,948		
	Pós- Terapia	GC	0	20	9,80	6,070	1,867 ²	0,080
		GP	0	14	5,40	4,326		
THI Total	Pré- Terapia	GC	30	96	64,00	23,438	-0,326 ²	0,748
		GP	40	100	67,60	25,920		
	Pós- Terapia	GC	24	88	55,80	24,284	-4,326	0,000*
		GP	0	74	24,60	20,764		
DHI Físico	Pré- Terapia	GC	12	28	20,80	5,750	-0,172 ²	0,256
		GP	16	36	23,80	5,692		
	Pós- Terapia	GC	4	18	9,60	4,502	1,432 ²	0,169
		GP	2	14	6,80	4,237		
DHI Emocional	Pré- Terapia	GC	8	32	20,00	7,542	-0,546 ²	0,592
		GP	12	32	21,80	7,208		
	Pós- Terapia	GC	4	16	8,20	4,050	30,500 ¹	0,143
		GP	0	16	5,80	4,467		
DHI Funcional	Pré- Terapia	GC	12	28	21,40	5,892	-0,645 ²	0,527
		GP	16	30	23,00	5,185		
	Pós- Terapia	GC	6	18	10,60	3,893	25,500 ¹	0,063
		GP	4	26	8,60	7,427		
DHI Total	Pré- Terapia	GC	40	82	61,60	15,284	-1,037 ²	0,314
		GP	44	92	68,60	14,909		
	Pós- Terapia	GC	20	48	28,20	9,449	3,480 ²	0,159
		GP	8	46	21,20	13,037		
Limite de Estabilidade	Pré- Terapia	GC	8710,4	16321,1	12140,060	2633,6216	-0,162 ²	0,874
		GP	7195,7	19269,3	12368,880	3619,7642		
	Pós- Terapia	GC	9879,6	17385,1	13828,250	2935,4343	39,000 ¹	0,436
		GP	10289,5	27289,1	15885,490	5013,6937		
Análise Sensorial da Função Vestibular	Pré- Terapia	GC	40,0	97,6	84,150	16,746	43,000 ¹	0,631
		GP	45,5	95,5	81,540	15,956		
	Pós- Terapia	GC	89,2	98,4	93,370	3,315	-1,055 ²	0,307
		GP	90,1	97,0	94,710	2,2708		
Índice de Equilíbrio Composto	Pré- Terapia	GC	50,6	95,7	85,270	14,114	46,000 ¹	0,796
		GP	40	100	67,60	25,920		
	Pós- Terapia	GC	81,4	97,5	93,910	4,7864	46,500 ¹	0,791
		GP	81,4	97,5	93,910	4,7864		
AVD Escore Horizontal	Pré- Terapia	GC	72	90	80,00	5,812	40,000 ¹	0,481
		GP	42	96	71,60	17,859		
	Pós- Terapia	GC	80	100	89,20	5,514	-1,127 ²	0,275
		GP	80	100	92,20	6,356		
AVD Escore Vertical	Pré- Terapia	GC	72	92	81,00	6,055	2,447 ²	0,031*
		GP	48	88	69,00	14,275		
	Pós- Terapia	GC	84	100	92,20	6,563	0,468 ²	0,646
		GP	72	100	90,60	8,592		

Legenda: *Dados significantes – **Fonte:** Dados da pesquisa, 2023 1- Teste Mann-Whitney 2- Teste -T de amostras independentes.

GC (Grupo Controle), GP (Grupo Pesquisa).EVA (Escala Visual Analógica), THI (Tinnitus Handicap Inventory), DHI (Dizziness

Handicap Inventory), AVD (Acuidade Visual Dinâmica).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dos estudos demonstraram que os parâmetros da fotobiomodulação utilizados na pesquisa apresentaram efeitos imediato no potencial de curta latência ECochG, demonstrando que a dosagem de 420J com a ponteira de laserpuntura é capaz de realizar efeitos fotoquímicos na orelha interna. No ensaio clínico com pacientes com sintomas vestibulares e zumbido os parâmetros de fotobiomodulação utilizados associado à reabilitação vestibular apresentou efeitos positivos para redução do incomodo do zumbido, avaliado por meio da EVA e THI e melhora dos parâmetros da acuidade visual dinâmica, análise sensorial da função vestibular e limite de estabilidade, em relação ao Grupo Controle.

6 IMPACTO SOCIAL

Este estudo foi o primeiro ensaio clínico prospectivo randomizado controlado que demonstrou o efeito benéfico da fotobiomodulação associada à reabilitação vestibular em indivíduos com sintomas vestibulares e zumbido crônico, estes são sintomas prevalentes na população adulta e idosa , muitas vezes incapacitante. A fotobiomodulação é um procedimento seguro , sem efeitos adversos, o que pode contribuir para melhor qualidade de vida nos sintomas vestibulococleares associados. O protocolo de Reabilitação Vestibular proposto e elaborado pelos autores demonstrou ser eficaz no controle dos sintomas vestibulares nos dois grupos estudados, podendo ser utilizado em pesquisas futuras.

9. REFERÊNCIAS

- BARTOS, A. et al. Pre-conditioning with near infrared photobiomodulation reduces inflammatory cytokines and markers of oxidative stress in cochlear hair cells. **Journal Of Biophotonics**, v. 9, n. 11-12, p. 1125-1135, 21 jan. 2016.
- BUBLITZ , C. et al. Laser therapy, used in a specific dose, modulates pulmonary inflammatory processes in an experimental model of sepsis in rats. **Fisioter Pesqui**, v. 22, n. 4, p. 420-425, out. 2015.
- CHOI, J. E. et al. A preliminary study on the efficacy and safety of low level light therapy in the management of cochlear tinnitus: A single blind randomized clinical trial. **International Tinnitus Journal**, v. 23, n. 1, p. 52–57, 2019.
- DEHKORDI,M.A. et al. Effect of low-level laser therapy in the treatment of cochlear tinnitus: a double-blind, placebo-controlled study. **Ear Nose Throat J**. v. 94, n. 1, p. 32–36, jan. 2015.
- ELSAYAD, O. A.; ALSHARIF, B. Low-level laser therapy for treatment of tinnitus in Red Sea scuba divers: a randomized clinical study. **Egyptian Journal of Otolaryngology**, v. 38, n. 1, 1 dez. 2022.
- FOROGH, B. et al. Repeated sessions of transcranial direct current stimulation for treatment of chronic subjective tinnitus: a pilot randomized controlled trial. **Neurological Sciences**, v. 37, n. 2, p. 253-259, 24 out. 2015.
- GANANÇA, Maurício Malavasi *et al.* Betahistine in the treatment of tinnitus in patients with vestibular disorders. **Brazilian Journal Of Otorhinolaryngology**, v. 77, n. 4, p. 499-503, ago. 2011.
- GOIS, R.O. et al. Estado mental e impacto do zumbido em idosos. **Revista Cefac**, v. 16, n. 3, p. 798-809, jun. 2014.
- GOMES, Aline; FERREIRA, Afonso; DOS, Padronização; DOSIMÉTRICOS, Parâmetros. **APLICAÇÃO DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE NO PROCESSO DE CICATRIZAÇÃO DE FERIDA CIRÚRGICA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016
- GOODMAN, S. S. et al. The Effect of Low-Level Laser Therapy on Hearing. **ISRN Otolaryngology**, v. 2013, p. 1–9, 23 abr. 2013.
- LEE, J. H. et al. Photobiomodulation using low-level 808 nm diode laser rescues cochlear synaptopathy after acoustic overexposure in rat. **Journal of Biophotonics**, v. 12, n. 11, 1 nov. 2019.
- LEE, M. Y. et al. Photobiomodulation by laser therapy rescued auditory neuropathy induced by ouabain. **Neuroscience Letters**, v. 633, p. 165–173, 28 out. 2016.

MATOS, A. S. et al. Laser therapy applied to orofacial motricity: perception of members of the brazilian orofacial motricity association - abramo. **Revista Cefac**, v. 20, n. 1, p. 61-68, fev. 2018.

MCDONNELL, M.; N, H. S. L. Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction. **Cochrane Database Of Systematic Reviews**, p. 300-310, 13 jan. 2015.

MOLLASADEGHI, A. et al. Efficacy of low-level laser therapy in the management of tinnitus due to noise-induced hearing loss: A double-blind randomized clinical trial. **The Scientific World Journal**, v. 2013, 2013.

MOON, T.H. et al. Safety assessment of trans-tympanic photobiomodulation. **Lasers In Medical Science**, v. 31, n. 2, p. 323-333, 6 jan. 2016.

NASCIMENTO, I.P. et al. Tinnitus evaluation: relationship between pitch matching and loudness, visual analog scale and tinnitus handicap inventory. **Brazilian Journal Of Otorhinolaryngology**, v. 85, n. 5, p. 611-616, set. 2019.

OITICICA, J.; BITTAR, R. S. M. Tinnitus prevalence in the city of São Paulo. **Brazilian Journal Of Otorhinolaryngology**, v. 81, n. 2, p. 167-176, mar. 2015.

OKHOVAT, A et al. Low-level laser for treatment of tinnitus: a self-controlled clinical trial. **Journal of research in medical sciences**, v. 16, n. 1, p. 33-38, janeiro 2014.

PARK, Y. M. et al. Trans-canal laser irradiation reduces tinnitus perception of salicylate treated rat. **Neuroscience Letters**, v. 544, p. 131–135, 7 jun. 2013.

RHEE, C.-K. et al. **Effect of low level laser (LLL) on cochlear and vestibular inner ear including tinnitus**. Photonic Therapeutics and Diagnostics II. **Anais...SPIE**, 9 fev. 2006.

RHEE, C.-K. et al. Effect of low-level laser treatment on cochlea hair-cell recovery after acute acoustic trauma. **Journal of Biomedical Optics**, v. 17, n. 6, p. 068002, 2012.

ROSA, M. R. Diniz et al. Zumbido e ansiedade: uma revisão da literatura. **Revista Cefac**, v. 14, n. 4, p. 742-754, 14 fev. 2012.

SILVA, M. R. et al. The effects of photobiomodulation therapy in individuals with tinnitus and without hearing loss. **Lasers in Medical Science**, v. 37, n. 9, p. 3485–3494, 1 dez. 2022.

TALLURI, S. et al. Efficacy of photobiomodulation in the management of tinnitus: A systematic review of randomized control trials. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. **Elsevier Masson**. s.r.l., 1 mar. 2022.

TAMURA, A. et al. Photobiomodulation rescues the cochlea from noise-induced hearing

loss via upregulating nuclear factor κB expression in rats. **Brain Research**, v. 1646, p. 467–474, 1 set. 2016.

TEGGI, R. et al. Transmeatal low-level laser therapy for chronic tinnitus with cochlear dysfunction. **Audiology and Neurotology**, v. 14, n. 2, p. 115–120, jan. 2009.

XIA, Nan *et al.* Pulsed 808-nm infrared laser stimulation of the auditory nerve in guinea pig cochlea. **Lasers In Medical Science**, v. 29, n. 1, p. 343-349, 28 maio 2013.

APÊNDICE A-

PROTOCOLO DE REABILITAÇÃO VESTIBULAR (Góes, et al 2023) , adaptado de Cawthorne & Cooksey (1944); AOOI (1983); Herdman (1990,1996); Davis & O’Leary (1994), Protocolo UNIFESP (2011).

1º Semana, sessões 1 e 2

- 1- Olhar para cima e para baixo mirando para dois pontos fixos, devagar e depois rapidamente (em pé) (2 minutos)
 - 2- Olhar para a direita e para a esquerda mirando para dois pontos fixos, devagar e depois rapidamente (em pé) (2 minutos)
 - 3- Aproximar e afastar canudo multicolorido (convergência visual), olhando para ele (em pé) (lentamente e depois rapidamente) (2 minutos)
 - 4- Jogar uma bola de uma mão para outra, acompanhando-a com os olhos. (30 vezes).
 - 5- Colocar um objeto no chão. Apanhá-lo e elevá-lo acima da cabeça e colocá-lo no chão novamente (olhando para o objeto o tempo todo). (3 séries de 10 repetições)
 - 6- Sentar, depois levantar e girar para um lado, sentar novamente, levantar de novo e agora girar para o outro lado. (15 vezes)
 - 7- Gire a cabeça 45 graus de um lado para o outro, sem parar, mantendo o olhar focalizando em “X “num cartão à sua frente, durante um a dois minutos, lentamente na primeira sessão e rapidamente na segunda. (2 minutos)
-

2º Semana, sessões 3 e 4.

- 1- Sentado, virar a cabeça para direita, olhar para cima e para baixo e para trás, acompanhando estes movimentos oculares, com a movimentação concomitante da cabeça. (10 vezes). Sentado, virar a cabeça para esquerda, olhar para cima e para baixo e para trás, acompanhando estes movimentos oculares, com a movimentação concomitante da cabeça. (10 vezes) (Realizar duas séries)
- 2- Gire a cabeça 45 graus de um lado para o outro, com uma breve pausa com a cabeça centralizada, mantendo o olhar focalizando em “X “num cartão à sua frente, durante um a dois minutos, começando lentamente e depois rapidamente (em pé). (2 minutos)
- 3- Repetir o exercício anterior, no sentido vertical (em pé). (2 minutos)
- 4- Mover a cabeça em flexão e extensão com os olhos abertos, no plano vertical, como se expressasse um “sim” com a cabeça, mantendo o olhar fixo (em pé) (lentamente e depois rapidamente olhando para um ponto fixo na parede) (3 minutos), ao sentir tontura parar por 10 segundos e recomeçar, até atingir os 3 minutos de exercício.
- 5- Mover a cabeça para a direita e para a esquerda com os olhos abertos, movimentos cefálicos no plano horizontal, expressar um “não”, mantendo o olhar fixo (em pé)

(lentamente e depois rapidamente), ao sentir tontura parar por 10 segundos e recomeçar, até atingir os 3 minutos de exercício.

- 6- Dar um passo e fazendo rotação cervical para a direita e para a esquerda, andando de frente e de costas. (3 minutos)
 - 7- Ficar em pé, com os pés o mais afastados possível mirando em um alvo a sua frente. Estreitar progressivamente a base de sustentação colocando sucessivamente pés juntos, um pé parcialmente adiante do outro, com os braços abertos, depois ao longo do corpo e por fim cruzados no peito. (15 vezes)
-

3º Semana, sessões 5 e 6.

- 1- Ficar em pé, com os pés o mais afastados possível, com a cabeça fletida 30 graus para a frente, com os braços abertos, depois ao longo do corpo e por fim cruzados no peito. (15 vezes)
 - 2- Ficar em pé, com os pés o mais afastados possível, com a cabeça flexionada 30 graus para trás, com os braços abertos, depois ao longo do corpo e por fim cruzados no peito. (15 vezes)
 - 3- Mover a cabeça em flexão e extensão com os olhos abertos (andando para frente e para trás (quando possível) (rapidamente olhando para um ponto fixo na parede) (3 minutos), ao sentir tontura parar por 10 segundos e recomeçar, até atingir os 3 minutos de exercício.
 - 4- Mover a cabeça para a direita e para a esquerda com os olhos abertos (andando para frente e para trás(quando possível) (rapidamente olhando para um ponto fixo na parede), ao sentir tontura parar por 10 segundos e recomeçar, até atingir os 3 minutos de exercício.
 - 5- Andar com o pé na frente do outro com os olhos abertos, para frente.(Exercício poderá ser realizado com o apoio de mão , caso necessário). (3 minutos)
 - 6- Andar e fazer rotação cervical para a direita e para a esquerda, andando de frente e de costas (quando possível), sem realizar pausas entre as passadas. (3 minutos)
 - 7- Movimentar um cartão e a cabeça em direções opostas, no plano horizontal ,sem parar, mantendo foco em uma lista de palavras (2 minutos).
-

4º Semana, sessões 7 e 8.

- 1- Movimentar um cartão e a cabeça em direções opostas, sem parar, mantendo foco em uma lista de pseudo-palavras (2 minutos), repetir no plano vertical (2 minutos).
- 2- Marchar no lugar, em cima de um travesseiro, fixando o olhar a frente, 10 segundos com os olhos fechados e 10 segundos com os olhos abertos. (10 vezes) (exercício poderá ser realizado com apoio de mão)
- 3- Em cima de um travesseiro, movimentar a cabeça, fletindo a de um lado para o outro, olhando para um ponto fixo, 10 segundos com os olhos abertos e 10 segundos com os olhos fechados. (exercício poderá ser realizado com apoio de mão).
- 4- Ficar na posição de pé na frente do outro, com os olhos abertos, em cima do travesseiro, 1 minuto em cada posição de pé (exercício com apoio do terapeuta)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA**

- 5- Andar pé na frente do outro ,com os olhos abertos, para frente, movimentando os olhos nas laterais direita e esquerda (3 minutos).
- 6- Marchar (caminhando) e formando uma figura similar a um 8, olhando para um cartão com um x. (2 minutos)
- 7- Marchar dando cinco passos para frente e girar 360 graus para a direita, posteriormente dar mais cinco passos (marchando) e virar 360 graus para a esquerda. (2 minutos)

5º Semana, sessões 9 e 10.

- 1- Marchar dando cinco passos para frente e girar 360 graus para a direita, posteriormente dar mais cinco passos (marchando) e virar 360 graus para a esquerda (de olhos fechados). (2 minutos).
- 2- Marchar no lugar, em cima de um travesseiro, mover à cabeça para a direita e para a esquerda com os olhos abertos, movimentos cefálicos no plano horizontal, expressar um “não”, mantendo o olhar fixo em um ponto. (2 minutos)
- 3- Marchar no lugar, em cima de um travesseiro, mover à cabeça no plano vertical, como se o paciente expressasse um “sim” com a cabeça, mantendo o olhar fixo em um ponto. (2 minutos)
- 4- Andar com o pé na frente do outro, com os olhos abertos, para frente, movimentando o cabeça nas laterais direita e esquerda (2 minutos). (exercício poderá ser realizado com apoio de mão).
- 5- Marchar dando voltas circulares em uma cadeira enquanto olha para pontos fixos colocados a direita e a esquerda 10x em cada sentido. (2 séries)
- 6- Andar marchando e mover à cabeça para a direita e para a esquerda com os olhos abertos, movimentos cefálicos no plano horizontal, expressar um “não”. (2 minutos, com olhos abertos). (exercício poderá ser realizado com apoio de mão, próximo a parede).
- 7- Marchar e andando para frente, movimentar a cabeça, fletindo a de um lado para o outro, enquanto realiza nomeação rápida de figuras. (3 minutos)